

Rancang Bangun Sistem PLTS Sebagai Sumber Daya Cadangan Berbasis ATS Untuk Mengamankan Proses Penyimpanan Data Komputer Kantor Saat Pemadaman PLN

Ari Kusuma Dewa^{1*}, Reza Rahmadian², Aditya Chandra Hermawan³, Alfarid Hendro Yuwono⁴

^{1,2,3,4} Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

Article Info

Article history:

Received September 18, 2026

Revised September 19, 2026

Accepted September 25, 2026

Keywords:

PLTS

Automatic Transfer Switch
(ATS)

sumber daya cadangan

pemadaman PLN

penyimpanan data komputer

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber daya cadangan berbasis Automatic Transfer Switch (ATS) untuk mengamankan proses penyimpanan data komputer kantor saat terjadi pemadaman listrik dari PLN. Sistem yang dirancang terdiri atas panel surya, baterai, Solar Charge Controller (SCC), inverter, ATS, relay, serta beban berupa komputer kantor. Mekanisme ATS diterapkan untuk melakukan perpindahan sumber daya secara otomatis dari jaringan PLN ke sistem PLTS ketika terjadi pemadaman, sehingga kontinuitas suplai listrik tetap terjaga tanpa memerlukan pengoperasian secara manual. Pengujian dilakukan terhadap performa panel surya, waktu perpindahan sumber daya, lama backup, serta perbandingan kinerja PLTS dengan genset sebagai sumber daya cadangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan keluaran panel surya berada pada rentang 26,8–35,6 V, dengan daya maksimum mencapai 180,2 W pada pukul 12.00 WIB. Sistem ATS mampu melakukan perpindahan sumber daya dari PLN ke PLTS dengan jeda suplai sebesar 7–16 ms, sedangkan perpindahan menggunakan genset memerlukan waktu 8,5–15,2 detik. Lama backup sistem PLTS berkisar antara 1,17–1,19 jam, sedangkan genset mampu memberikan backup selama 1,20–1,30 jam. Selain itu, penggunaan PLTS tidak menghasilkan kebisingan maupun emisi, berbeda dengan genset yang menghasilkan tingkat kebisingan sebesar 82,8–88,6 dB selama pengoperasian. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, sistem PLTS berbasis ATS mampu menjaga kontinuitas suplai listrik sehingga proses penyimpanan data pada komputer kantor tetap berlangsung dengan aman saat terjadi pemadaman PLN. Sistem yang dikembangkan juga memberikan solusi sumber daya cadangan yang lebih ramah lingkungan, efisien, dan layak diterapkan pada lingkungan perkantoran.

Copyright © 2026 Akiratech
Journal
All rights reserved

Corresponding Author:

Ari Kusuma Dewa,

Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik, Fakultas Vokasi Universitas Negeri Surabaya

Email: arikusuma.22016@mhs.unesa.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.63935/akiratech.v3i3.385>

1. PENDAHULUAN

Keandalan pasokan energi listrik merupakan prasyarat mutlak bagi kontinuitas operasional perangkat komputasi, peladen lokal, dan media penyimpanan data di lingkungan perkantoran modern. Beban komputasi modern memiliki toleransi ketahanan tegangan transien yang sangat rendah (*hold-up time* pada

catu daya umumnya di bawah 20 milidetik), sehingga anjloknya daya atau pemadaman mendadak tanpa prosedur penonaktifan aman secara langsung memicu *hardware reboot*, kerusakan komponen keras, hingga korupsi basis data digital. Sementara itu, ketergantungan pada jaringan distribusi publik seperti PLN masih rentan terhadap gangguan pasokan tak terencana, fluktuasi tegangan, maupun lonjakan beban puncak. Kerentanan teknis tersebut secara nyata dihadapi oleh fasilitas kerja berbasis digital, salah satunya pada sistem kerja operasional CV. Archimeka Konsultan, di mana pemadaman jaringan listrik mendadak kerap memutus komputasi kritis akibat ketiadaan sistem transisi daya berkecepatan tinggi serta minimnya pengawasan parameter listrik secara waktu nyata (*real-time*).

