

Evaluasi Kinerja Automatic Transfer Switch Berdasarkan Waktu Switching Dan Stabilitas Tegangan Pada Sistem PLTS 24 Volt

Erri Prawono¹, Rika Noverianty¹, Taufi¹, Feby Ardianto^{1*}

¹Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang
feby_ardianto@um-palembang.ac.id

Abstrak— Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 24-volt merupakan salah satu solusi penerapan energi terbarukan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, terutama untuk kebutuhan listrik skala rumah tangga maupun beban kecil. Namun, suplai daya dari PLTS sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari dan kondisi cuaca, sehingga sering mengalami fluktuasi yang dapat mengganggu kontinuitas suplai listrik. Untuk menjaga ketersediaan energi agar tetap stabil, dibutuhkan perangkat pengalih daya otomatis yang mampu bekerja secara cepat dan andal. Automatic Transfer Switch (ATS) digunakan dalam sistem ini karena berfungsi memindahkan beban dari sumber utama ke sumber cadangan, atau sebaliknya, secara otomatis tanpa menimbulkan gangguan berarti pada beban. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja ATS pada PLTS 24 volt dengan meninjau tiga aspek utama, yaitu kecepatan waktu switching, kestabilan tegangan, serta keandalan arus selama proses perpindahan sumber. Pengujian dilakukan dengan menggunakan osiloskop dan multimeter digital untuk merekam parameter listrik, meliputi tegangan, arus, serta bentuk gelombang sebelum dan sesudah perpindahan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ATS mampu bekerja dengan waktu switching 8 hingga 15 milidetik, menjaga kestabilan tegangan dan arus, serta mengembalikan bentuk gelombang ke kondisi normal dalam waktu singkat. Temuan ini membuktikan bahwa ATS memiliki tingkat responsivitas dan keandalan yang tinggi sehingga mampu menjaga kontinuitas suplai listrik pada sistem PLTS 24 volt tanpa terjadi gangguan yang signifikan.

Kata Kunci— PLTS 24 Volt, Automatic Transfer Switch, switching, kestabilan, keandalan.

DOI: 10.22441/jte.2026.v17i2.008

I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan kebutuhan pokok yang sangat penting dalam menunjang berbagai aktivitas masyarakat, mulai dari rumah tangga hingga sektor industri [1]. Seiring meningkatnya digitalisasi dan ketergantungan terhadap listrik, ketersediaan energi yang stabil dan berkelanjutan menjadi hal yang krusial [2]. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu alternatif energi terbarukan yang semakin banyak digunakan, terutama di Indonesia yang memiliki potensi energi matahari melimpah sepanjang tahun [3]. Keunggulan

PLTS adalah ramah lingkungan dan hemat biaya operasional, namun memiliki keterbatasan karena hanya efektif saat siang hari dan bergantung pada kondisi cuaca [4].

Untuk menjaga kontinuitas pasokan listrik, sistem PLTS umumnya dikombinasikan dengan sumber cadangan seperti jaringan PLN atau genset [5]. Perpindahan dari PLTS ke sumber cadangan dapat dilakukan secara manual, tetapi berisiko menimbulkan jeda yang mengganggu stabilitas suplai listrik, khususnya pada peralatan sensitif. Oleh karena itu, diperlukan perangkat pengalih otomatis yang mampu bekerja cepat dan andal, yaitu *Automatic Transfer Switch* (ATS) [6].

ATS berfungsi sebagai saklar otomatis yang memindahkan beban ke sumber cadangan ketika suplai utama terganggu. Kinerja ATS dinilai dari kecepatan waktu transfer (*transfer time*) dan keandalan operasional dalam menjaga kestabilan tegangan serta arus selama proses perpindahan [7]. Pada sistem PLTS 24 Volt, yang banyak diterapkan di skala rumah tangga, kualitas kinerja ATS sangat menentukan agar suplai listrik tetap stabil meskipun terjadi gangguan atau perubahan sumber energi [8].

