

Pengujian Sistem Automatic Transfer Switch (ATS) PLN-Inverter Berbasis Timer Delay dengan Fitur Auto Charging

Yahya Tarjan Ginting¹,

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Darma Agung, Medan

Email: ginting1972@yahoo.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 22 Mei 2025

Revised: 25 Juni 2025

Accepted: 28 Juli 2025

Keywords:

*Automatic Transfer Switch,
Inverter,
PLTS,*

Published by

Impressio : Jurnal Teknologi dan Informatika

Copyright © 2025 by the Author(s) | This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem Automatic Transfer Switch (ATS) yang mampu melakukan perpindahan sumber daya secara otomatis antara PLN dan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berbasis inverter, dengan waktu switching yang cukup cepat agar tidak menyebabkan perangkat melakukan restart. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan rekayasa eksperimental, dimulai dari proses perancangan sistem ATS, implementasi perangkat keras, hingga pengujian pada tiga kondisi beban: tanpa beban, beban lampu pijar, serta kombinasi beban lampu dan komputer. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu transfer rata-rata dari PLN ke PLTS adalah 229,333 milidetik dan dari PLTS ke PLN sebesar 271,333 milidetik, dengan nilai maksimum masing-masing 235 milidetik dan 297 milidetik. Waktu switching ini masih dalam batas toleransi untuk menjaga kontinuitas daya pada komputer tanpa menyebabkan gangguan operasional. Namun demikian, ditemukan adanya penurunan faktor daya ($\cos \phi$) akibat penggunaan inverter dengan gelombang modifikasi serta adanya switching berulang yang disebabkan oleh kegagalan sensor tegangan dalam membaca kapasitas baterai secara akurat. Penelitian ini menunjukkan bahwa performa sistem ATS sangat dipengaruhi oleh pemilihan jenis inverter dan keandalan sensor, sehingga diperlukan pengembangan lebih lanjut untuk peningkatan kestabilan dan akurasi sistem.

This research aims to design and implement an Automatic Transfer Switch (ATS) system capable of automatically switching power sources between PLN (State Electricity Company) and an inverter-based Solar Power Plant (PLTS) system, with a switching time fast enough to avoid restarting the device. The research method used is an experimental engineering approach, starting from the ATS system design process, hardware implementation, to testing under three load conditions: no load, incandescent lamp load, and a combination of lamp and computer loads. The test results show that the average transfer time from PLN to PLTS is 229.333 milliseconds and from PLTS to PLN is 271.333 milliseconds, with maximum values of 235 milliseconds and 297 milliseconds, respectively. These switching times are still within the tolerance limit to maintain power continuity on the computer without causing operational disruptions. However, a decrease in the power factor ($\cos \phi$) was found due to the use of a modified wave inverter and repeated switching caused by the failure of the voltage sensor to accurately read the battery capacity. This study shows that the performance of the ATS system is greatly influenced by the choice of inverter type and sensor reliability, so further development is needed to improve the stability and accuracy of the system.

Corresponding Author:

Yahya Tarjan Ginting

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Darma Agung, Medan, Indonesia

Jl. DR. TD Pardede No.21, Petisah Hulu, Kec. Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara

Email: ginting1972@yahoo.com

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan kebutuhan vital dalam kehidupan masyarakat modern. Hampir seluruh aktivitas manusia saat ini bergantung pada ketersediaan pasokan listrik yang stabil dan berkelanjutan, baik dalam sektor rumah tangga, industri, maupun layanan publik. Namun, pada kenyataannya, tidak semua wilayah di Indonesia memiliki tingkat keandalan sistem distribusi listrik yang memadai, terutama di daerah terpencil atau pelosok. Gangguan pada sistem transmisi dan distribusi dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) seringkali mengakibatkan pemadaman listrik secara tiba-tiba yang dapat menghambat aktivitas produktif.

Untuk mengatasi masalah pemadaman listrik, berbagai solusi telah dikembangkan, salah satunya adalah pemanfaatan inverter sebagai sumber cadangan listrik. Namun, perpindahan daya secara manual dari PLN ke inverter dinilai tidak efisien dan berisiko terhadap stabilitas sistem. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu melakukan perpindahan sumber daya listrik secara otomatis. Salah satu teknologi yang dapat menjawab kebutuhan ini adalah Automatic Transfer Switch (ATS), yaitu perangkat yang memungkinkan transisi otomatis dari sumber listrik utama (PLN) ke sumber cadangan (inverter) saat terjadi gangguan.

