

PERANCANGAN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* PADA SISTEM *HYBRID* SUMBER LISTRIK RUMAH TINGGAL SATU FASA BERBASIS ZELIO

Sri Sukamta¹, Ulfah Mediaty Arief², Eko Suprptono³, Nur Fitri Sukrina⁴, Ikfal Ramadhan⁵, Sonhaji⁶, Sandy Maulana Nur Hakim⁷

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Jawa Tengah 50229, Indonesia

ssukamta2014@mail.unnes.ac.id¹, ulfahmediatyarief@mail.unnes.ac.id², ekosuprptono@mail.unnes.ac.id³,
nurfitrisukrinapte21@students.unnes.ac.id⁴, ikfalramadhan13@students.unnes.ac.id⁵, sonhaji@students.unnes.ac.id⁶,
sandymaulananurhakim@students.unnes.ac.id⁷

Abstrak—Listrik merupakan kebutuhan vital bagi kehidupan sehari-hari. Namun, pemadaman listrik yang sering terjadi dapat mengganggu aktivitas rumah tangga. Penelitian ini bertujuan merancang *Automatic Transfer Switch* (ATS) untuk sistem hybrid sumber listrik rumah tinggal satu fasa yang menggunakan Zelio sebagai unit kontrol. ATS dirancang untuk mempercepat waktu switching dari sumber listrik utama (PLN) ke sumber cadangan berupa baterai dari sistem PLTS. Pengujian dilakukan dengan membandingkan waktu switching menggunakan Zelio SR2B121BD, sistem manual, dan relay konvensional. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan Zelio SR2B121BD dapat meminimalisir waktu delay switching menjadi sekitar 10,02 ms (dari off ke on) dan 5,02 ms (dari on ke off). Hasil ini lebih cepat dibandingkan sistem switching manual (75,6 ms) dan relay konvensional (120,5 ms). Penggunaan Zelio juga meningkatkan stabilitas switching dengan deviasi standar yang rendah. Dengan demikian, rancangan ATS berbasis Zelio ini efektif untuk menjaga kontinuitas pasokan listrik pada rumah tinggal, meningkatkan efisiensi energi, dan meminimalkan risiko kerusakan akibat pemadaman mendadak.

Kata kunci— *Automatic Transfer Switch* (ATS), Zelio, Sistem hybrid, rumah tinggal, minimalisir delay, PLTS

Abstract— *Electricity is a vital need for daily life. However, frequent power outages can disrupt household activities. This study aims to design an Automatic Transfer Switch (ATS) for a single-phase residential hybrid power system using Zelio as the control unit. The ATS is designed to reduce switching time from the primary power source (PLN) to the backup battery from the solar power system (PLTS). Testing was conducted by comparing switching times using the Zelio SR2B121BD, manual switching systems, and conventional relays. The results show that the use of the Zelio SR2B121BD minimizes switching delay to approximately 10.02 ms (from off to on) and 5.02 ms (from on to off). These results are significantly faster than manual switching systems (75.6 ms) and conventional relays (120.5 ms). The use of Zelio also enhances switching stability with a low standard deviation. Therefore, the ATS design based on Zelio effectively maintains the continuity of power supply in residential homes, improves energy efficiency, and minimizes the risk of damage caused by sudden power outages.*

Keywords— *Automatic Transfer Switch* (ATS), Zelio, hybrid system, residential, delay minimization, solar power system.

I. PENDAHULUAN

Listrik merupakan kebutuhan vital bagi kehidupan sehari-hari. Secara umum, sumber tenaga listrik yang terpakai saat ini baik di industri, instansi pemerintah, instansi pendidikan seperti kampus, sekolah, maupun industri rumah tangga menggunakan sumber tenaga listrik utama dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) (Sidehabi & Kadir, 2023). Ketersediaan sumber listrik yang stabil dan andal menjadi krusial dalam mendukung aktivitas sehari-hari di rumah tinggal. Rumah tangga modern semakin bergantung pada listrik untuk mengoperasikan berbagai perangkat elektronik dan peralatan rumah tangga (Habibi et al., 2022). Seiring berjalannya waktu, pengoperasian tenaga listrik pasokan menjadi hal yang vital, dengan laju pasokan listrik yang semakin tinggi, sehingga seringkali terjadi pemadaman (Abdulkareem, 2021). Pemadaman listrik dapat

mengakibatkan terganggunya aktivitas khususnya pada rumah tinggal. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan sistem yang dapat secara otomatis mengalihkan sumber listrik ketika terjadi gangguan (Apripurnomo et al., 2023). *Automatic Transfer Switch* (ATS) merupakan solusi untuk menjaga kontinuitas aliran listrik (Suratman et al., 2021).

