

# Analisis Sistem Kerja *Automatic Transfer Switch* (ATS) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terhadap Nilai Tegangan Baterai

Theresia Bornito Sitohang\*, Beni Satria, Amani Darma Tarigan

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi Medan  
Jl. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Sei Sikambing, Medan-20122, Sumatera Utara, Indonesia  
email: theresiabornito@gmail.com

**Abstract** — *The application of protection systems and Automatic Transfer Switch (ATS) is important to ensure the safe operation of the power system, especially the Solar Power Plant (PLTS). So in this study the authors analysed and evaluated the impact of the application of the Automatic Transfer Switch (ATS) system on Solar Power Plants (PLTS). By using a protection system for battery voltage, overvoltage and undervoltage protection and load current limitation, to protect electrical equipment connected to the Solar Electric System (PLTS). Automatic Transfer Switch (ATS) serves as a transfer medium to the PLN power source if it is detected that the availability of electrical power in the PLTS system is insufficient. The test results show that the protection system applied to the battery can protect the battery's performance in supplying electricity to the electrical load, where if it is indicated that the battery voltage has dropped to the minimum limit set (<10 volts), the protection system will automatically cut off the electricity supply from the battery and will be transferred to the electricity supply from PLN through the ATS. If the battery voltage is detected to reach 12 volts, the Automatic Transfer Switch (ATS) will automatically connect the electricity supply to the PLTS system. The protection system will also protect electrical equipment against Over Voltage, >231 Volts and Under Voltage <198 Volts. If this happens, the electricity supply to the load will automatically be cut off.*

**Abstrak** — Penerapan sistem proteksi dan Automatic Transfer Switch (ATS) penting dilakukan untuk menjamin keselamatan pengoperasian sistem tenaga listrik khususnya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Maka dalam penelitian ini penulis menganalisis serta mengevaluasi dampak penerapan sistem Automatic Transfer Switch (ATS) pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Dengan menggunakan Sistem proteksi terhadap tegangan baterai, proteksi tegangan lebih dan tegangan kurang serta pembatasan arus beban, untuk melindungi peralatan listrik yang terhubung pada sistem Listrik Tenaga Surya (PLTS). Automatic Transfer Switch (ATS) berfungsi sebagai media transfer ke sumber listrik PLN apabila terdeteksi ketersediaan daya listrik pada sistem PLTS tidak mencukupi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem proteksi yang diterapkan pada baterai dapat melindungi kinerja baterai dalam menyuplai tenaga listrik ke beban listrik, dimana bila terindikasi tegangan baterai sudah turun hingga batas minimum yang diatur (<10 volt), maka sistem proteksi akan secara otomatis memutuskan pasokan listrik dari baterai dan akan dialihkan ke pasokan listrik dari PLN melalui ATS. Jika tegangan baterai terdeteksi mencapai 12 Volt, maka secara otomatis Automatic Transfer Switch (ATS) menghubungkan pasokan listrik ke sistem PLTS. Sistem proteksi juga akan melindungi peralatan listrik terhadap Over Voltage, >231 Volt dan Under Voltage <198 Volt. Jika hal ini terjadi, otomatis pasokan listrik ke beban akan terputus.

**Kata Kunci** — *Penyebab Gangguan, Jaringan Distribusi, Pohon Kesalahan*

\*) penulis korespondensi: Theresia Bornito Sitohang  
Email: theresiabornito@gmail.com

## I.PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu teknologi pembangkit listrik yang mengubah energi matahari menjadi tenaga listrik melalui penggunaan sel surya. teknologi ini mempunyai potensi besar dalam penyediaan sumber listrik terutama di daerah terpencil atau sulit dijangkau oleh jaringan listrik PLN. Untuk menunjang suatu sistem PLTS diperlukan komponen-komponen pendukung yang seperti aki, dimana aki mempunyai peranan yang penting didalamnya menyediakan sumber energi yang dapat digunakan ketika kondisi sinar matahari tidak mencukupi Menghasilkan tenaga listrik langsung dari panel surya [1].