Lebih lanjut, agar sistem ini dapat bekerja secara berkelanjutan dan efisien, perlu ditambahkan fitur auto charging, yang berfungsi untuk mengisi ulang aki inverter secara otomatis ketika PLN aktif. Dengan adanya fitur ini, ketersediaan daya cadangan tetap terjaga dan sistem dapat bekerja tanpa intervensi manual.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan perancangan dan pembangunan sistem Automatic Transfer Switch (ATS) PLN-Inverter dengan Fitur Auto Charging. Sistem ini dirancang menggunakan komponen utama seperti kontaktor, time delay relay, relay MK2P, inverter, aki, dan charger. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem kelistrikan otomatis yang andal, khususnya dalam menjaga kontinuitas pasokan listrik di daerah dengan tingkat gangguan tinggi.

URAIAN TEORI

Saklar Pemindah Otomatis (Automatic Transfer Switch - ATS)

Automatic Transfer Switch (ATS) adalah perangkat elektronik yang berfungsi secara otomatis memindahkan sumber pasokan daya dari sumber utama seperti PLN ke sumber cadangan (seperti PLTS atau inverter), dan sebaliknya. Tujuan utama penggunaan ATS adalah menjamin kontinuitas pasokan daya pada beban yang sensitif terhadap gangguan tegangan, seperti sistem komputer, server, atau perangkat laboratorium.

Sistem ATS bekerja dengan mendeteksi kehilangan tegangan atau anomali pada sumber utama, kemudian mengaktifkan sumber cadangan dalam waktu yang sangat singkat. Waktu perpindahan (transfer time) menjadi indikator penting dari keandalan ATS, terutama jika digunakan untuk beban yang tidak toleran terhadap fluktuasi daya.

Dari penelitian terkait ATS ini dikutip penelitian sebelumnya bahwa Mengembangkan perancangan dan implementasi saklar pemindah otomatis (ATS) yang dapat melakukan switching dengan sangat cepat sehingga dapat mencegah terjadinya gangguan daya pada peralatan listrik yang sensitif terhadap kontinuitas pasokan daya listrik seperti komputer. Penelitian dilakukan dengan cara perancangan dan eksperimen, dimana penelitian diawali dengan membuat ATS, dilanjutkan dengan pengujian kinerja dengan berbagai sistem beban; pengujian tanpa beban, pengujian beban lampu pijar, dan pengujian beban lampu dan komputer dan diakhiri dengan analisis hasil pengujian untuk mendapatkan kinerja dari ATS tersebut. Dari hasil analisis, diperoleh waktu transfer dari ATS untuk transisi pasokan dari PLN ke PLTS rata-rata sebesar 229.333 ms dengan nilai tertinggi sebesar 235 ms dan untuk PLTS ke PLN rata-rata sebesar 271.333 ms dengan nilai tertinggi sebesar 297 ms. Nilai waktu

transfer ini mampu menjaga kontinuitas daya pada komputer (tanpa melakukan restart) ketika terjadi transisi pasokan daya dari PLN ke PLTS atau sebaliknya. Hasil lain yang diperoleh pada penelitian ini adalah terjadinya penurunan faktor daya beban ($\cos \phi$) apabila sistem PLTS menggunakan inverter modifikasi gelombang sinus dan terjadinya switching berulang dari ATS dikarenakan kegagalan sensor tegangan rendah yang terputus dalam mendeteksi kapasitas baterai dengan benar. (Marhatang et al., 2022)

Inverter dan Kualitas Gelombang

Dalam sistem PLTS, inverter digunakan untuk mengubah arus searah (DC) dari baterai menjadi arus bolak-balik (AC) yang dapat digunakan oleh beban. Terdapat beberapa jenis gelombang output inverter, yaitu:

1. Pure sine wave: menyerupai gelombang listrik PLN, cocok untuk perangkat sensitif.
2. Modified sine wave: bentuk gelombang mendekati sinus tetapi memiliki deretan sudut-sudut patah; dapat menyebabkan penurunan kinerja atau efisiensi pada perangkat elektronik tertentu. Pemilihan inverter yang tidak tepat dapat menyebabkan penurunan faktor daya beban ($\cos \phi$) karena bentuk gelombang tidak ideal, menimbulkan distorsi harmonik, dan menurunkan efisiensi sistem. (Napitupulu et al., 2023)