ATS (*Automatic Transfer Switch*) merupakan alat yang berfungsi untuk melakukan transfer secara otomatis hubungan antara satu sumber tegangan dengan sumber tegangan lainnya (Panjaitan et al., 2022). Secara otomatis ATS akan mengalihkan sumber listrik dari PLN ke sumber alternatif lainnya ketika terjadi pemadaman listrik (Asrar, 2022). Perangkat ini akan bertindak sebagai alat yang menjembatani dua atau lebih sumber tegangan yang berbeda dan menghubungkan sumber tegangan ini ke beban secara otomatis sesuai dengan keadaan sumber tegangan arus (Sukadana et al.,

2023). Rumah tinggal satu fasa umumnya memiliki daya listrik yang relatif kecil. Oleh karena itu, diperlukan ATS yang dirancang khusus untuk kebutuhan rumah tinggal. Kemajuan teknologi dan penerapan sistem kontrol otomatis telah meningkatkan kemudahan dalam mencapai keandalan suatu sistem. Seiring dengan perkembangan teknologi, diperlukan peningkatan dalam sistem kontrol untuk memastikan keandalan sistem yang digunakan. Salah satu penyempurnaan yang diadopsi adalah penggunaan *Automatic Transfer Switch* dengan *Zelio* sebagai unit kontrol (Rimbawati et al., 2021). Sumber daya listrik tenaga surya sangat cocok digunakan di wilayah Indonesia yang memiliki energi panas matahari yang besar. Dalam pemakaian panel surya, sumber daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya ataupun energi panas dari cahaya matahari yang terpancar dan dikumpulkan pada aki (Irawati et al., 2023).

Pembangkit Listrik Nasional tidak selalu beroperasi secara terus-menerus dalam mendistribusikan energinya, terkadang, terjadi pemadaman yang bisa disebabkan oleh gangguan baik pada sistem distribusi maupun pada sistem transmisi (Alamsyah, 2024). Hal ini membuat aktifitas di dalam rumah tangga terganggu. ATS beroperasi secara otomatis sebagai pengganti posisi saklar ketika ada gangguan atau pemadaman pada jaringan listrik utama dari sumber PLN, dengan mengatur waktu secara otomatis (Suhanto & Faizah, 2023). Jika dua jenis pasokan listrik terhubung ke satu beban listrik melalui *Automatic Transfer Switch* (ATS), ketika terjadi gangguan atau masalah pada sumber listrik utama, ATS secara otomatis akan mengalihkan pasokan listrik ke sumber cadangan (aki DC) (Demeianto et al., 2022). Solar power system menghasilkan energi listrik dalam bentuk arus searah (DC) dari sinar matahari. Namun, kebanyakan peralatan rumah tangga menggunakan listrik dalam bentuk arus bolak-balik (AC). Inilah mengapa inverter diperlukan dalam sistem PLTS untuk mengkonversi energi yang disimpan dalam baterai dari DC menjadi AC (Alwani, 2020). Panel surya mengisi elektron dan proton berdasarkan tegangan pengisian baterai. Pengisian berhenti ketika baterai mencapai tegangan maksimum (An et al., 2022).

Perancangan *Automatic Transfer Switch* (ATS) pada sistem hybrid sumber listrik rumah tinggal satu fasa berbasis *Zelio* merupakan langkah terkini dalam meningkatkan efisiensi dan keandalan pasokan listrik pada rumah tinggal (Simamora et al., 2014). ATS telah menjadi komponen kunci dalam sistem listrik otomatis yang memungkinkan peralihan otomatis antara sumber daya listrik utama dan sumber daya cadangan ketika terjadi pemadaman (Sukoco et al., 2023). Pemilihan *Zelio* sebagai basis kontrol memberikan keandalan dan fleksibilitas tambahan dalam mengelola transfer switch pada sistem ini (Hidayat et al., 2022). Dengan teknologi inverter terbaru, termasuk perkembangan dalam desain yang memungkinkan waktu reaksi yang lebih cepat (Ahmed et al., 2022). Menurut UL 1008 dan NEMA Standard ICS10-1993, *Automatic Transfer Switch* (ATS) memiliki standar waktu perpindahan daya yaitu 0 sampai 6 detik saat melakukan perpindahan daya dari sumber energi utama gangguan ke sumber energi alternatif. Dalam Penelitian ini kami mengembangkan sistem *Automatic*

