

Analisis Arus, tegangan dan Daya pada *Automatic Transfer Switch* Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Kapasitas 1200 WP

Suwarti*, Margana, Wiwik Purwati Widyaningsih, Mulyono, Budhi Prasetyo, Yoga Rizky Brilliyon, Supriyo, Wahyono

Prodi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang,
Jl. Prof. Sudarto, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275,

*E-mail: suwarti0707@gmail.com

Diajukan: 25-11-2023; Diterima: 21-12-2023; Dipublikasi: 22-12-2023

Abstrak

Energi matahari banyak memberikan manfaat bagi kehidupan manusia. Salah satu pemanfaatan energi surya yang bisa dilaksanakan adalah dalam bentuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), dalam pelaksanaannya sistem PLTS tidak dapat terus-menerus melayani beban, maka dari itu perlu adanya switching dari sumber PLTS ke sumber PLN sebagai backup. Automatic Transfer Switch merupakan salahsatu komponen yang bisa digunakan pada rangkaian sistem PLTS tersebut. Sedangkan tujuan dari penelitian adalah untuk menganalisa Automatic Transfer Switch yang dipasang pada PLTS dengan kapasitas 1200 Wp. Metode yang digunakan dalam analisis ini yaitu melakukan tinjauan pustaka, membandingkan jurnal yang berkaitan dengan judul di atas, dan melakukan percobaan pengambilan data. ATS tersebut diujidengan cara mengukur tegangan, arus, dan daya masukan maupun keluaran saat switching. PLTS mulai beroperasi pada pukul 06.30 hingga pukul 19.15, ATS melakukan switching otomatis pada pukul 06.30 dan 19.15 jika daya PLTS mencapai 45,7V, ATS langsung menghubungkan daya ke PLN supaya beban pompatetap menyala sampai daya PLTS pulih kembali.

Kata kunci: ATS; PLTS; *Switching*

Abstract

Solar energy provides many benefits for human life. One of the utilization of solar energy that can be implemented is in the form of a Solar Power Plant (PLTS), in its implementation the PLTS system cannot continuously serve the load, therefore it is necessary to switch from the PLTS source to the PLN source as a backup. Automatic Transfer Switch is one component that can be used in the PLTS system circuit. While the purpose of the research is to analyze the Automatic Transfer Switch installed in PLTS with a capacity of 1200 Wp. The method used in this analysis is to conduct a literature review, compare journals related to the title above, and conduct data collection experiments. The ATS was tested by measuring voltage, current, and input and output power when switching. The PLTS starts operating at 06.30 until 19.15, the ATS performs automatic switching at 06.30 and 19.15 if the PLTS power reaches 45.7V, the ATS immediately connects the power to PLN so that the pump load remains on until the PLTS power recovers.

Keywords: ATS; PLTS; *Switching*

1. Pendahuluan

Energi listrik saat ini menjadi kebutuhan penting bagi seluruh kalangan untuk mengoperasikan perangkat elektronik, banyak perangkat elektronik di bidang industri, kesehatan, dan komunikasi yang membutuhkan listrik secara terus menerus dan secara *continue* atau tidak boleh berhenti [1]. Perusahaan Listrik Negara (PLN) selaku penyedia listrik di Indonesia belum sepenuhnya mampu menyuplai listrik secara *continue* [2]. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah salah satu pembangkit dengan memanfaatkan energi terbarukan, yaitu energi surya. Pembangkit Listrik Tenaga Surya merupakan suatu sistem yang dapat mengubah sinar matahari menjadi energi listrik [3]. Di Indonesia sendiri yang terletak di daerah tropis memiliki keuntungan yang cukup besar, yaitu menerima sinar matahari sepanjang tahun [4].