Pemadaman listrik secara tiba-tiba memaksa komputer kantor mati instan tanpa melalui prosedur penonaktifan (*shutdown*) yang aman, yang berakibat fatal pada hilangnya pekerjaan yang sedang diproses. Penggunaan *Uninterruptible Power Supply* (UPS) konvensional sering dijadikan solusi jangka pendek. Namun, seperti dipaparkan oleh Septiawan dan KN [1], kapasitas baterai internal UPS sangat terbatas dan hanya mampu menopang beban kerja dalam hitungan menit. Jika pemadaman berlangsung lebih lama, keberlangsungan sistem komputasi tetap akan terputus. Di sisi lain, penggunaan generator set (*genset*) sebagai cadangan daya menimbulkan persoalan emisi gas buang, biaya bahan bakar, dan kebisingan akustik yang tinggi, serta memerlukan waktu jeda awal (*starting time*) mekanis yang lama sebelum menyuplai beban.

Sebagai alternatif yang berkelanjutan, implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) fotovoltaik menjadi solusi mandiri yang ramah lingkungan untuk gedung komersial dan perkantoran. Parida dkk. [2] menegaskan bahwa teknologi fotovoltaik memiliki fleksibilitas tinggi dalam meningkatkan keandalan sistem kelistrikan sekaligus mereduksi ketergantungan pada energi fosil. Agar transisi daya dari jaringan utama ke sumber PLTS berjalan mulus tanpa mengganggu beban sensitif, peran *Automatic Transfer Switch* (ATS) menjadi sangat krusial. Sistem ATS berfungsi mendeteksi pemadaman PLN dan mengalihkan jalur beban ke sumber cadangan secara otomatis dan cepat.

Penerapan logika kendali cerdas pada ATS telah dikembangkan menggunakan Programmable Logic Controller (PLC). Sukoco dkk. [3] merancang sistem kontrol ATS terintegrasi PLN dan sel surya berbasis PLC, namun waktu perpindahan yang dihasilkan masih sekitar 3 detik dan belum dirancang spesifik untuk beban sensitif komputer. Darmanto dkk. [4] mengembangkan panel ATS darurat hemat energi, namun belum berfokus pada mitigasi kehilangan data komputer kantor. Pae dkk. [5] mengkaji penerapan ATS pada sistem PLTS rumah tinggal, namun belum menyentuh proteksi perangkat digital. Begitu juga Fakhri dkk. [6] serta Sianturi dkk. [7] yang merancang kendali ATS berbasis PLC dan interlock proteksi pada sistem off-grid, namun pengalihan beban masih menggunakan media kontaktor elektromekanis. Kelemahan kontaktor mekanik adalah timbulnya percikan api dan waktu jeda kontak yang sebenarnya merupakan karakteristik catu daya/PSU. Selain itu, tidak dapat langsung disimpulkan bahwa semua kontaktor memiliki waktu perpindahan yang melebihi hold-up time komputer.

Keterbatasan tersebut dapat diatasi dengan memanfaatkan Solid State Relay (SSR) sebagai media penyaklaran solid tanpa komponen gerak. Yanaratri dkk. [8] membuktikan bahwa SSR mampu menghasilkan kecepatan peralihan beban dalam rentang milidetik tanpa menimbulkan *voltage dip* yang memicu restart pada perangkat pemantau sensitif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang dan menguji sistem PLTS sebagai catu daya cadangan berbasis ATS menggunakan PLC Lollette FX3U-24MT dan SSR. Penelitian difokuskan pada pengamanan kontinuitas beban komputer di CV. Archimeka Konsultan, mengevaluasi kecepatan jeda suplai (milidetik), kestabilan tegangan, durasi *backup* baterai LiFePO₄, serta menyajikan analisis perbandingannya dengan genset konvensional.

2. METODE

2.1 Jenis dan pendekatan penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen melalui perancangan, implementasi, dan pengujian sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC) dan *Solid State Relay* (SSR). Sistem ini dirancang untuk menguji kinerja pengalihan daya otomatis dari PLN ke Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai cadangan saat terjadi pemadaman, guna menjaga kontinuitas suplai daya serta mencegah *restart* pada beban sensitif komputer kantor.