Sensor Tegangan dan Sistem Proteksi Baterai

Sensor tegangan digunakan untuk mendeteksi level kapasitas baterai dalam sistem PLTS. Sensor ini penting untuk mencegah overdischarge atau penggunaan baterai di bawah batas minimal, yang dapat merusak sel baterai. (Asriyadi et al., 2016) Jika sensor tegangan gagal mendeteksi kapasitas baterai dengan tepat (misalnya akibat koneksi yang terputus), maka ATS dapat mengalami switchover berulang secara tidak stabil. Hal ini menimbulkan risiko gangguan daya berulang pada beban dan mempercepat degradasi sistem penyimpanan daya. (Irawati et al., 2023)

Waktu Perpindahan (Transfer Time) Sistem ATS

Transfer time adalah waktu yang diperlukan sistem ATS untuk berpindah dari satu sumber daya ke sumber lain. Umumnya, sistem komputer mampu bertahan terhadap kehilangan daya selama maksimal 300 milidetik (ms) tanpa mengalami restart, asalkan daya dikembalikan dalam waktu tersebut. (Majid et al., 2018)

Desain Sistem pada Rangkaian Kontrol dan Rangkaian Daya

Rangkaian kontrol dirancang untuk mengatur mode otomatis/manual perpindahan sumber listrik. Pada mode otomatis, Timer Delay Relay berfungsi untuk memberikan waktu jeda perpindahan beban guna menghindari lonjakan arus. Kontrol dilakukan dengan mengatur aktifasi kontaktor melalui sinyal dari timer dan relay. (Apriani et al., 2023) Rangkaian Daya ialah Kontak utama kontaktor disusun untuk mengalirkan arus langsung ke beban dari PLN sebagai prioritas utama. Ketika PLN padam, sistem otomatis akan mengalihkan suplai listrik dari inverter. Auto charging akan aktif ketika PLN kembali menyala. (Purwanto, 2021)

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan pendekatan studi kasus terhadap sistem perpindahan daya otomatis antara sumber utama PLN dan inverter sebagai cadangan, yang dilengkapi dengan sistem pengisian baterai otomatis (auto charging). Pengujian dilakukan di beberapa lokasi untuk memastikan sistem bekerja dalam kondisi yang bervariasi menggambarkan perubahan parameter-parameter kelistrikan sepanjang saluran. Ini penting untuk mempermudah analisis komparatif antar kedua sistem.

Komponen-komponen utama sistem meliputi:

- Kontaktor 220V AC
- Relay MK2P 220V
- Timer Delay Relay (TDR)
- Inverter DC to AC 12V–220V
- Battery/Aki 12V 7Ah
- Charger Aki otomatis
- Miniature Circuit Breaker (MCB)
- Selector Switch dan Push Button
- Beban listrik (lampu 10W dan solder 40W)

Teknik Pengumpulan Data

Observasi langsung dengan meliputi pengujian tegangan dan arus pada berbagai titik rangkaian sehingga dokumentasi bisa dilakukan dengan mencatat hasil pengukuran menggunakan multimeter digital. Kemudian menggunakan simulasi manual dan otomatis yang bertujuan untuk menilai performa sistem dalam setiap kondisi.

Tabel 1. Tempat dan Waktu Penelitian

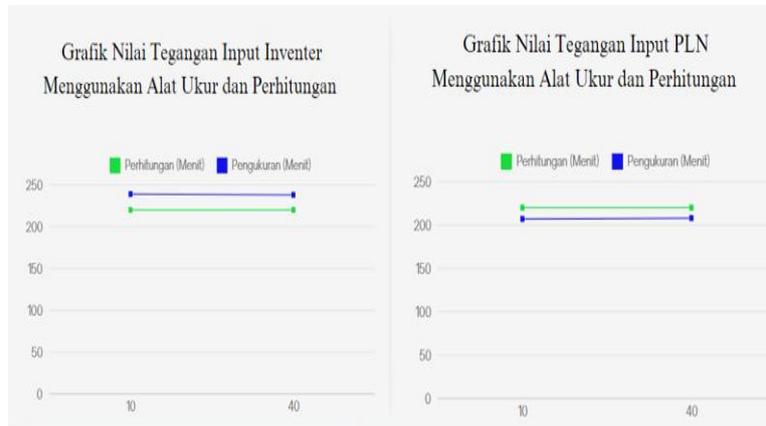
No	Waktu	Kegiatan	Tempat
1	Senin/20 Mei 2025	Preparasi Alat dan Bahan	Perpustakaan Universitas Darma Agung
2	Rabu/05 Juni 2025	Membuat diagram blok	Perpustakaan Universitas Darma Agung
3	Sabtu/15 Juni 2025	Perancangan rangkaian system	Perpustakaan Universitas Darma Agung
4	Kamis/20 Juni 2025	Pembuatan Alat	Rumah
5	Senin/08 Juli 2025	Melakukan pengujian alat	Laboratorium pengukuran