PLTS pada era sekarang ini sangat meningkat kegunaannya untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari baik ditingkat rumah tangga ataupun desa [5]. Namun pada saat ini penggunaan energi listrik dari *photovoltaic* belum dapat dikontrol dengan baik. Untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat yang tinggi dan bekerja secara terus menerus atau secara

continue, maka dibutuhkan suatu perangkat yang dapat mengubah dari *supply* utama ke *supply* cadangan atau *back up* saat terjadi gangguan sehingga perlu digunakan suatu sistem pendukung berupa *Automatic Transfer Switch (ATS)* [6]. Rangkaian ATS ini akan bekerja dengan cara memindahkan sumber *power supply* dari sumber *supply* utama ke *power supply* cadangan, dengan demikian sistem ketenagalistrikan akan berjalan dengan *continue*. Sedangkan tujuan dari penelitian adalah untuk menganalisa *Automatic Transfer Switch* yang dipasang pada PLTS dengan kapasitas 1200 Wp.

2. Material dan metodologi

Adapun metode-metode yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Metode Studi Literatur

Data – data penunjang dalam penyusunan penelitian ini didapatkan dengan melakukan studi literatur, baik dari penelitian yang telah ada maupun buku penunjang dan jurnal.

2. Metode Reservasi / Survei Lapangan

Yaitu dengan mengumpulkan data dengan mengamati atau melihat secara langsung objek atau pokok permasalahan dan menanyakan langsung kepada orang yang kompeten.

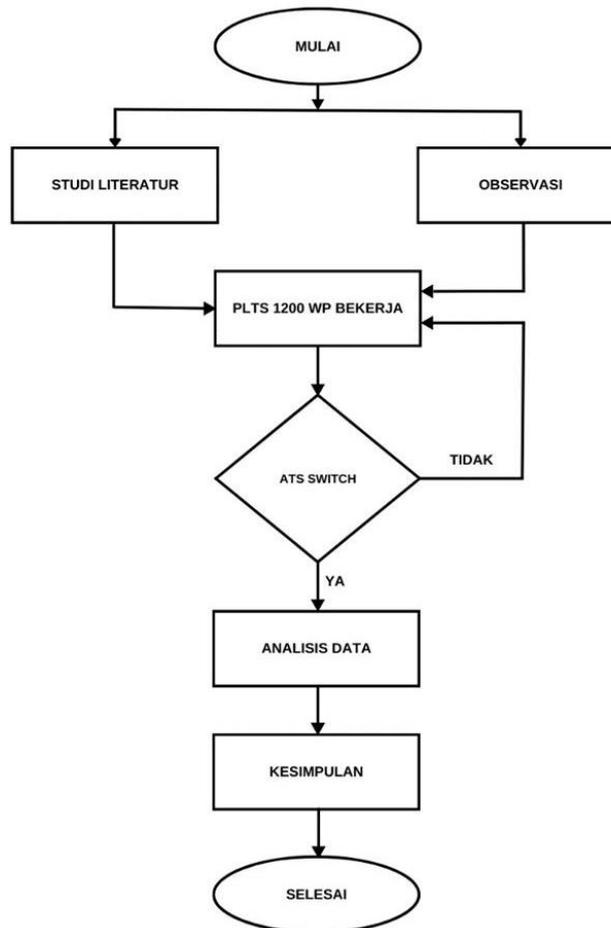
3. Metode Pengambilan Data

Melakukan pengambilan data yang diperlukan untuk mengetahui kinerja alat tersebut.

4. Metode Analisis Hasil Pengujian

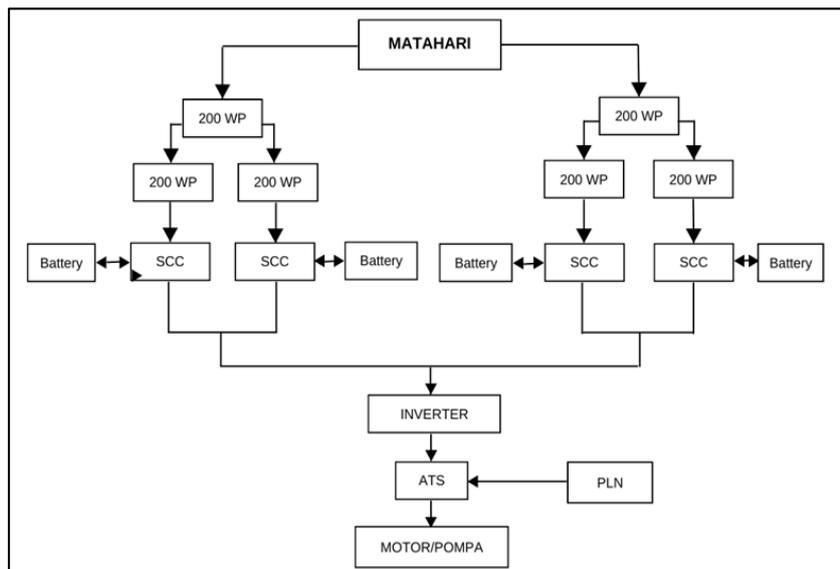
Menganalisa data hasil pengujian alat tersebut.