2.2 Perancangan Software

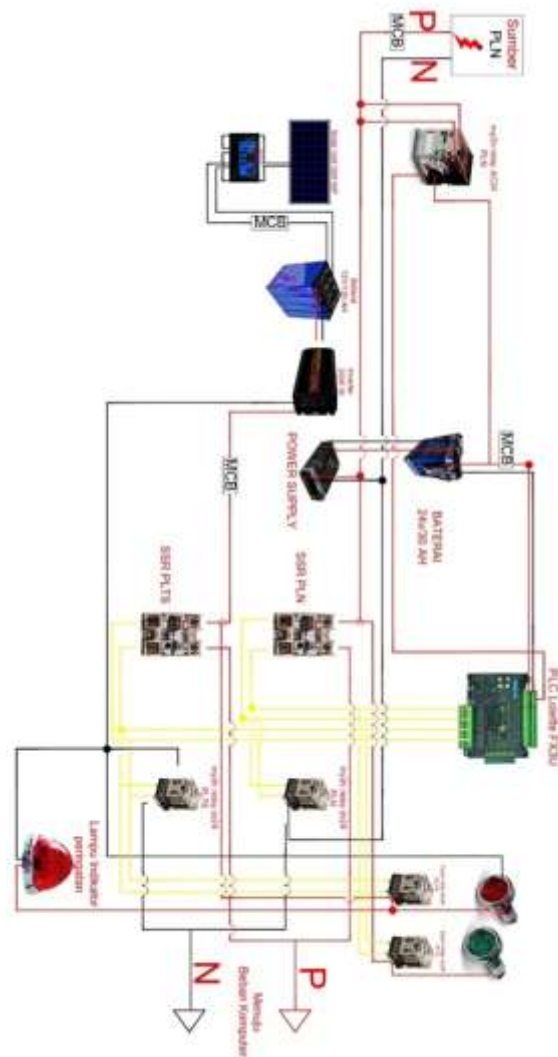
Pemrograman logika kendali ATS dilakukan menggunakan perangkat lunak *GX Works2* berbasis *ladder diagram* seperti ditunjukkan pada Gambar 1 PLC berfungsi memproses sinyal masukan dari relai pendeteksi tegangan PLN secara *real-time*. Saat suplai PLN normal, beban disuplai langsung oleh jaringan utama; namun ketika terjadi pemadaman, PLC secara otomatis mengalihkan aliran daya ke inverter PLTS

The diagram illustrates a ladder logic program for a PLC, organized into steps (0, 7, 19, 20). The logic involves timers (M100, M101, T100, T101), counters (K100, K101), and outputs (Y100, Y101, Y102).

- Step 0:**
 - Input: **M000** (Normally Open) and **X000** (Normally Closed).
 - Output: **M100** (Set coil).
 - Interlocking: **M100** (Normally Closed) in parallel with **M101** (Normally Open).
 - Timer: **T100** (On-Delay, K100).
 - Output: **Y100** (Set coil).
- Step 7:**
 - Input: **M100** (Normally Open).
 - Output: **M101** (Set coil).
 - Interlocking: **M101** (Normally Closed) in parallel with **M100** (Normally Open).
 - Timer: **T101** (On-Delay, K101).
 - Output: **Y101** (Set coil).
- Step 19:**
 - Input: **M100** (Normally Open) and **M101** (Normally Open).
 - Output: **T101** (On-Delay, K101).
 - Interlocking: **T101** (Normally Closed) in parallel with **T100** (Normally Open).
 - Output: **Y102** (Set coil).
- Step 20:**
 - End of program (**END**).

Gambar 1 Ladder Diagram

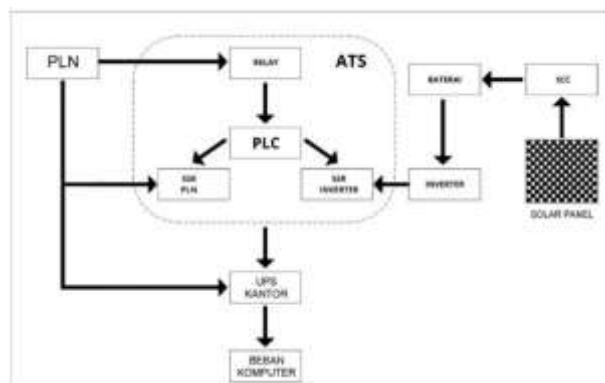
Perancangan perangkat keras (*hardware*) mengintegrasikan panel surya 300 Wp, SCC tipe PWM, baterai LiFePO₄ 12 V 130 Ah, inverter *Pure Sine Wave* 2.000 W, PLC Lollette FX3U-24MT, relai deteksi PLN, serta *Solid State Relay* (SSR). Energi listrik DC dari panel surya diatur oleh SCC untuk pengisian baterai, kemudian dikonversi menjadi tegangan AC 220 V oleh inverter untuk menyuplai beban prioritas komputer kantor. PLC berfungsi mengendalikan sistem ATS berdasarkan status tegangan PLN; saat terjadi pemadaman, PLC secara otomatis memicu SSR untuk mengalihkan suplai daya ke PLTS secara cepat dan stabil tanpa menimbulkan *restart* pada komputer. Skema rangkaian kelistrikan sistem disajikan pada Gambar 2



