



Sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) Terintegrasi PLN-Panel Surya Berbasis *Time Delay Relay* (TDR) untuk Beban Ruang Praktik Siswa

Mohammad Wahyudin^{1*}, Edy Sumarno², Sunardi³, Kartika Sekarsari⁴

¹⁻⁴ Prodi Teknik Elektro, Universitas Pamulang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: Mohwahyudin245@gmail.com¹

Abstract. *The availability of electrical energy is one of the important factors during learning activities. However, because the electrical system can be said to be very complicated, starting from the generator center all the way to the consumer, there will most likely be a disruption that causes the flow of power to the consumer to be cut off. One of the factors that affect includes environmental factors, maintenance and other factors, so that the learning process is slightly hampered. The purpose of this research is to maintain electricity supply by automatically switching sources and utilizing renewable energy as a reserve for lighting students' practice rooms. Therefore, a system is needed that automatically regulates the switching of primary sources to backup sources. Automatic Transfer Switch or ATS is a device that automatically switches the main power source from PLN to a backup source such as solar panels by setting the time using Time Delay Relay (TDR). TDR functions to regulate the duration of the power source change operation to meet load needs, especially on small loads such as student practice rooms with a voltage of 220 Volts in one language. The advantage of this system is that it is able to automatically switch electricity supply between PLN and Solar Panels with a controlled time lag. The research method involves the installation of electrical panels and Solar Panels using Solar Charger Controller or SCC, Inverter devices. At the time of the study, the adjustment of the TDR setting to set the time lag on the ATS. SCC settings are carried out to obtain Inputs and Outputs in the optimal battery charging process where the measurement results show that When the load of the incandescent lamp is increased from 50Watt to 300Watt, the current increases from 4.47A to 25.2A, while the voltage decreases from 11.7V to 9.8V. In conclusion, the greater the load, the solar panel voltage decreases and the current increases. The results of the study show that the implementation of the automatic transfer switch system is able to automatically switch the electricity supply between PLN and Solar Panels with a controlled time lag.*

Keywords: *ATS, Inveter, Light intensity, Solar Panel, TDR*

Abstrak. Ketersediaan energi listrik adalah salah satu faktor penting selama kegiatan pembelajaran. Namun, karena sistem listrik dapat dikatakan sangat rumit, mulai dari pusat generator sampai ke konsumen, kemungkinan besar akan ada gangguan yang menyebabkan aliran daya ke konsumen terputus. Salah satu faktor yang mempengaruhi diantaranya faktor lingkungan, *maintenance* dan faktor lainnya, sehingga proses pembelajaran sedikit terhambat. Tujuan penelitian ini yaitu menjaga pasokan listrik dengan mengalihkan sumber secara otomatis dan memanfaatkan energi terbarukan sebagai cadangan untuk penerangan ruang praktek siswa. Maka diperlukan sebuah sistem yang mengatur peralihan sumber utama ke sumber cadangan secara otomatis. *Automatic Transfer Switch* atau ATS adalah perangkat yang secara otomatis mengalihkan sumber listrik utama dari PLN ke sumber cadangan seperti panel surya dengan pengaturan waktu menggunakan *Time Delay Relay* (TDR). TDR berfungsi mengatur durasi operasi pergantian sumber listrik untuk memenuhi kebutuhan beban, khususnya pada beban kecil seperti ruang praktik siswa dengan tegangan 220 Volt satu fasa. Keunggulan sistem ini mampu mengalihkan suplai listrik secara otomatis antara PLN dan Panel Surya dengan jeda waktu yang terkontrol. Metode penelitian melibatkan instalasi panel listrik dan Panel Surya menggunakan perangkat *Solar Charger Controller* atau SCC, *Inverter*. Pada saat penelitian berlangsung, Penyesuaian pengaturan TDR untuk mengatur jeda waktu pada ATS. Pengaturan SCC dilakukan untuk memperoleh *Input* dan *Output* pada proses pengisian baterai yang optimal dimana hasil pengukuran menunjukkan Saat beban lampu pijar dinaikkan dari 50Watt ke 300Watt, arus meningkat dari 4,47A menjadi 25,2A, sedangkan tegangan menurun dari 11,7V menjadi 9,8V. Kesimpulannya, semakin besar beban, tegangan panel surya menurun dan arus meningkat. Hasil penelitian menunjukkan penerapan Sistem *automatic transfer switch* mampu mengalihkan suplai listrik secara otomatis antara PLN dan Panel Surya dengan jeda waktu yang terkontrol.