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja ATS pada sistem PLTS 24 Volt, dengan fokus pada analisis waktu transfer, keandalan operasional, serta kestabilan tegangan dan arus saat *switching*. Hasil dari pengujian ini diharapkan bisa menjadi masukan bagi pengembangan ATS ke depan, agar lebih cepat, responsif, dan handal dalam berbagai kondisi sistem.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah sistem yang memanfaatkan energi matahari melalui sel surya (fotovoltaik) untuk menghasilkan listrik [2]. Sel surya berbahan semikonduktor mengubah radiasi foton menjadi arus searah (DC), yang kemudian dapat dikonversi menjadi arus bolak-balik (AC) menggunakan inverter agar sesuai kebutuhan beban [9]. Berdasarkan operasionalnya, PLTS terbagi menjadi dua jenis, yaitu on-grid yang terhubung dengan jaringan listrik umum, dan off-grid yang bekerja mandiri dengan bantuan baterai sebagai penyimpanan energi [10]. Meski produksinya dipengaruhi kondisi cuaca, PLTS tetap dianggap sebagai solusi energi terbarukan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Perhitungan kebutuhan daya panel surya ditentukan melalui persamaan yang mempertimbangkan total beban, durasi penyinaran efektif, dan efisiensi sistem.

B. Panel Surya

Panel surya adalah alat yang berfungsi mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek fotovoltaiik [11]. Energi listrik yang dihasilkan berupa arus searah (DC), kemudian bisa disimpan di baterai atau diubah menjadi arus bolak-balik (AC) dengan bantuan inverter agar dapat digunakan untuk peralatan listrik rumah tangga maupun industri [12].

Sel surya bekerja berdasarkan prinsip efek fotovoltaiik, yaitu ketika energi foton dari sinar matahari diserap oleh material semikonduktor [4]. Proses ini membuat elektron berpindah dari pita valensi ke pita konduksi sehingga tercipta beda potensial. Dengan adanya perbedaan muatan antara lapisan tipe-N (negatif) yang kaya elektron dan lapisan tipe-P (positif) yang banyak mengandung hole, terbentuklah medan listrik internal [13]. Jika kedua lapisan tersebut dihubungkan dengan rangkaian eksternal, pergerakan elektron akan menghasilkan arus listrik searah (DC) yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi [9].



Gambar 1. Panel Surya

C. Jenis - Jenis Panel Surya

Panel surya merupakan komponen utama dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya yang berfungsi mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Berdasarkan material dan strukturnya, panel surya dibagi menjadi beberapa jenis yaitu:

1. Monocrystalline Silicon (Mono-Si)

Panel surya jenis ini terbuat dari satu kristal silikon murni. Ciri khasnya adalah warna hitam pekat dan sudut sel yang membulat. Monocrystalline dikenal memiliki efisiensi tinggi, yaitu antara 18–22%. Karena efisiensinya yang tinggi, panel ini cocok digunakan pada area terbatas dan tetap bekerja optimal meskipun intensitas cahaya matahari rendah. Namun, harga panel jenis ini relatif lebih mahal dibanding jenis lainnya [13].

2. Polycrystalline Silicon (Poly-Si)

Panel ini terbuat dari beberapa kristal silikon yang dilebur menjadi satu. Ciri utamanya adalah warna biru cerah dan permukaan yang tampak berkilau tidak rata. Efisiensinya berkisar antara 15–17%, sedikit lebih rendah dari monocrystalline [14]. Kelebihannya adalah harga yang lebih terjangkau, sehingga cocok untuk penggunaan di lahan luas seperti instalasi PLTS skala besar.

3. Thin Film (Amorphous Silicon - a-Si)

Jenis panel ini menggunakan lapisan tipis bahan semikonduktor yang ditempelkan pada permukaan kaca, plastik, atau logam. Panel thin film memiliki efisiensi yang lebih rendah, sekitar 10–12%, namun

sangat ringan, fleksibel, dan murah. Panel ini lebih cocok digunakan untuk aplikasi portabel, atap bangunan komersial, atau permukaan yang tidak rata [15].

D. Inverter

Inverter merupakan perangkat elektronika daya yang berfungsi mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) melalui proses switching pada frekuensi tertentu. Dalam sistem PLTS, inverter berperan penting untuk mengkonversi energi listrik dari baterai menjadi listrik AC yang dapat digunakan peralatan rumah tangga maupun industri [16]. Pada penelitian ini digunakan inverter dengan tegangan masukan 24V DC dan kapasitas daya hingga 3000 Watt, sehingga mampu menghasilkan suplai listrik yang stabil serta mendukung operasional peralatan secara optimal [17].