Transfer Switch yang menghasilkan sistem transfer tegangan otomatis dengan delay seminimal mungkin dan dikombinasikan dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang memberikan dampak positif dari segi penggunaan energi terbarukan (Kurniawan Trisna Rinaldi & Rajagukguk, 2022)

II. TINJAUAN PUSTAKA

1. *Automatic Transfer Switch* (ATS)

Automatic Transfer Switch (ATS) merupakan perangkat listrik yang dirancang untuk secara otomatis mengalihkan beban dari satu sumber daya ke sumber daya lainnya ketika terjadi gangguan pada sumber utama. Perangkat ini berfungsi sebagai saklar otomatis yang merespons kondisi kegagalan daya dari jaringan utama, kemudian secara proaktif mengalihkan beban ke sumber cadangan seperti generator set. Ketika kondisi jaringan utama kembali normal, ATS akan secara otomatis mengembalikan beban ke sumber utama.

2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

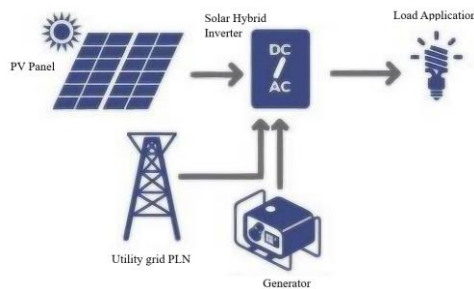
Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan perangkat yang berfungsi mengonversi energi matahari menjadi energi listrik. PLTS dikenal juga dengan istilah *solar cell*, *solar photovoltaic*, atau *solar energy*. Prinsip kerja PLTS adalah memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan arus listrik searah (DC). Arus DC ini dapat diubah menjadi arus listrik bolak-balik (AC) jika diperlukan. Dengan demikian, meskipun cuaca mendung, PLTS tetap dapat memproduksi listrik selama cahaya masih tersedia.

Pada dasarnya, PLTS berperan sebagai penyedia daya dan dapat dirancang untuk memenuhi kebutuhan listrik dalam skala kecil maupun besar. PLTS dapat beroperasi secara mandiri atau dikombinasikan dengan sumber energi lain, yang dikenal sebagai sistem *hybrid* (misalnya, kombinasi PLTS-Genset atau PLTS-Turbin Angin). Berdasarkan konfigurasinya, sistem PLTS diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu PLTS *on-grid*, PLTS *off-grid*, dan sistem *hybrid* tenaga surya yang sering disebut juga sebagai *smart grid*.

3. Sistem *Hybrid*

Hybrid merujuk pada integrasi dua atau lebih sumber pembangkit listrik yang berasal dari energi yang berbeda. Tujuan utama dari sistem *hybrid* adalah untuk mengkombinasikan berbagai sumber energi sehingga dapat saling melengkapi kelemahan masing-masing, serta mencapai efisiensi pasokan dan efisiensi ekonomi pada beban tertentu. Sistem *hybrid* merupakan salah satu solusi yang efektif untuk mengurangi ketergantungan pada listrik dari PLN, sehingga dapat menghemat biaya. Pengembangan teknologi hibrida bertujuan untuk memaksimalkan pemanfaatan energi dengan menggabungkan keunggulan dari berbagai jenis sistem pemanfaatan yang beroperasi secara sinergis. Keuntungan dari sistem ini adalah kemampuan satu sistem untuk mengatasi kekurangan sistem lainnya, serta kemudahan dalam perawatan, karena pasokan energi listrik tetap terjaga tanpa perlu memutus aliran daya. Contoh penerapan sistem *hybrid* adalah kombinasi

antara Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Generator Set, dimana PLTS dapat mengimbangi kekurangan dari Generator Set dan sebaliknya.