Kata Kunci: *ATS, Intensitas Cahaya, Inverter, Panel Surya, TDR*

1. LATAR BELAKANG

Automatic transfer switch (ATS) adalah peralatan sistem yang dapat mengatur pergantian suplai catu daya listrik dari sumber listrik utama dari PLN ke sumber listrik cadangan atau genset yang bekerja secara otomatis dengan mengendalikan pengaturan waktu. (Sadi & Mulyati, 2019) ATS digunakan sebagai alat untuk mengontrol saklar dari pasokan utama ke pasokan cadangan yang diperlukan oleh peralatan listrik saat pasokan utama keluar. Pasokan utama yang dirujuk dalam studi adalah energi listrik dan pasokan cadangan dalam bentuk energi surya. Energi Listrik adalah Sumber utama untuk mengoperasikan perangkat elektronik. Untuk mengatasi pemutusan koneksi layanan daya listrik, pembangkit listrik darurat seperti Panel surya diperlukan sebagai pasokan cadangan atau sumber energi terbarukan lainnya ketika pasokan dari PLN tidak tersedia. Sebagai *Control* ketika panel surya mengambil alih pasokan listrik ke beban atau sebaliknya, sebuah sistem *Control* dibutuhkan yang dapat bekerja secara otomatis untuk menjalankan peralatan elektronik ketika ada pemadaman dari PLN atau sebaliknya (Rinaldi, 2022).

Studi ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis Panel surya yang digunakan untuk memuat detailnya di RPS SMK N 1 Cikande. Hal ini dikarenakan banyaknya gangguan pada sumber listrik di PLN, misalnya tegangan yang tidak stabil bahkan pemadaman dikarenakan (*maintenance*). Desain Panel surya yang akan dirancang melibatkan sumber listrik yaitu suplai PLN. Desain Panel surya ini juga dilengkapi dengan penggunaan saklar *Automatic transfer switch* (ATS) yang bertujuan untuk memfasilitasi *transfer* sumber listrik dengan cara otomatis. Ketika sumber listrik utama terganggu menyebabkan pemadaman, ATS akan bekerja dengan memindahkan posisi pasokan ke suplai cadangan.

Pemakaian ATS diperlukan suatu sistem *Control* yang dapat beroperasi secara otomatis untuk menjalankan genset saat terjadi pemadaman listrik dari PLN sebagai *Control* saat genset mengambil alih penyediaan tenaga listrik ke beban atau sebaliknya. *Control* otomatis tersebut biasanya disebut *Automatic transfer switch* (ATS) yang berguna untuk mendeteksi dan memindahkan suplai listrik pada saat mengalami gangguan (Andriyono, 2020).

2. KAJIAN TEORITIS

Kontrol *Automatic transfer switch* merupakan aspek penting dalam sistem kelistrikan di pendidikan untuk menjaga ketersediaan pasokan listrik agar kegiatan belajar tetap berjalan kondusif. Pada penelitian ini, ATS bekerja berdasarkan membaca nilai *output* pada tegangan yang dihasilkan oleh baterai. Setelah nilai tegangan *output* dibaca oleh sensor tegangan, *control* ATS (fungsi MATLAB) akan memberikan persyaratan untuk diteruskan ke *relay*. Fungsi

MATLAB akan menyediakan dua ketentuan untuk memerintahkan dan memilih *relay* yang akan berfungsi. Kondisi yang diatur dalam fungsi MATLAB adalah ketika nilai tegangan yang dikeluarkan oleh baterai adalah antara nilai tegangan 10.8V hingga 13.2V, dan kondisi lainnya adalah saat nilai tegangan dikeluarkan oleh baterai adalah $<10.8V$. (Rinaldi, 2022).

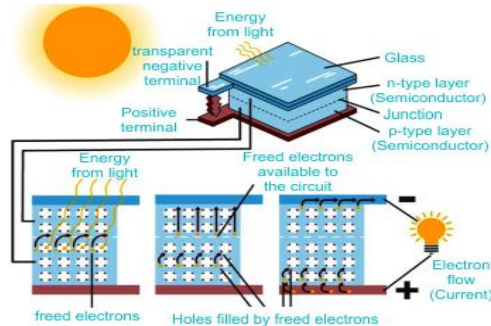
Dimana penelitian ATS Pada studi ini membandingkan hasil pilihan sumber generator yang akan menyediakan pasokan untuk beban, yang bertujuan untuk pemilihan sumber daya listrik, hasil desain generator panel surya dan suplai PLN menggunakan sakelar transfer otomatis (ATS) untuk beban garasi set dan simulasi menggunakan perangkat lunak MATLAB telah terbukti bekerja dengan baik. Dengan hasil dikatakan bahwa prinsip kerja *Control* ATS telah dikatakan sesuai tujuan dan telah berhasil.