Gambar 2 Skema Rangkaian

2.4 Diagram Blok

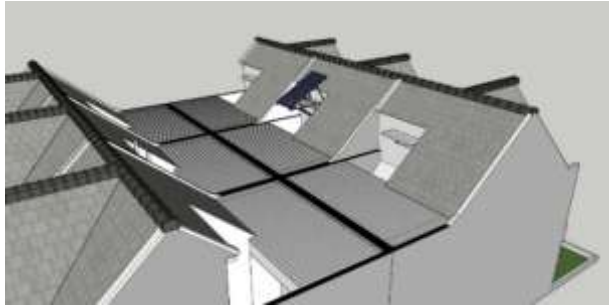
Diagram blok pada Gambar 3 memperlihatkan integrasi sumber PLN dan PLTS yang dikendalikan oleh ATS berbasis PLC. Energi fotovoltaik diarahkan oleh SCC menuju baterai, lalu dikonversi menjadi tegangan AC melalui inverter. Pada kondisi normal, beban disuplai langsung oleh PLN. Saat pemadaman listrik terdeteksi via relai sensor, PLC segera memicu SSR untuk mengalihkan pasokan daya ke PLTS secara otomatis dan cepat tanpa mengganggu kontinuitas beban komputer.



Gambar 3 Diagram Blok

2.5 Desain Alat Dan Penempatan

Sistem PLTS-ATS berbasis PLC dan SSR terintegrasi bekerja secara otomatis memantau pasokan PLN serta mengalihkan daya ke beban kantor tanpa jeda mekanis, sehingga komputer terhindar dari kondisi *restart*. Panel surya ditempatkan di atas atap genteng area belakang kantor CV. Archimeka Konsultan untuk memaksimalkan tangkapan radiasi matahari langsung sepanjang hari, sekaligus menjaga estetika dan tidak mengganggu aktivitas operasional perkantoran. Desain penempatan panel surya disajikan pada Gambar 4



Gambar 4 Desain penempatan panel surya

Panel ATS dan peralatan kontrol ditempatkan di dalam ruangan dekat panel distribusi utama guna memperpendek jalur kabel, mereduksi rugi daya, serta memudahkan pemantauan dan perawatan sistem. Tata letak ini mendukung integrasi efektif antara sistem cadangan PLTS dengan instalasi bangunan eksisting, menghasilkan respon peralihan daya yang cepat dan stabil untuk melindungi perangkat komputer serta data kantor saat terjadi gangguan pasokan PLN.



Gambar 5 Desain Panel ATS



Gambar 6 Desain Rangka Panel Surya

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Realisasi dan Integrasi Perangkat Keras Sistem

Realisasi sistem cadangan daya dilakukan dengan mengintegrasikan modul fotovoltaik monocrystalline 300 Wp di atap kantor dan merakit panel kontrol ATS pada boks tertutup di dekat panel distribusi utama kantor

Ari Kusuma Dewa: Rancang Bangun Sistem PLTS...

CV. Archimeka Konsultan. Panel kontrol ATS memuat PLC FX3U-24MT, modul proteksi MCB (AC dan DC), catu daya 24 VDC, relai interposing MY2N, inverter *Pure Sine Wave* 2.000 W, SCC tipe PWM, serta *Solid State Relay* (SSR-40 DA) yang ditata menggunakan *cable duct* untuk mencegah interferensi elektrik dan hubung singkat. Untuk perakitan panel disajikan pada Gambar 7



Gambar 7 Perakitan Panel

Integrasi operasional bekerja dengan membagi dua jalur fasa dan netral. Fasa beban dikendalikan melalui pensaklaran cepat SSR, sedangkan jalur netral dialihkan secara sinkron menggunakan relai MY2N DC 24 V yang dipicu langsung oleh output transistor PLC. Pada gambar 8 merupakan Tahap *commissioning* awal memastikan bahwa sistem proteksi *interlock* logika program berjalan sempurna, di mana jalur suplai PLN dan inverter PLTS tidak pernah terhubung paralel secara bersamaan saat transisi daya berlangsung. Dokumentasi integrasi perangkat keras dan panel ATS disajikan pada gambar 9



Gambar 8 Perakitan Sistem kelistrikan



Gambar 9 Integrasi Sistem ATS dan Panel Surya

3.2 Pengujian Panel Surya

Pengujian panel surya dilakukan selama satu minggu (9–15 Juli 2026) dengan mengukur tegangan, arus keluaran, dan irradiansi matahari. Data ini dianalisis untuk mengevaluasi profil daya harian serta kemampuan modul fotovoltaik dalam mengisi baterai cadangan sistem PLTS.