Untuk mengamankan sistem PLTS, khususnya perlindungan baterai, diperlukan sesuatu alat yang dapat melindungi kondisi aki, dimana pada PLTS ini akan dibuat sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) yang akan bekerja menyuplai beban listrik berdasarkan besar tegangan baterai pada PLTS, Hal ini dibuat untuk melindungi baterai debit berlebihan atau tegangan terlalu rendah. Dalam sistem ini apabila terdeteksi adanya tegangan baterai lebih rendah maka secara otomatis sistem ATS akan bekerja memindahkan sistem suplai listrik untuk menyuplai beban dari PLTS ke PLN, jika tegangan baterai sudah kembali normal mencapai tegangan maksimum maka ATS akan bekerja kembali untuk menyuplai beban listrik menggunakan Sistem PLTS [2].

Terdapat penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, yang berkaitan dengan penelitian ini adalah : penelitian yang membahas tentang perancangan dan implementasi *Automatic Transfer Switch* (ATS) untuk Sistem PLTS terhubung dengan jaringan listrik, dimana penelitian ini mengkaji kemampuan ATS di dalamnya melakukan peralihan otomatis antara sumber listrik utama (PLTS) dan sumber listrik cadangan (*grid*) apabila gangguan atau kegagalan terjadi pada PLTS [3]. Penelitian lain sehubungan dengan menganalisis berbagai metode koordinasi relai yang digunakan untuk mendeteksi dan mengisolasi gangguan pada PLTS, seperti gangguan hubung singkat, gangguan tanah, dan gangguan hubung singkat. Penelitian tentang perbaikan keandalan sistem PLTS yang terhubung ke jaringan listrik menggunakan ATS. Sedangkan untuk penelitian sehubungan dengan penilaian kemampuan ATS dalam mengelola transisi antara sumber daya PLTS dan mencadangkan sumber daya secara otomatis.

## II. PENELITIAN YANG TERKAIT

### A. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

PLTS merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan sinar matahari melalui sel surya (*fotovoltaik*) untuk mengubah radiasi foton matahari menjadi energi listrik [4]. Sel surya merupakan lapisan tipis bahan semikonduktor silikon (Si) murni dan bahan semikonduktor lainnya [5]. PLTS memanfaatkan sinar matahari untuk menghasilkan listrik DC yang dapat diubah menjadi listrik AC jika diperlukan. PLTS tetap bisa menghasilkan listrik pada cuaca mendung asalkan ada penerangan. Sistem PLTS dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis. Berdasarkan aplikasi dan konfigurasi, secara umum PLTS dibedakan menjadi dua, yaitu PLTS sistem yang terkoneksi dengan jaringan (*on-grid PV system*) dan sistem PLTS yang tidak terkoneksi dengan jaringan (*off-grid PV system*) atau PLTS yang berdiri sendiri (*stand-alone*, sendiri). Selain dapat beroperasi secara mandiri, PLTS yang berdiri sendiri ini juga dapat didukung oleh sumber daya lain seperti tenaga angin, genset, tenaga air, dan tenaga mikrohidro yang dikenal dengan sistem PLTS hybrid.

### B. Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga surya (PLTS)

Saat sinar matahari menyinari panel surya, elektron pada pita valensi akan melompat ke pita konduksi. Jika sel surya dihubungkan dengan rangkaian luar maka akan terjadi pergerakan elektron. Arus listrik yang dihasilkan pada sel surya adalah arus DC. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) pada umumnya dapat bekerja jika menerima cahaya foton dari matahari dan cahaya foton tersebut diterima oleh sel surya dimana sel surya tersebut dapat mengubah energi foton menjadi energi listrik [6]. Proses mengubah atau mengubah sinar matahari menjadi listrik ini dimungkinkan karena bahan penyusun sel surya fotovoltaik adalah semikonduktor. Sel surya tersusun dari dua lapisan semikonduktor dengan muatan berbeda. Lapisan atas sel surya bermuatan negatif (n) sedangkan lapisan bawah bermuatan positif (p).

### C. Sistem Automatic Transfer Switch (ATS)

Sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*) merupakan alat yang berfungsi untuk memindahkan hubungan antara sumber tegangan listrik satu dengan sumber tegangan listrik lainnya secara otomatis. Atau bisa juga disebut dengan *Automatic COS (Change Over Switch)* [7]. Berdasarkan penjelasan tersebut dapat kita asumsikan bahwa fungsi utama ATS pada PLTS adalah memindahkan beban dari PLTS ke PLN apabila sumber PLTS tidak mampu memikul beban secara otomatis, begitu pula sebaliknya. Dalam implementasinya, ATS berbentuk panel yang berisi komponen-komponen daya listrik.