Pada pengujian lain dilakukan dengan menggunakan panel surya berkapasitas 100WP sebanyak 2 buah. Pengujian dilaksanakan pada pagi hari hingga sore hari dan mendapatkan hasil intensitas tertinggi mencapai $1544,2 \text{ Watt/m}^2$ dengan arus $0,4A$ dan tegangan sebesar $20,3 \text{ V}$. Dan intensitas matahari terendah berada di angka 355 Watt/m^2 dengan arus $0,2A$ dan tegangannya $19,7 \text{ V}$. Namun apabila diberi beban lampu pijar maka arus akan semakin naik dan tegangan semakin menurun. Beban pertama diberi lampu pijar sebesar 100Watt arus naik menjadi $8,3 \text{ A}$ dan tegangan menurun menjadi $13,02 \text{ V}$. Lampu pijar sebesar 200Watt arus makin naik menjadi $16,9 \text{ A}$ dan tegangan menurun menjadi $12,38 \text{ V}$. Lampu pijar 300Watt arusnya menjadi $26,8 \text{ A}$ dan tegangan menjadi $12,14 \text{ V}$. Dan terakhir beban lampu pijar 400Watt arusnya menjadi $34,4 \text{ A}$ dan tegangannya menjadi $11,75 \text{ V}$. (Putri, Marausna, & Prasetiyo, 2022).

Selain itu hasil percobaan dimana arus dari tiga pengujian variabel tersebut menunjukkan bahwa intensitas cahaya matahari mempengaruhi tegangan yang dihasilkan oleh panel surya 200 Wattpeak , namun tidak mempengaruhi arus yang dihasilkan oleh panel surya. Terlihat pada tabel 3 dimana pada saat intensitas cahaya mencapai titik tertinggi $1480,4 \text{ W/m}^2$ mendapatkan tegangan $20,4 \text{ Volt}$ dan arus $0,4 \text{ A}$. Namun Ketika intensitas cahaya berada di titik terendah yaitu 355 W/m^2 mendapatkan tegangan $19,7 \text{ V}$ dan arus $0,2 \text{ A}$ dimana perbedaan intensitas cahaya dari titik tertinggi hingga terendah mencapai $1125,4 \text{ W/m}^2$ pada arus hanya berbeda $0,2 \text{ A}$ dan pada tegangan berbeda $0,7 \text{ V}$. Tebal 2.2 dibawah merupakan hasil percobaan pengujian (Usman, 2020).

Cara kerja panel surya didasarkan pada efek *photovoltaic*. Lapisan tipe-N tipis dan transparan. Lapisan tipe-P tebal. Ketika sinar matahari mengenai lapisan tipis tipe-N, gelombang cahaya menembus hingga ke lapisan tipe-P. Energi dari foton dalam gelombang cahaya penting bagi molekul dan atom di sambungan NP yang mengakibatkan pelepasan

pasangan elektron. Elektron dilepaskan dari material tipe-N dan lubang terbentuk di material tipe-P. Elektron adalah muatan negatif dan lubang adalah muatan positif. Konstruksi dan cara kerja sel surya ditunjukkan pada gambar 1 di bawah ini (Solutions, 2025).



Gambar 1. Prinsip Kerja Panel surya

Ketika rangkaian listrik eksternal selesai dengan menghubungkan elektroda ke beban, *elektron* mengalir dalam rangkaian eksternal tertutup dari terminal tipe-N (-) ke terminal tipe-P (+). Arah arus adalah dari terminal +ve (tipe-P) ke terminal -ve (tipe-N) di rangkaian eksternal.