Tabel 1 pengujian Panel Surya

No.	Waktu (WIB)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Cuaca
1	07.00 – 08.00	36,5	0,8	8,2	Cerah
2	08.00 – 09.00	36,5	0,8	10	Cerah
3	09.00 – 10.00	36,6	1,1	15,1	Cerah
4	10.00 – 11.00	36,7	6	82,4	Cerah
5	11.00 – 12.00	37,2	12,2	103,3	Cerah
6	12.00 – 13.00	38,6	12,1	171,3	Cerah
7	13.00 – 14.00	38,6	1,8	154,5	Cerah
8	14.00 – 15.00	37,8	3,97	89,5	Cerah
9	15.00 – 16.00	36,6	3,6	87,2	Cerah
10	16.00 – 17.00	36,2	3,5	13,6	Cerah
Total Kwh :				735,1	

3.3 Pengujian Selisih Tegangan PLN dengan PLTS

Pengujian selisih tegangan dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran jaringan PLN dan inverter PLTS menggunakan instrumen digital untuk memastikan kestabilan tegangan cadangan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa selisih tegangan antara kedua sumber berada dalam batas toleransi yang aman, sehingga proses pengalihan daya oleh ATS tidak mengganggu operasional komputer kantor. Pengujian dibawah ini dilakukan selama 7 hari dengan selisih tegangan dari hari pertama 4.1 V dan hari ke 7 sebesar 3V

Tabel 2 Pengujian Selisih Tegangan PLN dengan PLTS

No	PLN	PLTS	Selisih Tegangan
	Tegangan (V)	Tegangan (V)	
1	229.2	225.1	4,1 V
2	228.9	225.1	3.8 V
3	231.1	225.2	5.9 V
4	229.3	225.1	4.2 V
5	229.3	225.1	4.2 V
6	230.6	225.4	5.2 V
7	228.2	225.2	3 V

3.4 Pengujian Kondisi Baterai dan Inverter

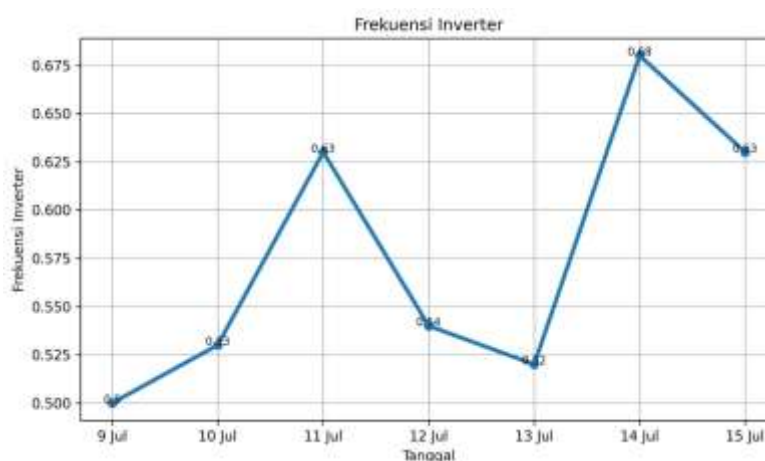
Pengujian baterai dan inverter dilakukan untuk mengevaluasi stabilitas frekuensi keluaran, temperatur operasional inverter, serta profil tegangan dan *State of Charge* (SOC) baterai saat pengisian maupun

Ari Kusuma Dewa: Rancang Bangun Sistem PLTS...

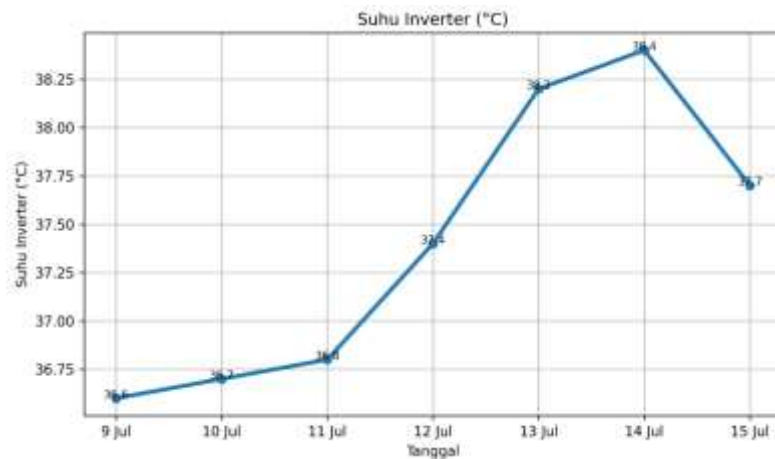
pembebanan. Data pengukuran langsung dianalisis guna menilai keandalan sistem penyimpanan dan konversi daya dalam menjaga kontinuitas suplai listrik cadangan saat ATS aktif.