Tahapan penelitian tersebut dimuat dalam diagram alir Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan sistem pembangkit listrik yang energinya bersumber dari radiasi matahari melalui konversi sel *photovoltaic* yang mengubah radiasi sinar matahari menjadi listrik [14]. PLTS merupakan pencatu daya yang dapat dirancang untuk kebutuhan listrik skala kecil hingga skala besar baik secara mandiri maupun dengan *hybrid* [7]. Semakin tinggi intensitas radiasi sinarmatahari yang mengenai panel surya, semakintinggi juga daya yang dihasilkannya. PLTS termasuk pembangkit yang tergolong murah, mudah, ramah lingkungan, dan pastinya sumber energi terbarukan. Pada proses pembangkit ini terjadi proses penyimpananenergi listrik yang dihasilkan oleh panel suryayang disimpan pada baterai [8]. Diagram blok PLTS 1200 WP dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok PLTS 1200 WP

Automatic Transfer Switch merupakan rangkaiankontrol saklar otomatis yang memiliki fungsi untuk *switching* dari sumber daya listrik utama kesumber daya listrik cadangan [15], lihat contoh Gambar 3 . Tujuan dari *switching* daya itu agar beban listrik tersebut dapat bekerja terus-menerus [9]. Untuk sistem kerja ATS adalah untuk melakukan *switching* berdasarkan suplai energi listrik pertama yaitu suplai energi listrik berasal dari PLTS dan apabilaterjadi pemadaman atau kekurangan daya pada sumber utama yang dimaksud pada rangkaian iniadalah PLTS [10]. Suplai dari panel surya atau banterai yang mengalami kekurangan energi akandialihkan ke PLN dan ketika ada suplai dari panelsurya yaitu baterai telah terisi (*charging*) maka energy akan disuplai kembali oleh panel surya dan baterai [11].



Gambar 3. Automatic Transfer Switch

Sistem *Automatic Transfer Switch* pada umumnya digunakan untuk memindahkan koneksi antara sumber tegangan listrik satu dengan sumber tegangan listrik lainnya secara otomatis [12]. Dengan sistem seperti ini ATS berfungsi untuk memindahkan antara sumber energi listrik alternatif dari PLN dengan sumber energi listrik utama dari *photovoltaic* pada saat tertentu dan dilakukan secara otomatis [13].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian ATS

Pengujian merupakan salah satu dari tahapan analisis. Pengujian dilakukan dengan tujuan mengetahui bagaimana kinerja ATS untuk mengubah dari sumber PLTS ke PLN maupun dari sumber PLN ke PLTS. Pada tahap ini dilakukan pengujian perpindahan dari sumber utama PLTS ke sumber cadangan PLN secara otomatis. Jika sumber daya dari PLTS melemah maka pengguna tidak melakukan switching manual pada sumber daya listrik. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem ATS dapat berfungsi secara normal. Prosedur pengujian Sistem ATS yaitu:

- a. Memastikan ATS mengambil sumber dari PLTS atau sebaliknya yaitu PLN, dengan cara melihat switch pada ATS mengarah ke arah PLTS atau PLN, dengan PLTS yaitu switch sebelah kiri dan PLN switch sebelah kanan.
- b. Memastikan switch ATS dalam keadaan automatic dengan arah switch ke arah kiri ataupun tulisan automatic.
- c. Ketika Tegangan PLTS melemah maka ATS melakukan switching otomatis daya PLTS ke daya PLN.
- d. Mencatat parameter ukur yang menandakan PLTS melemah yaitu dengan mencatat tegangan dan arus yang masuk inverter, kemudian arus, tegangan dan daya beban.
- e. Perpindahan sumber dari PLTS ke PLN ditandai dengan berubahnya arah switch ATS dari sumber PLTS ke sumber PLN, yaitu arah switch ke kanan.
- f. Ketika tegangan PLTS pulih kembali maka ATS melakukan switching otomatis daya PLN ke daya PLTS.