### D. Sistem Proteksi

Gangguan yang terjadi pada sistem tenaga listrik sangat beragam besarnya dan jenisnya. Gangguan dalam sistem tenaga listrik adalah keadaan yang tidak normal. Keadaan ini dapat mengakibatkan terganggunya kontinuitas pelayanan tenaga listrik. Gangguan dalam operasi sistem tenaga listrik merupakan kejadian yang dapat menyebabkan operasi pengaman tenaga listrik. Gangguan pada suatu sistem tenaga listrik atau penyediaan listrik tidak dikehendaki, tetapi gangguan merupakan kenyataan yang tidak dapat dihindarkan. Gangguan yang sering terjadi pada sistem tenaga listrik khususnya pada PLTS seringkali terjadi drop tegangan pada baterai sehingga suplay dari baterai tidak mampu untuk memberikan tegangan maksimal kepada inverter sebagai

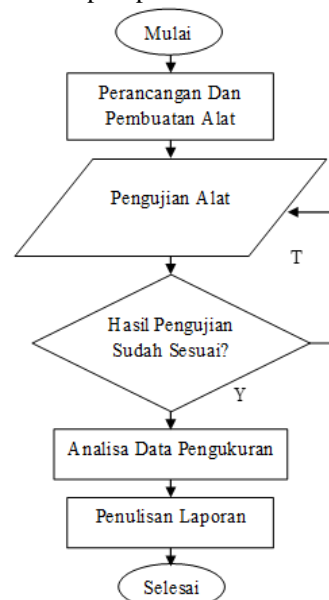
pengubah tegangan dari DC ke AC [8]. Oleh karena itu dalam penelitian ini sistem ATS akan bekerja jika tegangan pada baterai mengalami drop tegangan..

## III. METODE PENELITIAN

Dalam menghasilkan sistem proteksi pada sistem PLTS, metode penelitian yang digunakan adalah metode prototyp Tahapannya meliputi:

- Studi literatur
- Studi lapangan dan pengumpulan data.

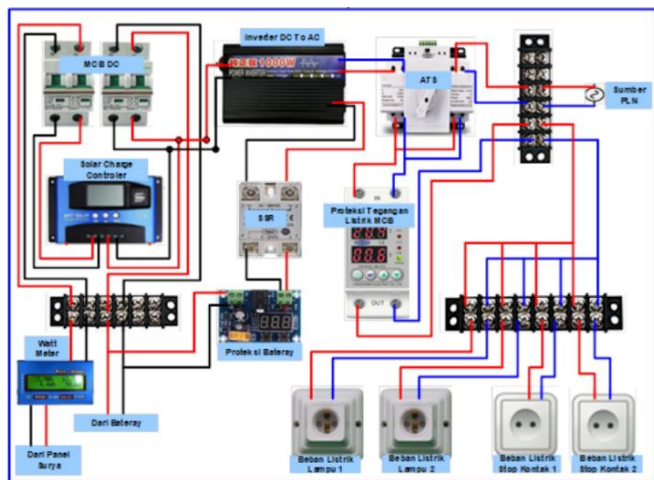
Tahap selanjutnya adalah merancang sistem PLTS yang menerapkan sistem proteksi, untuk melindungi sistem PLTS. Selanjutnya adalah tahap manufaktur, dimana pada tahap ini dibuat sistem PLTS yang dilengkapi dengan sistem proteksi dan ATS, guna mengoptimalkan kinerja sistem PLTS. Setelah sistem PLTS selesai dibangun, dilakukan pengujian terhadap keandalan sistem dalam hal melindungi daya baterai agar tidak terkuras habis, melindungi akar beban listrik dari kerusakan, melalui pembatasan tegangan lebih dan pembatasan tegangan kurang serta penerapan ATS sehingga agar ketersediaan sistem ketenagalistrikan tetap terpenuhi.