Tabel 3 Pengujian Kondisi Baterai dan Inverter

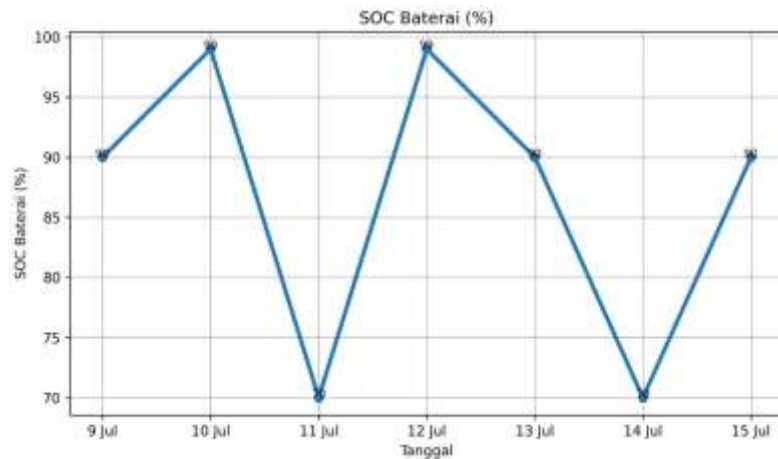
No	Tanggal	Inverter		Baterai		Status Beban
		Frekuensi	Suhu Inverter	Soc baterai	Tegangan Baterai	
1	9 Juli 2026	0,50	36,6 C	90%	13,	ON
2	9 Juli 2026	-	34,2 C	100%	14,2	OF
3	10 Juli 2026	0,53	36,7	99%	13,4	ON
4	10 Juli 2026	-	34,5	100%	13,3	OF
5	11 Juli 2026	0,63	36,8	70%	13,2	ON
6	11 Juli 2026	-	37,4	100%	144,2	OF
7	12 Juli 2026	0,54	37,4	99%	13,4	ON
8	12 Juli 2026	-	35,6	100%	13,3	OF
9	13 Juli 2026	0,52	38,2	90%	13,2	ON
10	13 Juli 2026	-	34,6	90%	13,2	OF
11	14 Juli 2026	0,68	38,4	70%	13,2	ON
12	14 Juli 2026	-	36,3	100%	144,2	OF
13	15 Juli 2026	0,63	37,7	90%	13	ON
14	15 Juli 2026	-	36,8	100%	14,2	OF



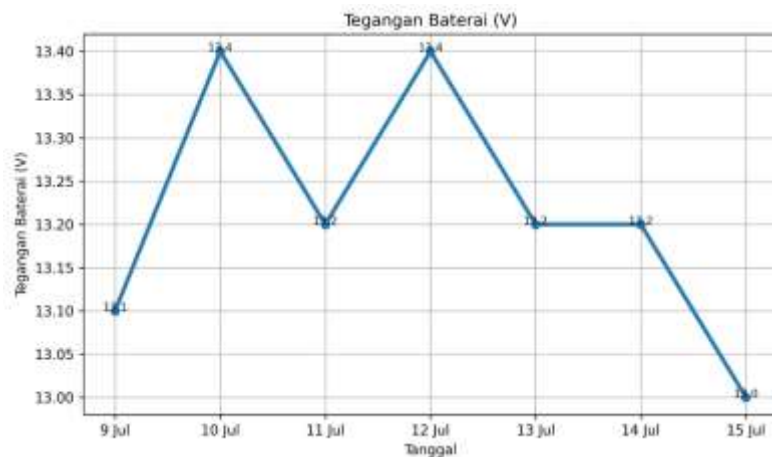
Gambar 11 Grafik Frekuensi Inverter



Gambar 12 Grafik Suhu Inverter



Gambar 13 Grafik SOC Baterai



Gambar 14 Grafik Tegangan Baterai

Pengujian pada Tabel diatas menunjukkan bahwa inverter beroperasi stabil dengan frekuensi 0,50–0,68 dan temperatur kerja 34,2°C–38,4°C tanpa indikasi *overheating* saat menyuplai beban. Pada sisi penyimpanan energi, nilai SOC baterai LiFePO₄ berfluktuasi antara 70% hingga 100% dengan tegangan terminal 13,0–14,4 V, mengikuti dinamika siklus pengisian dari modul surya (*beban OFF*) dan pengosongan saat pemadaman (*beban ON*). Hasil ini membuktikan bahwa integrasi baterai dan inverter mampu menjaga kontinuitas pasokan daya cadangan secara andal bagi beban komputer perkantoran.