3.2 Data Percobaan

Pengujian Pada Hari Kamis Tanggal 13 Juli 2023, diperoleh Tabel 1.

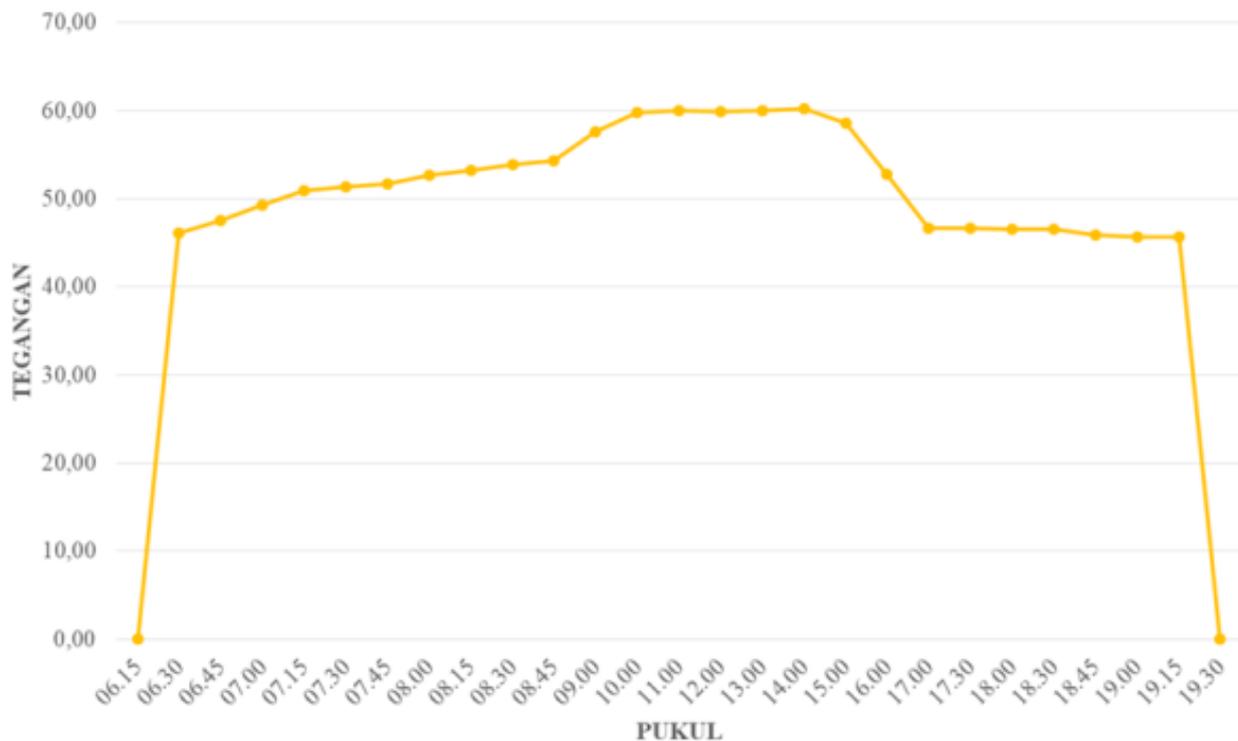
Tabel 1. Data Hasil Percobaan Baterai Basah