Daya *Input* dari panel surya adalah intensitas cahaya matahari (Watt/m^2) dan luas penampang panel surya (m^2). Untuk menentukan daya keluaran panel surya menggunakan rumus:

$$P_{in} = I \times A$$

Dengan

$$P_{in} = \text{Daya yang masuk pada panel surya (watt)}$$

$$I = \text{Intensitas cahaya (w/m}^2\text{)}$$

$$A = \text{Luas penampang panel surya (m}^2\text{)}$$

Daya yang dihasilkan modul surya adalah sama dengan hasil kali arus dan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya

$$P_{out} = V \times I$$

Catatan :

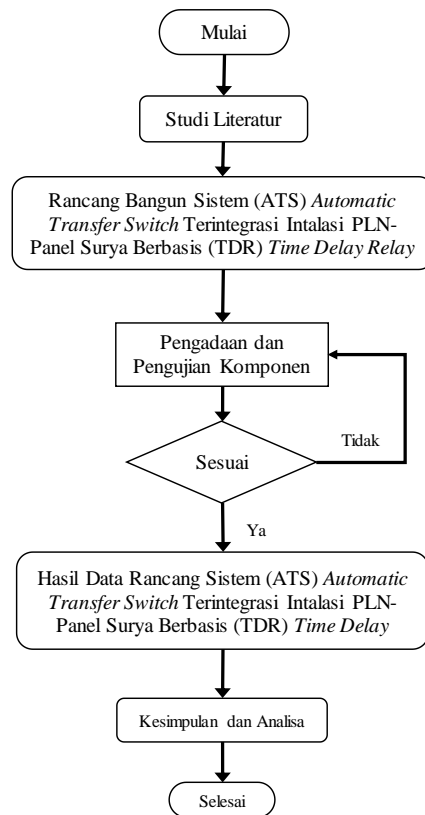
$$P_{out} = \text{Daya keluaran panel surya (watt)}$$

$$V = \text{Tegangan (Volt)}$$

$$I = \text{Arus (Ampere)}$$

3. METODE PENELITIAN

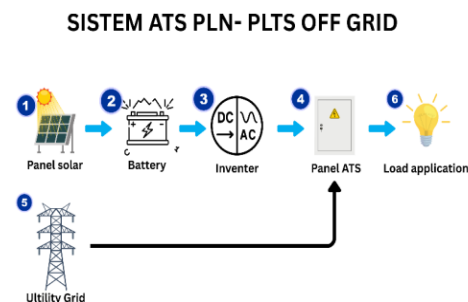
Metode penelitian kualitatif yang digunakan dalam sistem ATS (*Automatic transfer switch*) Terintegrasi Instalasi PLN-Panel Surya berbasis TDR (*Time Delay Relay*).



Gambar 2. Flowchart Penelitian

Desain Sistem

Pembuatan *wiring* diagram menggunakan *software Microsoft Visio*. Dibawah ini akan dibuat *wiring* diagram yang memenuhi kriteria alat yang dibutuhkan.



Gambar 3. Sistem ATS PLN - PLTS

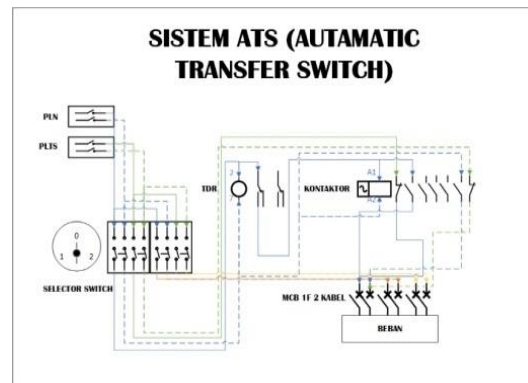
Pada gambar 3 merupakan alur sistem ATS PLN-PLTS. Dimana pada panel surya menangkap radiasi matahari dan mengkonversi menjadi listrik DC (*Direct Current*) kemudian di salurkan ke aki serta *Inverter* dan mengonversinya kembali dari arus DC menjadi AC (*Alternating Current*) kemudian di salurkan ke rangkaian ATS. Kemudian selain dari PLTS

sebagai sumber AC, sumber utama PLN langsung menuju ke panel *Automatic Transfer Switch* (ATS).



Gambar 4. Sistem Rangkaian PLTS

Gambar 4 diatas merupakan sistem rangkaian PLTS dimana panel surya menerima cahaya radiasi kemudian mengonversinya ke arus DC. Arus DC menuju aki melewati *Solar Charge Controller* (SCC) kemudian arus DC di konversi menjadi arus AC melalui *Inverter*.



Gambar 5. Wiring Diagram Sistem Automatic Transfer Switch (ATS)

Gambar 5 diatas merupakan *wiring diagram Automatic Transfer Switch* (ATS) pada saat *selector switch* diputar ke arah otomatis maka rangkaian bekerja secara otomatis dengan pengendali NO (1-3) TDR. Dimana kontak NO (13-14/43-44) pada kontaktor berubah menjadi NC pada saat itu arus mengalir ke beban (lampu). Pada saat ada pemadaman listrik sumber utama PLN maka Sumber PLTS sebagai sumber cadangan langsung membackup dengan setingan waktu yang telah di tentukan. Kemudian pada saat *selector switch* diputar pada posisi manual. Rangkaian bekerja secara manual dimana seseorang harus menaikkan MCB secara manual hal ini di lakukan jika ada *maintenance* baik dari sumber listrik maupun sistem ATS.