Gambar 1. Sistem Hybrid

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang merupakan suatu cara yang memulainya dari hal – hal yang bersifat umum tentang suatu isu atau permasalahan yang ada atau yang sedang terjadi saat sekarang atau tentang kecenderungan suatu hal. Kebutuhan masyarakat pada rumah tinggal dan industri dalam pemakaian energi listrik selain sumber listrik PLN pada saat sekarang sangat dibutuhkan, sehingga ketergantungan terhadap listrik PLN dapat dikurangi serta pergantian sumber listrik antara listrik PLN dan PLTS dapat dipercepat.

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian eksperimental, di mana hipotesis akan diuji dan dibuktikan melalui pengujian beban menggunakan alat berupa algoritma dan perangkat keras. Pengujian dilakukan dengan menggunakan beban berupa motor pompa air satu fasa berkapasitas ¼ Hp yang merupakan motor induksi satu fasa yang dilengkapi dengan kapasitor running, lampu rumah, kulkas, dan berbagai beban induktif lainnya. Beban diuji dengan membandingkan sumber listrik dari inverter satu fasa dan sumber listrik dari PLN.

Pengambilan sampel dilakukan dengan menguji output dari inverter satu fasa dan sistem ATS. Beban dan waktu switching dibuat bervariasi pada inverter satu fasa untuk mengevaluasi kinerja dan stabilitas sistem hybrid. Analisis data dilakukan untuk menilai kualitas sumber listrik satu fasa yang dihasilkan serta mengukur efisiensi sistem hybrid tersebut.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengukuran yang dilakukan, berikut adalah waktu delay untuk setiap sistem yang diuji:

TABEL I. HASIL UJI SISTEM

No	Jenis Sistem	Waktu Delay (ms)	Standar Deviasi (ms)
1	Zelio SR2B121BD (off → on)	10.02	0.5
2	Zelio SR2B121BD (on → off)	5.02	0.3
3	Sistem Switching Manual	75.6	2.1
4	Relay Konvensional	120.5	3.4

Berdasarkan hasil pengukuran yang diperoleh, penelitian ini menunjukkan bahwa Zelio SR2B121BD memiliki waktu respons *switching* yang sangat cepat dan efisien. Waktu delay yang terukur pada perubahan dari kondisi off ke on adalah sekitar 10 ms, sedangkan untuk perubahan dari on ke off tercatat sekitar 5 ms. Hasil ini menunjukkan keunggulan yang signifikan dibandingkan dengan metode *switching* manual atau relay konvensional yang memiliki waktu delay lebih lama, yaitu sekitar 75.6 ms untuk sistem manual dan 120.5 ms untuk relay konvensional.

Kecepatan *switching* yang dimiliki oleh Zelio SR2B121BD sangat penting dalam aplikasi *Automatic Transfer Switch*

4. Zelio Smart Relay

Smart relay menggantikan fungsi logika dan pengendalian pada rangkaian kontrol berbasis relay konvensional yang biasanya memerlukan instalasi langsung pada sistem otomatisasi sederhana. Dengan memanfaatkan *smart relay*, pengendalian rangkaian dapat dirancang melalui perangkat lunak, sehingga lebih efisien. Zelio *Smart Relay* memiliki beberapa keunggulan, yaitu:

1. Mudah diimplementasikan, sehingga mempercepat waktu pengerjaan proyek.
2. Bersifat fleksibel dan andal dalam berbagai aplikasi.
3. Memungkinkan modifikasi yang cepat dan sederhana melalui perangkat lunak.
4. Lebih ekonomis dibandingkan dengan PLC untuk kebutuhan otomatisasi yang sederhana.
5. Memerlukan waktu pelatihan yang lebih singkat untuk penggunaannya.

Zelio sebagai *smart relay* yang dapat dikonfigurasi dalam dua bentuk dasar. Model kompak dan modularnya memberikan fleksibilitas dalam menyesuaikan perangkat dengan berbagai aplikasi. Kemampuan ekspansi I/O, baik digital maupun analog, serta dukungan modul komunikasi MODBUS dan memori tambahan, menjadikan Zelio sebagai solusi yang adaptif untuk berbagai kebutuhan industri. Penelitian ini menggunakan Zelio SR2B121BD yang termasuk dalam lini Zelio Logic Compact dan memiliki fitur seperti 12 input/output, tegangan 24V DC, serta dilengkapi dengan layar dan fungsi jam. Model ini dirancang untuk aplikasi sederhana dengan kemampuan pemrograman ladder yang intuitif.