Gambar 2. Inverter

E. Baterai

Baterai berperan sebagai media penyimpanan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya sebelum energi tersebut digunakan untuk memasok kebutuhan beban [18]. Cara kerjanya mengikuti siklus charge (pengisian) dan discharge (pengosongan) yang dipengaruhi oleh ketersediaan cahaya matahari. Ketika matahari bersinar, baterai akan terisi oleh energi listrik dari modul surya. Sebaliknya, pada malam hari atau saat cuaca mendung, energi yang telah tersimpan dalam baterai digunakan untuk menyuplai daya ke peralatan listrik [19].



Gambar 3. Baterai

F. Automatic Transfer Switch (ATS)

ATS (Automatic Transfer Switch) adalah perangkat otomatis yang digunakan untuk menghubungkan beban dengan dua sumber listrik yang berbeda, yaitu sumber utama dan sumber cadangan [8]. Sistem ini dirancang agar pasokan listrik tetap terjaga meskipun terjadi gangguan atau pemadaman pada sumber utama. Ketika terjadi kegagalan daya dari sumber utama, ATS akan secara otomatis mengalihkan koneksi ke sumber cadangan tanpa perlu campur tangan manusia [20]. Dengan demikian, perangkat ini memastikan kontinuitas suplai listrik ke beban tetap stabil dan andal, serta mencegah gangguan pada peralatan atau sistem yang bergantung pada daya listrik.



Gambar 4. Automatic Transfer Switch

G. Sistem Perpindahan Sumber Energi Listrik

Sistem perpindahan sumber energi listrik berfungsi mengatur aliran daya dari berbagai sumber, seperti PLTS dan PLN, agar kebutuhan beban tetap terpenuhi meskipun sinar matahari tidak selalu tersedia [10]. Automatic Transfer Switch (ATS) menjadi komponen utama karena mampu melakukan perpindahan suplai secara cepat dan otomatis, bahkan dapat dikendalikan mikrokontroler untuk meningkatkan presisi [6]. Dengan mekanisme ini, efisiensi energi dan keandalan pasokan listrik dapat ditingkatkan secara signifikan.

H. Parameter Evaluasi Kinerja ATS

Evaluasi kinerja Automatic Transfer Switch (ATS) pada sistem PLTS 24 V dilakukan untuk menilai keandalan dan efisiensi dalam menjaga kontinuitas suplai daya. Parameter utama yang diamati meliputi waktu transfer switching, stabilitas tegangan dan arus output, bentuk gelombang keluaran, serta perhitungan daya. Waktu transfer diukur menggunakan osiloskop, sedangkan stabilitas tegangan dan arus dianalisis untuk melihat fluktuasi akibat proses switching. Pengamatan bentuk gelombang dilakukan guna mendeteksi adanya noise atau transien, sedangkan perhitungan daya digunakan untuk menilai kestabilan suplai sebelum dan sesudah perpindahan sumber. Analisis menyeluruh terhadap parameter-parameter tersebut memberikan gambaran efektivitas dan keandalan sistem ATS pada PLTS 24V.

Persamaan untuk menghitung waktu transfer adalah:

$$T_{\text{Transfer}} = N_{\text{div}} \times T_{\text{div}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- T_{Transfer} = Waktu transfer (detik atau milidetik)
- N_{div} = Jumlah divisi gangguan pada layar osiloskop
- T_{div} = Skala waktu per divisi (detik/div atau ms/div)

Persamaan perhitungan daya listrik:

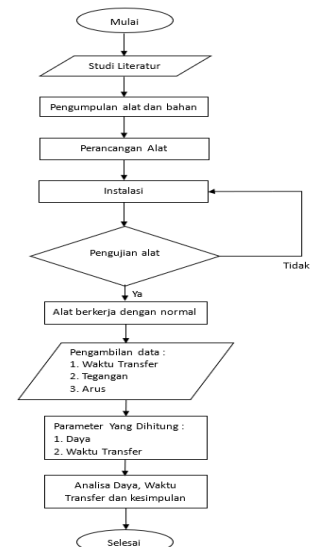
$$P = V \times I \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- P = Daya (Watt)
- V = Tegangan (Volt)
- I = Arus (Ampere)

I. Diagram Flowchat Penelitian

Langkah penelitian ini dapat digambarkan melalui diagram flowchart, seperti terlihat pada Gambar 5 di bawah ini:



Gambar 5. Diagram Flowchat Penelitian

Tahapan penelitian dimulai dengan studi literatur untuk mendapatkan teori dasar mengenai ATS dan PLTS. Selanjutnya dilakukan pengumpulan alat dan bahan seperti panel surya, baterai, inverter, dan ATS. Perancangan sistem dilakukan dengan menyusun skema rangkaian, kemudian dilanjutkan dengan instalasi komponen. Setelah terpasang, sistem diuji untuk memastikan berfungsi normal. Pengambilan data dilakukan dengan mengukur waktu switching, tegangan, dan arus menggunakan osiloskop serta multimeter digital. Data hasil pengukuran diolah untuk menghitung parameter daya dan dianalisis untuk menilai kinerja ATS.

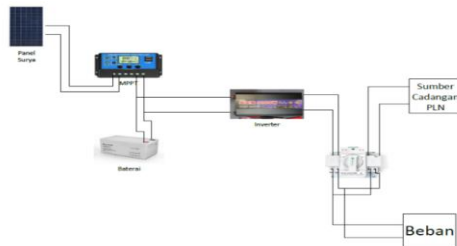
J. Diagram Skema

Diagram skematik ini menggambarkan alur kerja dari sebuah sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) bertegangan 24 volt yang dirancang untuk dapat menyuplai beban listrik secara otomatis, dengan bantuan sistem Automatic Transfer Switch (ATS) untuk memaksimalkan kontinuitas dan efisiensi perpindahan sumber energi listrik.

1. Panel surya (PLTS) menangkap energi matahari dan mengubahnya menjadi arus DC
2. MPPT memastikan panel bekerja di titik daya maksimum dengan dua jalur keluaran ke baterai untuk penyimpanan cadangan dan ke inverter untuk langsung dikonversi ke arus AC
3. Baterai 24V menyimpan energi untuk digunakan saat malam hari atau cuaca mendung
4. Inverter mengubah arus DC dari baterai atau MPPT menjadi arus AC 220V dengan kapasitas interter 3000 W,
5. Automatic Transfer Switch (ATS) mengatur suplai daya jika baterai mencukupi beban disuplai dari

PLTS dan jika baterai lemah otomatis berpindah ke PLN

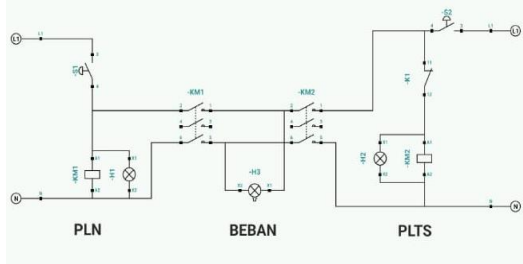
6. Beban listrik seperti lampu kipas dan peralatan rumah tangga tetap mendapat pasokan daya secara kontinu dari PLTS atau PLN



Gambar 6. Diagram Skema

K. Diagram Pengawatan Alat

Automatic Transfer Switch ATS ini dirancang untuk secara otomatis mengalihkan sumber daya listrik dari sumber utama ke sumber cadangan ketika terjadi gangguan pada sumber utama.

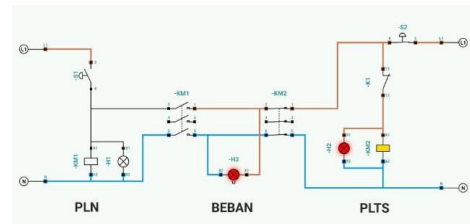


Gambar 7. Diagram Pengawatan *Automatic Transfer Switch*

Gambar 7. menggambarkan keseluruhan skema sambungan sistem Automatic Transfer Switch (ATS) yang menghubungkan dua sumber listrik, yakni PLTS sebagai sumber utama melalui inverter, dan PLN sebagai sumber cadangan, menuju ke beban. Tampak dalam diagram adanya komponen seperti kontaktor dan relay yang berperan dalam proses perpindahan otomatis sumber listrik. Sistem ini dirancang agar dapat secara otomatis beralih ke sumber alternatif jika terjadi gangguan atau pemadaman pada salah satu sumber, sehingga pasokan listrik ke beban tetap terjaga. Desain pengawatan disusun agar bekerja secara optimal, aman, dan efisien.