HASIL PENELITIAN

Tegangan Input dan Output

Pengujian tegangan input dan output pada dua kondisi beban (10W dan 40W) menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan antara sumber PLN dan inverter. Pada beban 10W, tegangan input dari PLN dan inverter berada dalam rentang 219–221V. Hasil ini menunjukkan bahwa inverter mampu mensuplai tegangan yang stabil dan mendekati nilai nominal.

Pada gambar dibawah ini menunjukkan hasil dari pengujian dan perhitungan tegangan input yang telah dilakukan pada kedua sumber PLN dan Inverter memiliki selisih yang sedikit. Baik pada beban 10 watt maupun beban 40 watt tidak memiliki selisih yang besar untuk perbandingan hasil perhitungan dan pengukuran yang telah dilakukan.

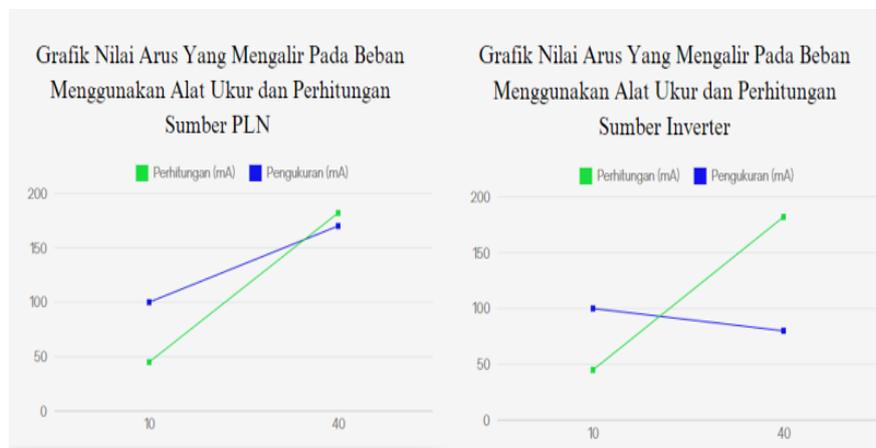


Gambar 1. Grafik Nilai Tegangan Input

Hasil dari pengujian dan perhitungan tegangan output yang telah dilakukan pada kedua sumber PLN dan Inverter memiliki selisih yang sedikit. Baik pada beban 10 watt maupun beban 40 watt tidak memiliki selisih yang besar untuk perbandingan hasil perhitungan dan pengukuran yang telah dilakukan.



Gambar 2. Grafik Nilai Tegangan Output



Gambar 3 Grafik Nilai Arus Beban Pada Sistem

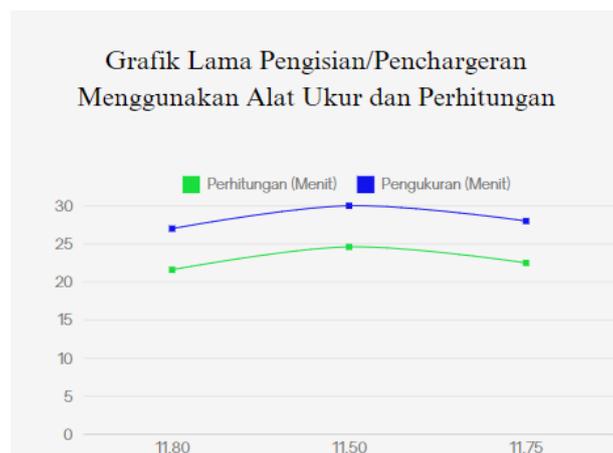
Dapat di lihat pada gambar 4.4 untuk beban lampu memiliki persentasi selisih sekitar 8,7% menunjukkan bahwa perhitungan waktu menyala cukup mendekati hasil pengukuran. Berbeda dengan beban solder yang memiliki selisih lebih tinggi, yaitu 22,7%



Gambar 4. Grafik Lama Penggunaan Aki

Analisis Penggunaan Charger Aki

Pada gambar 5 menunjukkan selisih waktu pengisian yang signifikan antara hasil pengukuran dan perhitungan. Selisih yang bervariasi menunjukkan bahwa hasil pengukuran waktu pengisian lebih lama dibandingkan dengan hasil perhitungan.