Pengambilan data pengujian

Pengujian panel surya dengan kapasitas 100WP ini didapatkan data-data yang sudah di perhitungkan dengan arus, tegangan dan suhu yang di hasilkan paparan cahaya lampu pijar ke panel surya. Pengujian di laksanakan menggunakan lampu pijar 500watt 220Vac dengan jarak 50 Cm dari lampu ke arah panel surya, dengan menggunakan pengaturan *dimmer* dan Intensitas

cahaya serta suhu menggunakan Lux Meter AS803. Pengujian ini menggunakan baterai Aki 12Volt 45Ah. Waktu pengujian pada sore hari di ruang praktek siswa SMK Negeri 1 cikande pukul 15:00 sampai 19:00. Pengambilan data tersebut dengan cara mengatur intensitas cahaya dengan pengaturan *dimmer*, lalu cahaya dan suhu diukur dengan menggunakan lux meter dan keluaran panel surya menggunakan ampere meter dan volt meter yang disambungkan pada keluaran panel surya.

Pengujian Sistem

Pengujian alat untuk mengetahui keberhasilan dari suatu produk maka diperlukan pengujian yang dilakukan antara lain:

1. Pengujian sistem *Automatic Transfer Switch* ATS.
2. Pengujian intensitas cahaya terhadap tegangan dan arus pada panel surya dengan cahaya lampu pijar 500Watt pada jarak 50cm.
3. Pengujian sistem ini menggunakan baterai 12Volt 12Ah.

Analisa Sistem

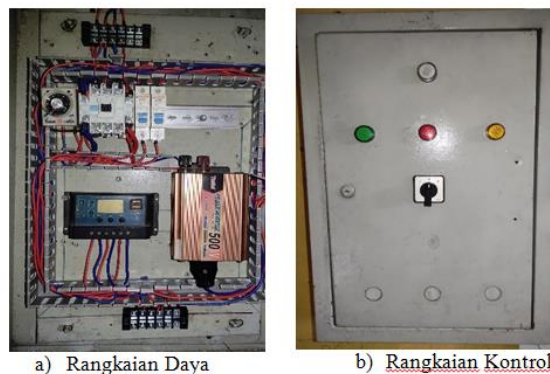
Analisis tentang sistem ATS melibatkan pemahaman tentang cara komponen-komponen ini bekerja bersama untuk mengontrol suatu sistem:

1. Perancangan dan pengujian sistem
Merancang sistem PLTS *off-grid* dengan *Inverter* yang mampu sinkronisasi dengan jaringan PLN.
2. Pengukuran parameter sistem
Mengukur tegangan dan arus keluaran panel surya dengan Intensitas cahaya tertinggi tanpa beban dan menggunakan beban dengan variabel berbeda.
3. Pengolahan dan analisis data
Data intensitas cahaya dikalikan dengan luas panel untuk menghitung potensi energi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Instalasi Panel Listrik *Automatic Transfer Switch* dan Panel Surya

Berikut beberapa tahapan dalam melakukan instalasi panel listrik *Automatic Transfer Switch* dan Panel Surya. Gambar 6 dibawah ini menampilkan beberapa komponen yang akan dipasang dan jalur kabel rangkaian.



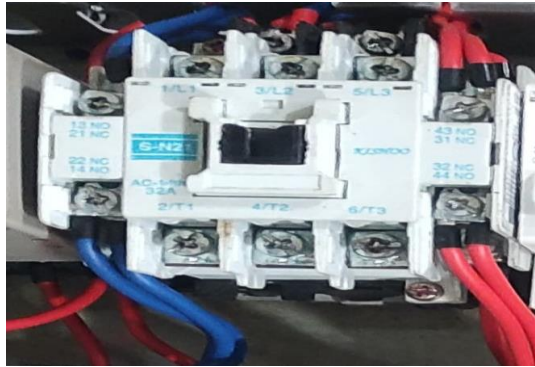
Gambar 6. Panel rangkaian Kontrol dan Daya Sistem

Instalasi *Automatic Transfer Switch* kabel power PLN melalui *Selector switch* kemudian ke Kontak NO (1-3) *Time Delay Relay*. Dapat dilihat pada gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Instalasi Time Delay Relay