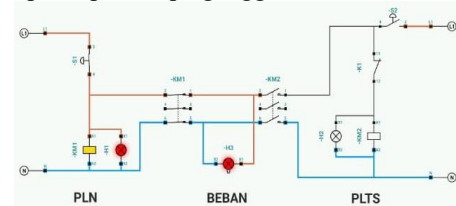
- L. Pengawatan rangkaian kontrol Automatic Transfer Switch (ATS) kondisi terhubung dengan sumber PLTS dan PLN.

Gambar ini menunjukkan situasi ketika PLTS dalam kondisi normal dan masih mampu menyediakan energi melalui inverter. Dalam kondisi ini, kontaktor yang terhubung dengan PLTS dalam keadaan menyala dan menghubungkan jalur listrik dari inverter langsung ke beban. Jalur dari PLN dinonaktifkan secara otomatis. Relay kontrol berada pada posisi default (tertutup), sehingga arus dari inverter dapat langsung masuk ke beban. Lampu indikator pada sisi PLTS juga menyala, menandakan bahwa beban sedang disuplai oleh energi dari PLTS. Semua proses ini berlangsung otomatis tanpa perlu kendali manual.



Gambar 8. Rangkaian Switching kondisi terhubung dengan sumber Inverter

Gambar ini memperlihatkan kondisi ketika PLTS tidak bisa memberikan pasokan listrik, baik karena gangguan atau kapasitas yang tidak mencukupi. Dalam situasi ini, ATS secara otomatis mengalihkan sumber ke jaringan PLN. Kontaktor yang terhubung ke PLN akan aktif dan mengalirkan listrik ke beban, sementara jalur dari PLTS secara otomatis diputuskan agar tidak terjadi arus balik. Indikator lampu pada jalur PLN menyala, menandakan bahwa suplai energi berasal dari PLN. Proses perpindahan ini berlangsung cepat dan stabil, sehingga beban tetap mendapat suplai tanpa gangguan.



Gambar 9. Rangkaian Switching kondisi terhubung dengan sumber PLN

III. HASIL DAN ANALISA

A. Data Pengukuran Perpindahan Automatic Transfer Switch Dengan Beban 450 Watt

Pengujian dan pengukuran ini bertujuan untuk memperoleh data real-time dari kinerja *Automatic Transfer Switch* (ATS) ketika diberi beban dua buah lampu pijar, lampu led, speaker dan kipas angin dengan daya sebesar 450 Watt. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali dimana setiap percobaan dilakukan dalam kurung waktu 15 menit, dengan fokus pada pengamatan nilai tegangan dan arus lonjakan yang muncul saat terjadi perpindahan sumber listrik dari PLTS ke PLN. Hasil pengukuran dapat di lihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Data Pengukuran *Automatic Transfer Switch* Dengan Beban 450 Watt

No	Jam	PLN		PLTS		PLN KE PLTS	
		Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)
1	14:35-14:50	216,4	1,85	220,5	1,85	220,5	1,83
2	14:50-15:05	217,1	1,93	220,6	1,95	220,6	1,91
3	15:05-15:20	219,4	1,92	220,2	1,9	220,5	1,9
4	15:20-15:35	220,5	1,76	220,2	1,92	220,3	1,92
5	15:35-15:50	220,2	1,75	220,2	1,9	220,4	1,92
6	15:50-16:05	219,4	1,83	220,2	1,87	220,3	1,9
7	16:05-16:20	220,5	1,78	220,5	1,91	220,5	1,92

Pengujian Automatic Transfer Switch (ATS) dengan beban tetap sebesar 450 W (dua lampu pijar = 300 W, satu lampu LED = 50 W, speaker = 60 W, dan kipas angin 40 W) menunjukkan respons perpindahan sumber yang cepat dan stabil. Saat suplai dari PLN diputus, ATS secara otomatis beralih ke PLTS. Hasil pengukuran (Tabel 2) memperlihatkan tegangan terendah pada PLN sebesar 216,4 V, yang meningkat menjadi 220,5 V setelah perpindahan ke PLTS, dengan selisih 4,1 V. Arus juga mengalami perubahan kecil, dari 1,55 A pada PLN menjadi 1,56 A pada PLTS, dengan selisih hanya 0,01 A. Perubahan nilai ini masih berada dalam batas normal, sehingga proses switching tidak menimbulkan gangguan pada kinerja beban.