Pukul	Cuaca	PLTS	PLN	Beban	Inverter		Beban		Daya (W)
					Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	
06.15	Cerah Berawan	Mati	Nyala	Pompa	0,00	45,58	0,51	206,00	49,52
06.30	Cerah Berawan	Nyala	Mati	Pompa	0,02	46,09	0,56	223,00	53,79
06.45	Cerah Berawan	Nyala	Mati	Pompa	0,05	47,55	0,56	223,00	53,64
07.00	Cerah Berawan	Nyala	Mati	Pompa	0,09	49,33	0,56	224,33	53,57
07.15	Cerah Berawan	Nyala	Mati	Pompa	0,14	50,89	0,56	224,33	53,54
07.30	Carah Berawan	Nyala	Mati	Pompa	0,18	51,41	0,57	225,00	53,43
07.45	Cerah Berawan	Nyala	Mati	Pompa	0,26	51,68	0,57	225,00	53,52
17.30	Cerah Berawan	Nyala	Mati	Pompa	0,02	48,01	0,57	225,00	53,65
18.00	Malam Hari	Nyala	Mati	Pompa	0,02	47,53	0,57	225,00	54,00
18.30	Malam Hari	Nyala	Mati	Pompa	0,02	46,78	0,57	225,00	54,09
18.45	Malam Hari	Nyala	Mati	Pompa	0,02	45,90	0,57	225,67	54,39

Pukul	Cuaca	PLTS	PLN	Beban	Inverter		Beban		Daya (W)
					Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	
19.00	Malam Hari	Nyala	Mati	Pompa	0,01	45,71	0,57	226,00	54,43
19.15	Malam Hari	Nyala	Mati	Pompa	0,01	45,66	0,57	226,00	54,42
19.30	Malam Hari	Mati	Nyala	Pompa	0,00	4,93	0,51	203,00	49,35

3.3 Analisis Data Hasil Percobaan Baterai Basah

Tabel 1 diketahui bahwa daya PLTS menyuplai ke beban pompa dari pukul 06.30 – 19.15. Pada Pukul 06.15 sistem ATSmemindahkan (Switching) dari sumber cadanganyaitu PLN ke sumber utama yaitu PLTS secara otomatis dikarenakan tegangan sudah cukup sebesar 45,58V untuk membebani pompa, terlihatpada switch ATS berpindah dari sebelah kanan(PLN) ke sebelah kiri(PLTS). Pada pukul 06.30 hingga pukul 19.15 beban pompa mendapatsumber dari PLTS, kondisi cuaca sangat cerah dan cerah berawan yang cukup menyinari panel surya untuk menyuplai beban selama 12 jam 45 menit. PLTS on selama 12 jam 45 menit kemudian tepat pada pukul 19.15 tegangan PLTSmulai melemah di 45,66V, pada saat tegangan PLTS melemah di 45,66V dan tidak dapat lagi menyuplai beban, maka ATS akan switch dari sumber PLTS(kiri) ke sumber PLN(kanan). Pada saat setelah ATS switch ke sumber PLN maka mulai dari pukul 19.15 beban pompa tidak lagi disuplai dengan sumber PLTS melainkan dengan sumber PLN.



Gambar 4. Grafik Tegangan Percobaan Baterai Basah Terhadap Waktu

Gambar 4 merupakan grafik hubungan waktu terhadap tegangan pada sumber PLTS, dapat dilihat pada grafik hubung di atas pada pukul 06.30 tegangan PLTS mulai dapat menyuplai beban yaitu pada tegangan 46,09V. Pada saat tegangan PLTS dapat menyuplai beban, tegangan PLTS mulai bertahap naik seiring dengan

bertambahnya waktu atau seiring dengan semakin tinggi radiasi panas matahari.

Keluaran tegangan PLTS tertinggi ataupun puncak pada grafik terdapat pada pukul 14.00 yaitu sebesar 60,21V. Setelah PLTS mencapai titik puncak, tegangan mulai perlahan menurun seiring radiasi panas matahari juga menurun, dilihat pada pukul 15.00 tegangan yaitu sebesar 58,57V yang artinya sudah melewati titik puncak atau mengalami penurunan. Tegangan paling rendah ketika sore hari yaitu terjadi pada pukul 19.15 dengan nilai tegangan sebesar 45,66V. Pada tegangan tersebut sumber PLTS tidak lagi dapat menyuplai beban pompa, dan pada saat itu juga ATS switch dari sumber PLTS ke sumber PLN.