Gambar 2. Zelio Smart Relay

(ATS), di mana waktu respons yang cepat dapat memastikan kontinuitas pasokan listrik antara dua sumber daya yang berbeda. Proses *switching* yang cepat mencegah terjadinya gangguan atau pemadaman singkat yang dapat memengaruhi kestabilan sistem kelistrikan. Waktu delay yang lebih singkat ini juga mengurangi risiko kerusakan pada perangkat yang terhubung, karena perubahan kondisi antara sumber daya terjadi dengan lebih mulus tanpa waktu transisi yang signifikan.

Selain kecepatan *switching*, stabilitas dari sistem *switching* juga menjadi hal yang sangat penting dalam aplikasi ATS. Zelio SR2B121BD menunjukkan hasil yang konsisten dengan deviasi standar yang rendah, yaitu 0.5 ms untuk *switching* dari off ke on, dan 0.3 ms untuk *switching* dari on ke off. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat ini tidak hanya cepat, tetapi juga dapat diandalkan dalam memberikan waktu respons yang stabil dalam setiap siklus *switching*. Perbandingan dengan sistem *switching* manual dan relay konvensional yang memiliki deviasi standar yang lebih tinggi (2.1 ms dan 3.4 ms, berturut-turut) memperkuat argumen bahwa Zelio SR2B121BD lebih unggul dalam hal stabilitas dan konsistensi.

Kecepatan dan konsistensi yang dimiliki oleh Zelio SR2B121BD juga berkontribusi pada efisiensi energi dalam sistem ATS. Ketika waktu delay dalam *switching* lebih cepat, proses pengalihan sumber daya terjadi lebih cepat, yang berarti lebih sedikit energi yang terbuang selama transisi. Pada sistem dengan relay konvensional, yang memiliki waktu delay yang lebih lama, pemborosan energi dapat terjadi selama transisi antara sumber daya aktif dan non-aktif, karena perangkat yang tidak aktif tetap beroperasi lebih lama dari yang diperlukan. Penggunaan Zelio SR2B121BD membantu menghindari pemborosan ini, memberikan manfaat tambahan dalam hal efisiensi energi.

Dibandingkan dengan sistem *switching* manual, yang masih membutuhkan intervensi manusia dalam proses *switching*, penggunaan Zelio SR2B121BD menawarkan kemudahan dan otomatisasi yang lebih tinggi. Sistem manual yang tergantung pada tindakan manusia cenderung lebih rentan terhadap kesalahan dan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk merespons perubahan kondisi. Sementara itu, dengan menggunakan Zelio SR2B121BD, sistem ATS dapat berjalan secara otomatis dengan kecepatan tinggi dan stabilitas yang lebih terjamin. Hal ini sangat penting dalam aplikasi-aplikasi yang membutuhkan tingkat keandalan yang tinggi, seperti pada sistem kelistrikan di rumah sakit, pusat data, dan fasilitas industri kritis lainnya, di mana kegagalan pasokan listrik bisa menyebabkan kerugian besar.

Selain itu, perbandingan dengan relay konvensional juga menunjukkan bahwa Zelio SR2B121BD lebih unggul dalam hal efisiensi operasional. Relay konvensional meskipun lebih otomatis daripada sistem manual, memiliki waktu delay yang lebih lama, yang mengarah pada pengoperasian sistem yang kurang responsif. Keunggulan Zelio SR2B121BD dalam hal kecepatan dan stabilitas dapat mengurangi ketergantungan pada sistem relay yang lebih lambat dan kurang efisien.

Penggunaan Zelio SR2B121BD dalam sistem ATS memberikan keuntungan signifikan dalam hal kecepatan, keandalan, dan efisiensi. Dengan waktu delay yang sangat

singkat, modul ini dapat memberikan performa optimal dalam menjaga kestabilan sistem kelistrikan, mempercepat waktu *switching* antara sumber daya, dan meminimalkan risiko gangguan. Oleh karena itu, penggunaan Zelio SR2B121BD sangat disarankan dalam aplikasi ATS yang membutuhkan tingkat keandalan tinggi dan waktu respons cepat, seperti pada pusat data, rumah sakit, dan instalasi industri yang memerlukan kontinuitas pasokan listrik tanpa interupsi.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa Zelio SR2B121BD adalah solusi yang sangat efisien untuk meningkatkan performa sistem ATS. Waktu delay yang sangat cepat, bersama dengan konsistensi dan stabilitas yang tinggi, menjadikan perangkat ini pilihan ideal untuk aplikasi yang membutuhkan pengalihan sumber daya secara otomatis dan cepat, menghindari gangguan yang dapat memengaruhi operasional sistem kelistrikan.