B. Data Pengukuran Automatic Transfer Switch Dengan Bervariasi

Pengujian dan pengukuran ini bertujuan untuk memperoleh data real-time dari kinerja *Automatic Transfer Switch* (ATS) ketika diberi beban bervariasi. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali dimana setiap percobaan dilakukan dalam waktu 15 menit, dengan fokus pada pengamatan nilai tegangan dan arus lonjakan yang muncul saat terjadi perpindahan sumber listrik dari PLTS ke PLN. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Data Pengukuran *Automatic Transfer Switch* Dengan Bervariasi

No	Jam	Beban (W)	PLN		PLTS		PLN KE PLTS		Keterangan
			Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)	
1	10:00-10:15	490	218	2,1	220,7	2,1	220,6	2,12	Rice Cooker + Kipas
2	10:15-10:30	350	220	1,58	220,6	1,56	220,6	1,75	Lampu Pijar 2 + Lampu Led
3	10:30-10:45	290	220	0,66	220,4	0,64	220,8	0,75	TV + Xone + Speaker
4	10:45-11:00	163	219,1	0,75	220,2	0,72	220,4	0,75	Kipas + Charger Laptop
5	11:00-11:15	150	220	0,66	220,4	0,64	220,4	0,69	Lampu Pijar 2
6	11:15-11:30	100	220	0,45	220,2	0,48	220,2	0,49	Kipas
7	11:30-11:45	50	220	0,21	220,5	0,26	220,4	0,28	Lampu LED

Pengujian ATS dengan beban variatif antara 50–490 W (lampu pijar, lampu LED, kipas angin, rice cooker, televisi, dan speaker) menunjukkan kinerja switching yang stabil. Pada kondisi awal suplai berasal dari PLN, kemudian diputus agar ATS beralih otomatis ke PLTS. Hasil pengukuran (Tabel 4.3) memperlihatkan perubahan kecil pada tegangan dan arus. Misalnya, pada beban 390 W, tegangan PLN sebesar 218 V dengan arus 2,1 A, sementara setelah berpindah ke PLTS menjadi 220,6 V dengan arus 2,12 A. Perbedaan ini sangat kecil dan menunjukkan bahwa ATS mampu menjaga kontinuitas suplai daya tanpa menimbulkan gangguan pada beban.

C. Data Pengukuran Waktu Switching *Automatic Transfer Switch* Menggunakan Osiloskop

Pengujian waktu transfer dilakukan menggunakan osiloskop untuk mengetahui seberapa cepat ATS merespons perpindahan dari PLTS ke PLN dan sebaliknya. Hasil pengujian gelombang osiloskop dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3 Hasil Pengukuran Menggunakan Osiloskop

No	Arah Perpindahan	Skala Waktu	Durasi transisi	Keterangan
1	PLTS Ke PLN	5 ms/div	1.6 div	Sinus ke noise stabil
2	PLN Ke PLTS	5 ms/div	3.0 div	Drop sinyal ke PLTS

Pengukuran menggunakan osiloskop menunjukkan bahwa proses switching ATS menghasilkan pola gelombang yang bervariasi pada tiap arah perpindahan. Pada perpindahan PLTS → PLN dengan durasi 1,6 div, gelombang sinus mengalami noise sesaat sebelum kembali stabil. Perpindahan PLN → PLTS dengan durasi sama memperlihatkan penurunan amplitudo (drop sinyal) sebelum normal kembali. Pada perpindahan berikutnya PLTS → PLN, bentuk gelombang juga terganggu sesaat namun cepat stabil kembali. Sedangkan pada PLN → PLTS dengan durasi 3,0 div, muncul overshoot cukup tinggi disertai noise sebelum kembali normal. Secara keseluruhan, waktu switching berada pada rentang 8–15 ms, sehingga kontinuitas suplai tetap terjaga, meskipun overshoot dan noise berpotensi memengaruhi beban yang sensitif.