Pengujian Pada Hari Kamis Tanggal 15 Agustus 2023. Penelitian ini merupakan aplikasi dari penelitian sebelumnya yang menggunakan baterai basah juga, tetapi kapasitasnya 100 Wp, skala Lab, dengan beban lampu. Dengan besar ATS yang sama 63A.

Tabel 2. Data Hasil Percobaan Baterai Kering

Pukul	Cuaca	PLTS	PLN	Beban	Inverter		Beban		Daya (W)
					A	V	A	V	
02.00	Berawan	ON	OFF	Pompa	0,04	46,6	0,57	224	55,71
02.30	Berawan	ON	OFF	Pompa	0,02	45,8	0,57	224	55,6
03.00	Berawan	ON	OFF	Pompa	0,01	45,67	0,57	224	55,54
03.30	Berawan	OFF	ON	Pompa	0	45,6	0,57	224	55,4
04.00	Berawan	OFF	ON	Pompa	0	45,56	0,57	224	55,3
04.30	Cerah Berawan	OFF	ON	Pompa	0	45,54	0,57	224	55,75
05.00	Cerah Berawan	OFF	ON	Pompa	0	45,5	0,57	223	53,6
05.30	Cerah Berawan	OFF	ON	Pompa	0	45,46	0,57	223	53,6
06.00	Cerah Berawan	OFF	ON	Pompa	0	45,55	0,57	225	55,88
06.30	Cerah Berawan	OFF	ON	Pompa	0	45,6	0,57	225	55,05
07.00	Cerah Berawan	ON	OFF	Pompa	0,01	45,74	0,57	225	56,04
07.30	Cerah Berawan	ON	OFF	Pompa	0,02	45,77	0,57	224	57,03
08.00	Cerah Berawan	ON	OFF	Pompa	0,03	46	0,57	224	56,45

3.4 Analisis Data Hasil Percobaan Baterai Kering

Tabel 2 merupakan pengujian data menggunakan aki kering diketahui bahwa daya PLTS menyuplai beban pompa dari pukul 07.00 pagi – 03.00 pagi keesokan harinya, bisa dikatakan sistem PLTS on selama 20 jam. Pada pukul 02.00 pagi beban masih disuplai oleh baterai PLTS dengan tegangan 46,60V, kemudian ada pukul 03.00 pagi sistem ATS memindahkan (*switching*) dari sumber utama PLTS ke sumber PLN dikarenakan PLTS sudah tidak dapat lagi mensuplai beban dengan tegangan 45,67V. Pada pukul 03.30 pagi – 06.30 pagi beban disuplai oleh PLN, karena sumber PLTS belum dapat mensuplai kembali. Kemudian pukul 07.00 ATS *switch* dari sumber PLTS pada tegangan 45,74V, setelah ATS melakukan *switch* ke sistem PLTS maka dari pukul 07.00 hingga seterusnya beban disuplai oleh PLTS.

Gambar 5 merupakan grafik hubung antara tegangan terhadap waktu, dapat dilihat pada grafik hubung diatas pada pukul 02.00 tegangan PLTS bernilai 46,60V, kemudian pada pukul 02.30 tegangan mulai melemah di 45,80V. ATS

switch di pukul 03.00 dengan tegangan 45,67V karena sistem PLTS tidak bisa lagi mensuplai beban. Pukul 03.30 hingga pukul 06.30 beban di suplai oleh PLN, pada pukul 07.00ATS *switch* kembali ke sumber PLTS karena tegangan sudah mulai dapat mensuplai beban yaitu dengan tegangan 45,74V, setelah itu pukul 07.30 tegangan mulai naik di 45,77V hingga seterusnya nilai tegangan naik.