Kemudian ke kontak A1 kontaktor dan netral ke A2 kontaktor. Pada panel surya, untuk rangkaian daya ke beban, sumber PLN di sambung ke kontaktor NC (13-14) *phase* dan NC (43-44) *netral*, kemudian *output Inverter 220Vac* dihubungkan ke *selector switch* kemudian ke kontaktor NO (21-22) *phase* dan (41-42) *netral* ke kontaktor yang di gunakan. Seperti gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Instalasi Kontaktor

Kemudian *output* NC dan NO kontaktor di hubungkan dengan terminal blok 600Vac 15A dengan jumlah 2 x 6 menggunakan kabel NYAF 1 x 1,5 mm dengan skun kabel ukuran 1.5 MM seperti di gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9. Instalasi Terminal blok 2x6

Kemudian *output* panel surya ke Input *Solar Charger Controller*, setelah itu *output 1 solar charger controler* ke baterai sebagai pengisian baterai dan *output 2 solar charger controler* ke *input Inverter 12Vdc* kemudian *output Inverter 220Vac* ke kontaktor. Seperti digambar 10 dibawah ini.



Gambar 10. Instalasi Solar Charger controller

Kemudian *output 2 solar charger controler* ke *input Inverter 12Vdc 500 watt* dengan *output Inverter 220Vac* kemudian disambung kontaktor. Seperti digambar 11 dibawah ini.



Gambar 11. Instalasi Inverter 500Watt

Kondisi Normal PLN ON dan OFF pada ATS

Ketika PLN menyala tegangan mengalir dari terminal ke kontak TDR 1-4 setelah itu ke A1 dan A2 kontaktor, berpindah ke kontak 21-22 dan 41-42 kontaktor lalu ke terminal beban sehingga lampu menyala, selain itu panel surya dalam keadaan *standby* mengisi baterai secara otomatis. Ketika PLN padam *Inverter* dalam keadaan ON tegangan mengalir ke kontak 13-14 dan 43-44 kontaktor lalu kemudian ke terminal beban sehingga lampu menyala dengan panel surya dan baterai sebagai sumbernya, kondisi normal PLN ini dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Kondisi Normal PLN On dan Off pada Sistem ATS

Komponen	PLN ON			PLN OFF			Keterangan
	On	Standby	Off	On	Standby	Off	
MCB PLN	✓					✓	Berfungsi
Panel Surya		✓		✓			Berfungsi
Inverter		✓		✓			Berfungsi
Kontaktor	✓				✓		Berfungsi
TDR	✓				✓		Berfungsi
Baterai Charger	✓					✓	Berfungsi
Baterai		✓		✓			Berfungsi
Lampu	✓			✓			Berfungsi

Hasil Daya Keluaran Intensitas, Arus, Tegangan dan Suhu (tanpa beban)

Berikut hasil pengujian keluaran panel surya terhadap Intensitas Cahaya, Tegangan, Arus dan Suhu dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Keluaran Panel Surya

Percobaan	Intensitas Cahaya (W/m ²)	Arus in Batt (A)	Tegangan in Batt (V)	Daya in Panel Surya (Watt) P (V.I)	Suhu (°C)
1	802	0,01	16,2	0,155	34,2
2	1608	0,04	16,8	0,672	34,7
3	2415	0,07	17,1	1,197	35,1
4	3237	0,10	17,4	1,74	35,6
5	3981	0,13	17,6	2,288	36,8
6	4802	0,15	17,8	2,67	37,1
7	5566	0,18	18,0	3,24	37,4
8	6438	0,20	18,1	3,62	37,5
9	7208	0,23	18,2	4,186	37,9
10	8023	0,24	18,4	4,416	38,6
Total	44080	1,35	174,9	24,184	364,9
Rata Rata	4408	0,243	17,49	17,49	36,49
Nilai terendah	802	0,01	15,5	1,55	34,2
Nilai tertinggi	8023	0,24	18,4	11,97	38,6

Berdasarkan tabel 2 diatas dari keempat pengujian variabel tersebut menunjukkan bahwa intensitas cahaya yang dihasilkan lampu pijar mempengaruhi arus yang dihasilkan oleh panel surya 100Wp, namun tidak mempengaruhi tegangan yang dihasilkan oleh panel surya. Terlihat pada tabel 1 dimana saat intensitas tertinggi mencapai 8023 W/m² mendapat suhu 38,6°*Celcius* dengan tegangan yang dihasilkan yaitu 18,4 Volt dan arus 0,24 A. Namun ketika intensitas cahaya lampu pijar berada di titik terendah yaitu 802 W/m² mendapat suhu 34,2°*Celcius* dengan tegangan yang dihasilkan mencapai sebesar 16,1 dan arus 0,01 A dimana perbedaan intensitas cahaya lampu pijar dari titik tertinggi hingga terendah mencapai 7.221 W/m² pada suhu hanya berbeda 4,4°*Celcius*, arus 0,23 A dan tegangan 2.9 Volt.