D. Data Perhitungan Daya

Berdasarkan hasil pengukuran tegangan dan arus pada sistem Automatic Transfer Switch dengan beban sebesar 450 Watt, maka dapat dilakukan perhitungan daya listrik yang dihasilkan selama proses pengujian berlangsung.

$$P=220,5 \text{ V} \times 1,89 \text{ A}=416,745 \text{ Watt}$$

Hasil perhitungan daya dapat dilihat pada tabel 4 berikut:

Tabel 4. Hasil Perhitungan Daya *Automatic Transfer Switch* Dengan Beban 450 Watt

No	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	220,5	1,89	416,745
2	220,6	1,95	430,17
3	220,5	1,9	418,95
4	220,3	1,92	422,976
5	220,4	1,92	423,168
6	220,3	1,9	418,57
7	220,5	1,92	423,36

Setelah dilakukan perhitungan daya pada sistem *Automatic Transfer Switch* dengan beban tetap sebesar 450 Watt, proses analisis kemudian dilanjutkan dengan menghitung daya pada kondisi beban yang bervariasi, maka dapat dilakukan perhitungan daya listrik yang dihasilkan selama proses pengujian berlangsung.

$$P=220,6 \text{ V} \times 2,12 \text{ A}=476,672 \text{ Watt}$$

Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat secara lengkap pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Daya *Automatic Transfer Switch* Bervariasi

No	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	220,6	2,12	476,672
2	220,6	1,75	386,05
3	220,8	0,75	164,85

4	220,4	0,75	165,3
5	220,4	0,69	152,076
6	220,2	0,49	107,898
7	220,4	0,28	61,712

E. Data Hasil Perhitungan Gelombang Osiloskop

Berdasarkan hasil pengukuran Osiloskop pada sistem Automatic Transfer Switch, maka dapat dilakukan perhitungan waktu transfer yang dihasilkan selama proses switching, maka dapat dilakukan perhitungan waktu transfer yang dihasilkan selama proses pengujian berlangsung.

$$T_{\text{Transfer}} = 1.6 \text{ div} \times 5 \text{ m/div} = 8 \text{ ms}$$

Hasil perhitungan waktu transfer dapat dilihat pada tabel 4.7 sebagai berikut:

Tabel 6 Hasil Perhitungan Waktu Transfer ATS

No	Arah Perpindahan	Skala Waktu	Durasi transisi	Waktu Transfer	Keterangan
1	PLTS Ke PLN	5 ms/div	1.6 div	8 ms	Sinus ke noise stabil
2	PLN Ke PLTS	5 ms/div	3.0 div	15 ms	Drop sinyal ke PLTS

F. Hasil Dan Analisa

Pengujian ATS pada sistem PLTS 24 V menunjukkan kinerja yang baik dan andal. Pada beban konstan 450 W maupun beban variatif hingga 390 W, perubahan tegangan ($\pm 4,1$ V) dan arus ($\pm 0,01$ A) saat switching sangat kecil dan tidak memengaruhi performa beban. Waktu perpindahan tercatat cepat, yaitu sekitar 8 ms (PLTS $\rightarrow$ PLN) dan 15 ms (PLN $\rightarrow$ PLTS).

Hasil osiloskop memperlihatkan adanya gangguan singkat berupa noise dan drop sinyal, namun bentuk gelombang segera kembali normal sehingga kontinuitas suplai listrik tetap terjaga. Secara keseluruhan, ATS terbukti mampu melakukan switching secara otomatis dengan cepat, stabil, dan menjaga ketersediaan suplai listrik ketika sumber utama mengalami gangguan.