V. PENUTUP

Penelitian ini telah berhasil mengevaluasi kinerja Zelio SR2B121BD dalam aplikasi *Automatic Transfer Switch* (ATS) dengan fokus utama pada waktu respon *switching* dan efisiensinya. Berdasarkan hasil pengujian, Zelio SR2B121BD menunjukkan kinerja yang sangat baik dengan waktu delay yang sangat singkat, yaitu sekitar 10 ms untuk perubahan dari kondisi off ke on, dan 5 ms untuk perubahan dari on ke off. Kecepatan *switching* ini jauh lebih unggul dibandingkan dengan sistem *switching* manual dan relay konvensional, yang memiliki waktu delay lebih lama dan rentan terhadap gangguan.

Selain kecepatan, modul Zelio juga menunjukkan konsistensi tinggi dengan deviasi standar yang rendah, yang memastikan keandalan dalam setiap siklus *switching*. Hal ini memberikan keuntungan besar dalam aplikasi yang membutuhkan kestabilan tinggi, seperti pada instalasi kelistrikan di rumah sakit, pusat data, dan fasilitas industri. Penggunaan Zelio SR2B121BD juga berdampak positif terhadap efisiensi energi, karena proses *switching* yang lebih cepat mengurangi pemborosan energi yang mungkin terjadi pada sistem dengan waktu delay lebih lama.

Berdasarkan temuan-temuan ini, dapat disimpulkan bahwa Zelio SR2B121BD adalah pilihan yang sangat efisien dan efektif untuk sistem ATS. Modul ini tidak hanya mempercepat waktu *switching* dan meningkatkan keandalan sistem, tetapi juga membantu mengoptimalkan penggunaan energi dan meminimalkan gangguan pada sistem kelistrikan. Oleh karena itu, penggunaan Zelio SR2B121BD sangat dianjurkan pada aplikasi yang memerlukan pengalihan daya yang cepat, andal, dan efisien.

Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah untuk mengeksplorasi penerapan Zelio SR2B121BD dalam berbagai skenario aplikasi lainnya, serta melakukan pengujian lebih lanjut terkait ketahanan dan kinerja jangka panjang dari perangkat ini dalam sistem ATS yang lebih kompleks. Penelitian lebih lanjut dapat juga mempertimbangkan pengujian dalam kondisi lingkungan yang lebih bervariasi untuk mengevaluasi performa modul dalam situasi yang berbeda.