3.5 Pengujian Waktu Perpindahan Dan Lama Backup

Pengujian komparatif antara sistem PLTS dan genset dilakukan untuk mengevaluasi kecepatan perpindahan daya (*transfer time*), durasi *backup*, konsumsi energi, serta tingkat kebisingan saat pemadaman listrik PLN. Data pengukuran langsung dianalisis secara deskriptif guna membandingkan keandalan teknis kedua sistem dalam menjaga kontinuitas suplai beban komputer serta dampaknya terhadap lingkungan kerja perkantoran.

Tabel 4 Pengujian Waktu Perpindahan dan Lama Backup

No	Sumber Daya	Waktu Perpindahan	Jeda Suplai	Lama Backup	Dampak Lingkungan
1	Genset	19.00 WIB	15.200 MS	1,30 Jam	Kebisingan (82,8 DB)
2	Genset	20.30 WIB	8.500 MS	1,20 Jam	Kebisingan (88,6 DB)
3	PLTS	19.00 WIB	7 MS	1, 17 Jam	-
4	PLTS	20.30 WIB	16 MS	1, 19 Jam	-

Data pada Tabel 4.16 menunjukkan bahwa sistem PLTS memiliki kecepatan peralihan daya yang jauh lebih unggul dibandingkan genset, dengan jeda suplai hanya 7–16 ms berbanding 8,5–15,2 detik pada genset. Kecepatan dalam orde milidetik ini menjaga kontinuitas suplai daya beban sensitif secara instan. Durasi *backup* baterai PLTS (1,17–1,19 jam) relatif setara dengan daya tahan genset kapasitas 1 liter (1,20–1,30 jam), dengan deviasi selisih yang sangat tipis (0,6–7,8 menit). Dari sisi lingkungan, sistem PLTS beroperasi senyap (0 dB) tanpa emisi gas buang, sedangkan genset menghasilkan kebisingan tinggi mencapai 82,8–88,6 dB, sehingga sistem PLTS berbasis ATS terbukti lebih andal, efisien, dan ramah lingkungan bagi perkantoran.

4. KESIMPULAN

Sistem ATS berbasis PLC FX3U-24MT dan SSR berhasil dirancang untuk mengalihkan pasokan daya secara otomatis dari PLN ke PLTS cadangan tanpa intervensi manual. Berdasarkan hasil pengujian sistem pada Tabel 4 total waktu pengalihan (*total transfer time* / jeda suplai sistem) yang dihasilkan berkisar antara 7–16 ms. Kecepatan transisi ini berada di bawah batas ketahanan catu daya (*hold-up time*) komputer kantor (16–20 ms), sehingga terbukti secara empiris mampu mencegah restart dan mengamankan integritas data digital saat pemadaman PLN terjadi. Meskipun demikian, sistem ini berfungsi sebagai pelengkap kontinuitas daya dan tidak menggantikan UPS secara penuh karena perbedaan mekanisme *hold-up energy* kapasitif internal UPS. Selain itu, sistem PLTS terbukti jauh lebih ramah lingkungan dibandingkan genset karena beroperasi tanpa emisi gas buang dan bebas kebisingan (0 dB berbanding 82,8–88,6 dB pada genset).

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak Reza Rahmadian, S.ST., M.EngSc. selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan masukannya, serta Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Fakultas Vokasi Universitas Negeri Surabaya atas dukungan fasilitas laboratorium. Penulis juga berterima kasih kepada manajemen CV. Archimeka Konsultan Surabaya atas izin dan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan pengujian lapangan.