IV. KESIMPULAN

Automatic Transfer Switch (ATS) pada sistem PLTS 24 Volt terbukti mampu bekerja secara cepat dan andal dalam menjaga kontinuitas suplai daya listrik. Waktu switching berada pada rentang 8–15 ms dengan fluktuasi tegangan dan arus yang masih dalam batas normal. Gangguan sesaat pada bentuk gelombang segera kembali stabil, sehingga ATS efektif digunakan sebagai sistem pengalih daya otomatis pada PLTS skala rumah tangga.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Ayu, F. Sugiono, P. Diah Larasati, D. Eriko, and A. Karuniawan, "Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya Terhadap Potensi Pemanfaatan Plts Rooftop Bengkel Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang," vol. 01, no. 01, pp. 1–8, 2022, [Online]. Available: <https://www.helioscope.com/>
- [2] J. Sambaliung No, K. Samarinda Ulu, K. Samarinda, and K. Timur, "Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif," *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, vol. 5, no. 2, pp. 79–87, 2021.
- [3] A. Gifson, M. Rt Siregar, and M. P. Pambudi, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ON GRID DI Ecopark Ancol."
- [4] Irawati and Aris Nurwanto, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Dengan Sistem Kontrol Automatic Transfer Switch (ATS) dan Optimalisasi Kapasitas Baterai," Indonesia, Jan. 2023.
- [5] S. Han, S. Gatot, J. Susetyo, and A. Hadi Permana, "Solar Power Plant Design Using Automatic Transfer Switch on PLN-PLTS Network," *Engineering and Technology Journal*, vol. 9, no. 07, Jul. 2024, doi: 10.47191/etj/v9i07.23.
- [6] Muhammad Baharuddin Arif Aswar and Faisal Mahmuddin, "Perancangan Automatic Transfer Switch (ATS) Pembangkit Listrik Hybrid Panel Surya dan Generator untuk Bagan Apung," *Jurnal Penelitian Enjiniring*, vol. 25, no. 2, pp. 141–148, Aug. 2022, doi: 10.25042/jpe.112021.09.
- [7] Arif Fitriansyah, "Rancang Bangun Panel Automatic Transfer Switch (ATS) Berbasis Sensor Tegangan Pada PLTS Semi Hybrid PLTB," Aug. 2024.
- [8] Demeianto Bobby and Ilmal Yaqin, "Rancang Bangun Panel Automatic transfer Switch (ATS) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Catu Daya Kincir Air Pada Tambak Perikanan," Indonesia, Sep. 2022.
- [9] F. Mayasari et al., "Pengenalan Panel Surya sebagai Salah Satu Sumber Energi Terbarukan untuk Pembelajaran di SMA Negeri 1 Takalar," 2022.
- [10] S. Keran and A. Nugraha, "Sistem Switching pada Automatic Transfer Switch (ATS) menggunakan Arduino UNO," *JURNAL SURYA ENERGY*, vol. 7, no. 2, May 2023, doi: 10.32502/jse.v7i2.5756.
- [11] Bayu Rudiyanto, Risse Entikaria Rachmanita, and Azamataufiq Budiprasojo, "Dasar-Dasar Pemasangan Panel Surya," Jun. 2023.
- [12] Ahmad Syukron Ma'mun, "Optimalisasi Kinerja Panel Solar Photovoltaic (Spv) Menggunakan Reflector Pada Solar Home System," 2021.
- [13] Darno, Yohannes M. Simanjuntak, and M. Taufiqurrahman, "Studi Perencanaan Modul Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts)," 2022.
- [14] Teuku Mizan Sya'rani Denk, T. M. Azis Pandri, and Syukri, "Pengaruh Suhu Terhadap Kinerja Panel Surya: Literature Review," *Aceh Journal of Electrical Engineering and Technology*, vol. 5, 2025.
- [15] Dahliya, S. Samsurizal, and N. Pasra, "Efisiensi Panel Surya Kapasitas 100 Wp Akibat Pengaruh Suhu Dan Kecepatan Angin," *SUTET*, vol. 11, no. 2, pp. 71–80, Dec. 2021, doi: 10.33322/sutet.v11i2.1551.
- [16] R. Lastry Rajagukguk, D. Damaris Br Bangun, D. Agave Manurung, D. Kurniawan, and J. Agustina Purba, "Kajian Inverter Pure Sine Wave Terhadap Beban Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 100 WP," sumatra utara,

- Aug. 2023. [Online]. Available: <http://ojs.polmed.ac.id/index.php/Sinergi/index>
- [17] Rimbawati and Agung Tajali Ramadhan, "Perancangan Automatic Transfer Switch Berbasis Zelio (Aplikasi Pada PLTS Pematang Johar)," *Teknik Elektro*, vol. 4, Jul. 2021.
- [18] Mario Roal, "Peningkatan Efisiensi Energi Menggunakan Baterai Dengan Kendali Otomatis Penerangan Ruang Kelas Berbasis PLTS," vol. 7, 2020.
- [19] Yosi Apriani, Z. Saleh, and W. A. Oktaviani, "Automatic Transfer Switch (ATS) Berbasis Sensor Tegangan Baterai Untuk PLTS," Indonesia, Jan. 2023.
- [20] M. A. H. Prastya and B. Purwahyudi, "Prototype of Automatic Transfer Switch (ATS) for Solar Power Plant Based on Arduino Uno," *JEECS (Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences)*, vol. 8, no. 1, pp. 1–8, Jun. 2023, doi: 10.54732/jeeecs.v8i1.1.