REFERENSI

- S. W. Sidehabi and M. A. Kadir, “APLIKASI SISTEM AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) DAN AUTOMATIC MAIN FAILURE (AMF) BERBASIS PLC ZELIO SMART RELAY SR3 B261FU,” pp. 274–281, 2023.
- I. Habibi, Sumarji, and G. N. Yudha, “G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan,” G-Tech J. Teknol. Terap., vol. 6, no. 2, pp. 100–109, 2022.
- B. Abdulkareem, “Design And Implementation Of An Automatic Transfer Switch For Design And Implementation Of An Automatic Transfer Switch For A Single Phase Power Generator,” Int. J. Invent. Eng. Sci. Technol., vol. 7, no. July, 2021.
- S. Apripurnomo, H. Purnama, and K. Kunci, “Rancang Bangun Simulator Automatic Transfer Switch Berbasis PLC untuk Penggunaan Genset pada Instalasi Rumah Tinggal,” pp. 275–282, 2023.
- Suratman et al., “Sistem Pemantuan dan Kendali Panel ATS Melalui Jaringan Internet Berbasis Antarmuka Android,” J. Tek. Elektro dan Komput. , vol. 10, no. 1, pp. 69–78, 2021.
- A. Y. Panjaitan, A. S. P. Tarigan, and S. Aryza, “Design of One Phase Ats (Automatic Transfer Switch) Using Relay-Based Control and Time Delay Relay (Tdr),” Infokum, vol. 10, no. 3, pp. 519–525, 2022, [Online]. Available: <http://seaninstitute.org/infor/index.php/infokum/article/view/806>
- L. D. Asrar, “Perancangan Automatic Transfer Switch (Ats) Berbasis Arduino Uno Dengan Sensor Pzem-004T,” J. Kaji. Tek. Elektro, vol. 7, no. 2, pp. 70–74, 2022, doi: 10.52447/jkte.v7i2.6526.
- I. W. Sukadana et al., “System Design of Microcontroller Based Smart Automatic Transfer Switch of Solar Panel Control,” 2023 Int. Conf. Smart-Green Technol. Electr. Inf. Syst., no. November, pp. 218–223, 2023, doi: 10.1109/ICSGTEIS60500.2023.10424198.
- Rimbawati, A. T. Ramadhan, and Cholish, “Perancangan Automatic Transfer Switch Berbasis Zelio (Aplikasi Pada PLTS Pematang Johar),” PerancanganAutomaticTransferSwitchBerbasis Zelio(AplikasiPadaPLTS PematangJohar), vol. 4, no. 1, pp. 7–12, 2021.
- I.- Irawati, S. Sunardi, and A. Nurwanto, “Rancang Bangun Alat Pakan Ikan Otomatis Berbasis Catuan Panel Surya,” JEIS J. Elektro dan Inform. Swadharma, vol. 3, no. 1, pp. 22–30, 2023, doi: 10.56486/jeis.vol3no1.288.
- A. Alamsyah, “Pembuatan Panel Automatic Transfer Switch Automatic Main Failure (ATS – AMF) di PT . Tiga Kreasi Indonesia,” vol. 2, no. 2, 2024.
- S. Suhanto and F. Faizah, “Automatic Transfer Switch (ATS) Using Omron CP1L PLC and Human Machine Interface,” Proceeding Int. Conf. Adv. Transp. Eng. Appl. Soc. Sci., vol. 2, no. 1, pp. 935–939, 2023, doi: 10.46491/icateas.v2i1.1763.
- B. Demeianto et al., “Rancang Bangun Panel Automatic Transfer Switch (Ats) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Catu Daya Kincir Air Pada Tambak Perikanan,” Aurelia, vol. 4, no. 2, pp. 203–218, 2022.
- H. Alwani, “PLTS Menggunakan Sistem Automatic Transfer Switch,” Semnas Avoer 12, no. November, pp. 246–250, 2020.
- D. An, A. Transfer, S. For, and S. P. Plant, “DESIGN AN AUTOMATIC TRANSFER SWITCH FOR,” vol. 22, no. 1, pp. 9–12, 2022.
- A. M. Simamora et al., “Perancangan Miniatur Automatis Transfer Switch Dan Main Failur Genset Berbasis Zelio Logic Sr2B121Jd,” J. Sains dan Teknol. ISTEP, vol. 16, no. 2, pp. 119–127, 2014, doi: 10.59637/jsti.v16i2.116.
- M. Y. Sukoco, N. Kholis, J. W. Leksono, and I. Ummah, “Rancang Bangun Sistem Control Automatic Transfer Switch (ATS) yang Terintegrasi PLN dan Solar Cell Berbasis PLC,” vol. 2, no. 1, pp. 15–22, 2023.
- M. N. Hidayat, W. S. Wijaya, and R. I. Putri, “Implementation of Automatic Transfer Switch on DC System,” Proc. - IEIT 2022 2022 Int. Conf. Electr. Inf. Technol., pp. 218–224, 2022, doi: 10.1109/IEIT56384.2022.9967895.
- M. T. Ahammed, C. Das, S. R. Oion, S. Ghosh, and M. Afroj, “Design and Implementation of Programmable Logic Controller Based Automatic Transfer Switch,” J. Artif. Intell. Mach. Learn. Neural Netw., no. 22, pp. 8–18, 2022, doi: 10.55529/jaiml.22.8.18.
- Kurniawan Trisna Rinaldi and A. Rajagukguk, “Design of Solar of Cell and PLN Using Automatic Transfer Switch (ATS) for Minimarket Loads in Sorek Satu Area,” Int. J. Electr. Energy Power Syst. Eng., vol. 5, no. 3, pp. 86–92, 2022, doi: 10.31258/ijeepse.5.3.86-92.