Hasil Pengujian Tegangan Dan Arus (dengan beban)

Berikut hasil pengujian Tegangan dan Arus dengan beban menggunakan intensitas cahaya tertinggi yaitu 8023 W/m² dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian Tegangan dan Arus dengan beban

Pengujian	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (Watt)
1	11,7	4,47	50
2	11,2	9,42	100
3	10,9	12,1	150
4	10,6	17	200
5	10,1	21,1	250
6	9,8	25,2	300
Total	64,3	89,29	1050
Rata-rata	10,7	14,9	175
Nilai Tertinggi	11,7	25,2	300
Nilai Terendah	9,8	4,47	50
Perbandingan nilai	1,9	20,73	250

Dari hasil tabel 3 Pengujian tersebut menunjukkan bahwa semakin besar beban daya yang digunakan atau watt yang dipakai pada pengujian ini maka semakin kecil tegangan yang dikeluarkan oleh Panel Surya yaitu hanya sebesar 9,8 Volt. dan semakin besar beban digunakan atau watt yang dipakai maka semakin besar juga arus yang dikeluarkan panel surya yaitu sebesar 25,2 A.

Tabel 4. Hasil Pengujian Tegangan dan Arus dengan beban sebesar 50Watt-300Watt

	50W	100W	150W	200W	250W	300W	Rata-Rata
Tegangan	11,7	11,2	10,9	10,6	10,1	9,8	10,7
Arus	4,47	9,42	12,1	17	21,1	25,2	14,9

Pada tabel 4 pengujian Tegangan dan Arus dengan menggunakan beban lampu sebesar 300Watt ini dilakukan pada percobaan 10 dimana intensitas cahaya lampu pijar pada saat itu sebesar 8023 W/m² dan mendapatkan hasil yang tertera pada tabel 4. Dengan pengujian yang dilakukan dengan menggunakan beban ini menghasilkan bahwa arus dan tegangan akan berubah apabila diberi beban. Tegangan akan turun dan Arus akan naik apabila diberi beban pada keluaran panel surya.

Perhitungan Hasil dari Daya yang di Hasilkan

Berdasarkan hasil dari pengukuran tegangan dan arus pada panel surya, maka selanjutnya dilakukan perhitungan daya listrik yang masuk pada panel surya dengan menggunakan persamaan 1.

$$\begin{aligned}
 P_{in} &= I \times A \\
 &= 1,35 \times 0,76 \\
 &= 1,026 \text{ Watt (Per}^{\frac{1}{2}} \text{ Jam)}
 \end{aligned}$$

Dari hasil diatas diperoleh tegangan masuk pada panel surya sebesar 1,026 Watt. ($Per^{\frac{1}{2}} Jam$). Perhitungan daya listrik yang keluar pada panel surya dengan menggunakan persamaan 2:

Tanpa beban:

$$\begin{aligned} P_{out} &= V \times I \\ &= 17,49 \times 0,24 \\ &= 4,197 \text{ Watt } (Per^{\frac{1}{2}} Jam) \end{aligned}$$

Dengan beban 300 Watt

$$\begin{aligned} P_{out} &= V \times I \\ &= 10,7 \times 14,9 \\ &= 159,4 \text{ Watt } (Per^{\frac{1}{2}} Jam) \end{aligned}$$

Berdasarkan data dari pengukuran tegangan dan arus pada panel surya dengan menggunakan beban dan tanpa beban mendapatkan total daya (P) sebanyak 24,18Wh.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melaksanakan penelitian tentang sistem (ATS) *automatic transfer switch* terintegrasi PLN-Panel Surya berbasis (TDR) *time delay relay* untuk beban ruang praktik siswa. maka dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa. Sistem *automatic transfer switch* mampu mengalihkan suplai listrik secara otomatis antara PLN dan Panel Surya dengan jeda waktu yang terkontrol, mencegah terjadinya lonjakan arus atau kerusakan pada sistem penerangan ruang praktek siswa. Pengujian intensitas cahaya lampu pijar 500 Watt menunjukkan variasi intensitas terendah 802 W/m² dan tertinggi 8023 W/m². Tanpa beban, arus keluaran panel surya terendah 0.01 A hingga tertinggi 0,24 A dan tegangan terendah 15,5 Volt hingga tertinggi 18,4 Volt. Arus dan Tegangan panel surya bervariasi secara signifikan, sedangkan dengan beban 300 Watt, tegangan menurun dan arus meningkat.