Gambar 4. Grafik Lama Pengisian Aki

PENUTUP

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem saklar pemindah otomatis (ATS) yang dikembangkan mampu menjaga kontinuitas pasokan daya pada peralatan listrik yang sensitif, seperti komputer, dengan waktu

perpindahan (transfer time) yang masih berada dalam ambang toleransi perangkat. Rata-rata waktu perpindahan dari PLN ke PLTS sebesar 229,333 milidetik dan dari PLTS ke PLN sebesar 271,333 milidetik, di mana nilai-nilai tersebut cukup untuk mencegah komputer melakukan proses restart saat terjadi perubahan sumber daya. Selain itu, penelitian ini menunjukkan bahwa pemilihan jenis inverter mempengaruhi performa sistem secara keseluruhan, terutama terhadap faktor daya beban. Penggunaan inverter dengan gelombang modifikasi berpotensi menurunkan faktor daya, sedangkan sensor tegangan yang tidak akurat atau bermasalah dapat menyebabkan switching berulang dan ketidakstabilan suplai daya. Oleh karena itu, keandalan komponen seperti sensor dan inverter sangat menentukan kinerja akhir dari sistem ATS yang dirancang.

Pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini disarankan untuk mengintegrasikan sistem ATS dengan fitur pemantauan cerdas berbasis mikrokontroler atau IoT, sehingga pengguna dapat memonitor kondisi sumber daya dan status switching secara real-time. Selain itu, untuk memperoleh hasil yang lebih optimal, perlu dilakukan perbandingan kinerja antara berbagai jenis inverter, termasuk inverter gelombang murni, untuk melihat pengaruhnya terhadap faktor daya dan kestabilan beban sensitif. Peningkatan akurasi dan keandalan sensor tegangan juga perlu menjadi fokus utama, mengingat pengaruhnya yang signifikan terhadap kestabilan switching. Pengujian lanjutan dengan variasi jenis beban induktif atau non-linier dapat memberikan gambaran lebih menyeluruh terhadap kinerja sistem dalam kondisi nyata di lapangan.

REFERENSI

- Apriani, Y., Dipociala, D., Saleh, Z., & Oktaviani, W. (2023). Automatic Transfer Switch (ATS) Berbasis Sensor Tegangan Baterai Untuk PLTS. *Electrician : Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, 17(1). <https://doi.org/10.23960/elc.v17n1.2420>
- Asriyadi, A., Indrawan, A. W., Pranoto, S., Sultan, A. R., & Ramadhan, R. (2016). Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) Pada PLTS dan PLN serta Genset. *Jurnal Teknologi Elekerika*, 13(2). <https://doi.org/10.31963/elekerika.v13i2.988>
- Irawati, Sunardi, & Nurwanto, A. (2023). Rancang bangun pembangkit listrik tenaga surya (plts) dengan sistem kontrol. *Jurnal Elektro & Informatika Swadharma (Jeis)*, 03(01).
- Majid, A., Eliza, E., & Hardiansyah, R. (2018). ALAT AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) SEBAGAI SISTEM KELISTRIKAN HYBRID SEL SURYA PADA RUMAH TANGGA. *JURNAL SURYA ENERGY*, 2(2). <https://doi.org/10.32502/jse.v2i2.1043>
- Marhatang, M., Pangkung, A., & Tandioaga, R. (2022). Perancangan dan implementasi sistem kendali automatic transfer switch antara plts off-grid dengan jaringan pln. *Prosiding 6th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat 2022*.
- Napitupulu, J., Sholeha, D., Sinaga, J., Sitohang, R., & Napitupulu, R. (2023). STUDY PERENCANAAN PLTS SISTEM OFF GRID SKALA KECIL RUMAH TANGGA. *Jurnal Darma Agung*, 31(1). <https://doi.org/10.46930/ojsuda.v31i1.2998>
- Purwanto, S. (2021). Pengembangan Sistem Pengaturan Suplai Beban (Ats) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Berbasiskan Mikrokontroler. *KILAT*, 10(2). <https://doi.org/10.33322/kilat.v10i2.1310>