Gambar 5. Grafik Tegangan Percobaan Baterai Kering Terhadap Waktu

4. Kesimpulan

Hasil yang didapat dari penelitian berjudul “Analisis *Automatic Transfer Switch* Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Kapasitas 1200 WP” dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Sistem ATS melakukan *cut off* sumber dari PLTS ke sumber PLN untuk mengalihkan tegangan ke beban pompa.
- Sistem ATS dapat melakukan *switching* dari sumber utama PLTS ke sumber PLN pada tegangan PLTS mencapai 45,70 V.
- Pada pagi hari ATS *switching* pada pukul 06.30 saat tegangan PLTS mencapai 45,70V, arus 0,01A dan daya 53,50W pada penggunaan baterai kering. (Terlihat dari intensitas cahaya matahari dan cuaca pada hari itu yaitu relatif cerah hingga cerah berawan).
- Pada sore hari ATS *switching* pada pukul 18.45 saat tegangan PLTS mencapai 45,66V, arus 0,01A dan daya 53,79W pada penggunaan baterai kering. (Terlihat dari intensitas cahaya matahari dan cuaca pada hari itu yaitu relatif cerah hingga cerah berawan).
- Sistem ATS *switching* pada pukul 03.00 dari sumber PLTS ke PLN dan *switching* kembali pada pukul 07.00 dari sumber PLN ke PLTS pada penggunaan aki kering.
- Sistem PLTS beroperasi dalam sehari rata-rata selama 12 jam 45 menit yaitu pada pukul 06.15 WIB hingga pukul 18.45 malam menggunakan AKI basah.
- Sistem PLTS beroperasi dalam sehari rata-rata 20 jam dari 07.00 pagi – 03.00 pagi keesokan harinya.

Daftar Pustaka

- [1]. A. H. (2014). Aplikasi Fotovoltaic Pada Rumah Tinggal Untuk Mengurangi Ketergantungan Energi Listrik Konvensional. *Jurnal Emitter*, 2.
- [2]. A. T., & H. J. (2019). Meningkatkan Peran Energi Bersih Lewat Pemanfaatan Sinar Matahari Improve The Role Of Clean Energi Through The Utilization. *Jurnal Teknik, Matahari*, s, abstrak, 2(2), 100-115.
- [3]. Anonymous. (n.d.). Charging dan Discharging Baterai. Retrieved from <http://www.panelsurya.com/index.php/id/batere/chargendischarge> diakses pada tanggal 14 Mei 2022.
- [4]. E. P., & R. W. (2020). Perbandingan Perolehan Daya Solar Panel Monocrystalline Terhadap Solar Panel Polycrystalline. 1,2) Program Studi Teknik Elektro, Universitas Bhayangkara Surabaya, Indonesia, 3-7.
- [5]. G. H., & S. W. (2014). Perancangan Automatic Transfer Switch (ATS) Parameter Transisi Berupa Tegangan dan Frekuensi Dengan Mikrokontroler Atmega. *Transmisi* 16, 129.
- [6]. G. S. (2021). Pemanfaatan PLTS Sebagai Listrik Cadangan Dilengkapi Dengan ATS. *Jurnal Elektrikal vol8*.
- [7]. H. H. (2019). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi. *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTK) Volume 10*, 174.
- [8]. Lazuardi, I. A., Farid, I. W., & Priananda, C. W. (2020). Automatic Transfer Switch Dilengkapi Fitur Monitoring Website pada On-Grid Solar Home System. *Teknik Elektro Fakultas Teknik*, 1-5.
- [9]. P. A., I. P. R., A. S., & R. M. (2018). Photovoltaic Terapan: Photovoltaic (vol11). UPT percetakan dan penerbitan Polinema, 10.
- [10]. P. S. (2008). Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik. Departemen Pendidikan Nasional.
- [11]. Rimbawati, A. T., & Kusuma, B. S. (2021). PERANCANGAN AUTOMATIC TRANSFER SWITCH BERBASIS ZELIO. *Jurnal Fakultas Teknik*, 3.
- [12]. S. I., & dkk. (2011). Rancang Bangun Sistem AMF PLN-Genset Berbasis PLC Di lengkapi PLC Dengan Monitoring. *Jurnal Jurusan Teknik Elektro Industri PENS*.
- [13]. S. W. (2006). Eliminasi Harmonik Guna Perbaikan Bentuk Gelombang Keluaran Tegangan Inverter. *JETri.6*, 9-32.
- [14]. T. E., & J. A. (2011). Sumber Energi Listrik Dengan Sistem Hybrid (solar panel dan jaringan listrik PLN) Sumber Energi Listrik Dengan Sistem Hybrid. *Jurnal Elektrikal*, 43.