Saran yang dapat diberikan Saran yang diberikan untuk pengembangan ke depannya yaitu Tambahkan kapasitas baterai atau penyimpanan energi agar suplai listrik Panel Surya tetap stabil saat intensitas cahaya rendah atau malam hari. Serta perluas penerapan sistem ke ruang lain di sekolah atau fasilitas umum yang memerlukan suplai listrik andal dan ramah lingkungan.

DAFTAR DAN REFERENSI

- Aita Diantari, R., Erlina, & Widyastuti, C. (2017). Studi penyimpanan energi pada baterai PLTS. *Jurnal Energi dan Kelistrikan*, 9(2). <https://doi.org/10.33322/energi.v9i2.48>
- Andriyono, D. (2020). *Merancang automatic transfer switch (ATS) PT. SWI Jetty Nusantara* [Skripsi, Universitas Teknologi Yogyakarta].
- Bakhtiar, & Tadjuddin. (2020). Pemilihan solar charge controller (SCC) pembangkit listrik tenaga surya. *Bidang Ilmu Teknik Elektro, Teknik Komputer & Jaringan, Teknik Mekatronika, Telekomunikasi*.
- Fathansyah. (2012). *Basis data* (Edisi revisi). Informatika.
- Felycia, Safaah, E., & Anwar, R. (2022). Rancang bangun sistem ATS (automatic transfer switch) dan AMF (automatic main failure) 1 fasa secara otomatis. *Jurnal ProTekInfo*, 9(2). <https://doi.org/10.30656/protekinfo.v9i2.5260>
- Gunawan, E., & Wahyono, E. (2017). Rancangan instalasi lampu penerangan jalan umum dengan sistem kontaktor dan timer. *Cahaya Bagaskara: Jurnal Ilmiah Teknik Elektronika*, 1(1), 36–44.
- Pakpahan, R., Ramadan, D. N., & Hadiyoso, S. (2016). Rancang bangun dan implementasi automatic transfer switch (ATS) menggunakan Arduino Uno dan relai. *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan*, 3(2). <https://doi.org/10.25124/jett.v3i2.302>
- Putri, S. W., Marausna, G., & Prasetyo, E. E. (2022). Analisis pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap daya keluaran pada panel surya. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(1). <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i1.442>
- Rinaldi, K. T. (2022, Oktober). Design of solar cell and PLN using automatic transfer switch (ATS) for minimarket loads in Sorek Satu area. *International Journal of Electrical, Energy and Power System Engineering (IJEPPSE)*, 5(3), 86–92. <https://doi.org/10.31258/ijeepse.5.3.86-92>
- Sadi, S., & Mulyati, S. (2019). ATS (automatic transfer switch) berbasis programmable logic controller CPM1A. *Jurnal Teknik: Universitas Muhammadiyah Tangerang*, 8(1), 84–89. <https://doi.org/10.31000/jt.v8i1.1579>
- Testbook Electrical Solutions. (2025, Mei 11). Solar cell diagram (photovoltaic cell): Working principle, arrays & V-I characteristics. *Testbook.com*. <https://testbook.com/electrical-engineering/solar-cell-diagram-and-working>
- Suprianto. (2015). TDR (time delay relay). *Blog UNNES*. <https://blog.unnes.ac.id/antosupri/tdr-time-delay-relay/>
- Susanto, E. (2013). Automatic transfer switch. *Jurnal Teknik Elektro*, 5(1).
- Tafrikhatin, A., Sumarah, J., Wulandari, A. T., Pambudi, U., & Allam, I. G. (2022). Simple automatic transfer switch system using timer delay relay. *Jurnal E-Komtek*, 6(2). <https://doi.org/10.37339/e-komtek.v6i2.1076>
- Usman, M. K. (2020). Analisis intensitas cahaya terhadap energi listrik yang dihasilkan panel surya. *Jurnal POLEKTRO: Jurnal Power Elektronik*, 9(2). <https://doi.org/10.30591/polektro.v9i2.2047>