REFERENSI

1. R. Septiawan and N. KN, "Uninterruptible Power Supply (UPS) Portabel Sebagai Cadangan Daya Berbasis IoT Pada Smart Home," J. Teknol. Inf., vol. 12, no. 2, pp. 101–110, 2023.
2. Sulistiyanto, S., Najihuddin, A., Riyanto, A., Hidayatullah, T., & Basri, M. (2021). Pelatihan Pembuatan Payung Solar Cell. *Jurnal Abdimas Berdaya: Jurnal Pembelajaran, Pemberdayaan dan Pengabdian Masyarakat*, 4(02), 120–127, doi: 10.30736/jab.v4i02.130.
3. M. Y. Sukoco, N. Kholis, I. Ummah, and J. W. Leksono, "Rancang Bangun Sistem Control Automatic Transfer Switch (ATS) Yang Terintegrasi Instalasi PLN Dan Solar Cell Berbasis Programable Logic Controller (PLC)," Elconika: J. Tek. Elektro, vol. 2, no. 1, pp. 15–22, 2023, doi: 10.33752/elconika.v2i1.5292.
4. N. Darmanto et al., "Design and Development of Automatic Transfer Switch System, Energy Saving Emergency Panel," J. Phys.: Conf. Ser., vol. 1517, no. 1, p. 012015, 2020.

5. M. G. Pac, D. Pabiban, and F. A. C. Betty, "Rancang Bangun Solar Home System (SHS) dengan Penerapan Automatic Transfer Switch (ATS) sebagai Sumber Energi Listrik Rumah Tinggal," *J. Tek. Energi*, vol. 14, no. 1, pp. 30–38, 2025.
6. A. Fakhri, M. Nasir, and Adrianti, "Design of PLC-Based Automatic Transfer Switch Control System for Electricity Supply from Solar, Wind, Battery, and Grids," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 15, no. 2, pp. 112–121, 2025.
7. R. J. Sianturi, L. Jasa, and I. N. Setiawan, "Rancang Bangun Prototype Automatic Transfer Switch dengan Interlock System untuk Peralihan Daya Antara Inverter (PLTS Off-Grid) dan PLN," *RIGGS: J. Artif. Intell. Digit. Bus.*, vol. 4, no. 4, pp. 1655–1667, 2025, doi: 10.31004/riggs.v4i4.3695.
8. D. S. Yanaratri, Irianto, P. N. Cahyani, R. Rakhmawati, A. F. Adila, and Sutedjo, "Solid State Relay Untuk Automatic Transfer Switch CCTV Untuk Pemantauan Di Perpustakaan," in *Semin. Nas. Terap. Ris. Inov. (SENTRINOV) Ke-10*, vol. 10, no. 1, 2024, pp. 145–152.
9. J. E. Siswanto and E. Rahayu, "Analisa Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluar Dan Efisiensi Pada Panel Surya," *J. INOVATOR*, vol. 7, no. 2, pp. 72–77, 2024, doi: 10.37338/inovator.v7i2.391.
10. E. Syah, A. Asri, and A. Bintoro, "Analisa Pengaruh Perubahan Suhu Terhadap Tegangan Panel Surya Jenis Mono Crystalline Kapasitas Daya 50 Wp," *J. Energi Elektr.*, vol. 11, no. 1, p. 22, 2022, doi: 10.29103/jee.v11i1.8260.
11. O. S. H. Saleh, K. S. H. Saleh, and I. I. Abdallah, "An Overview on Photovoltaic System," *IRASD J. Energy Environ.*, vol. 5, no. 2, pp. 76–100, 2024, doi: 10.52131/jee.2024.0502.0046.
12. F. Shaik, S. S. Lingala, and P. Veeraboina, "Correction: Effect of various parameters on the performance of solar PV power plant: a review and the experimental study," *Sustainable Energy Res.*, vol. 12, no. 1, 2025, doi: 10.1186/s40807-025-00180-0.
13. M. Cahyono and M. Rezaputra, "Perancangan Sistem Kontrol Otomatis Press Roll Berbasis PLC Mitsubishi Type-Q Pada Building Tire Machine," *Indones. J. Eng. Technol. (INAJET)*, vol. 3, no. 2, pp. 65–72, 2021.
14. A. Setiawan, W. Sunanda, and G. R. Fajar, "Perancangan Sistem Automatic Transfer Switch (ATS) Menggunakan Programmable Logic Control (PLC) Berbasis Zelio Soft 2," *J. Ecotiops*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9, 2021.
15. A. I. Fathuddin and A. Ma'arif, "Sistem Kendali Automatic Transfer Switch (ATS) Menggunakan PLC Schneider Zelio Logic Smart Relay," *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 15–22, 2021.
16. E. Faizal, Y. A. Winoko, M. S. Mustapa, and M. Kozin, "Solar Charger Controller Efficiency Analysis of Type Pulse Width Modulation (PWM) and Maximum Power Point Tracking (MPPT)," *Asian J. Sci. Eng.*, vol. 1, no. 2, p. 90, 2023, doi: 10.51278/ajse.v1i2.546.