Gbr. 1 Diagram Alur Penelitian

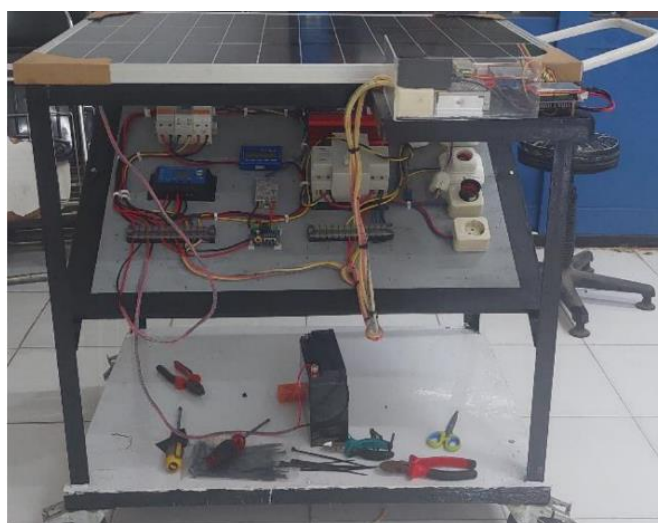
### A. Perancangan Sistem PLTS

Dalam Pembuatan sistem PLTS, tahap awal adalah melakukan proses perancangan sistem PLTS yang akan diproduksi. Sistem PLTS yang akan dihasilkan dilengkapi dengan sistem proteksi baterai sehubungan dengan pemutusan baterai bila terindikasi tegangan turun, hingga nilai minimum yang ditetapkan sebesar 10,7 Volt, dan menyambungkan kembali baterai bila nilai tegangan sudah turun, terdeteksi pada 12,5 Volt. Sistem PLTS ini juga dilengkapi dengan proteksi beban listrik, melalui pembatasan tegangan berlebih dan pembatasan tegangan kurang.



Gbr. 2 Blok Diagram Rangkaian

Berdasarkan blok diagram diatas dapat digambarkan prinsip kerja sistem PLTS dengan penambahan sistem proteksi dan ATS. Dimana untuk menghasilkan energi listrik dari sistem PLTS, keluaran dari panel surya diinput ke bagian Solar Charge Controller (SCC) untuk mengisi daya pada baterai, sedangkan keluaran dari baterai dihubungkan dengan menggunakan inverter agar tegangan DC dirubah menjadi tegangan AC sehingga output dari inverter dihubungkan kepada beban listrik yang terpasang. Pada rangkaian ini juga dilengkapi dengan sensor tegangan untuk mendeteksi besar tegangan pada baterai serta mendeteksi under voltage serta over voltage pada sistem pembangkit listrik tenaga surya.



Gbr. 3 Rangkaian PLTS yang Dilengkapi Dengan Sistem ATS dan Proteksi

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Pengujian Daya Output Panel Surya

Untuk memperoleh data mengenai kinerja panel surya, dalam proses menghasilkan daya keluaran berdasarkan perubahan intensitas cahaya, untuk proses pengisian baterai berkapasitas 7,2 Ah dilakukan pengujian langsung terhadap prototype sistem PLTS. Untuk pengujian data daya keluaran panel surya dilakukan dengan menggunakan alat ukur lux meter untuk mendeteksi besarnya intensitas cahaya, dan alat ukur watt meter untuk mendeteksi perubahan daya keluaran panel surya. Data hasil pengujian daya keluaran panel surya disajikan pada Tabel I, dan untuk proses pengujiannya adalah sebagai berikut:

TABEL I  
PENGUKURAN DAYA OUTPUT PANEL SURYA BERDASARKAN INTENSITAS CAHAYA

Waktu Pengukuran (Jam)	Intensitas Cahaya (Lux)	Tegangan (Volt)	Arus (Amp)	Daya (Watt)
11 : 16	11.188	18,86	1,65	30,97
11 : 46	20.857	21,77	2,85	61,89
12 : 16	8.859	16,76	1,13	18,95
12 : 46	17.254	20,71	2,1	43,03
13 : 16	12.705	19,65	1,85	36,07

Dari hasil pengujian yang dilakukan berdasarkan data hasil pengujian seperti yang diperlihatkan pada Tabel terlihat bahwa besarnya daya yang dihasilkan melalui proses pmbangkitan listrik dari panel surya, bergantung dari besarnya intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya. Semakin besar intensitas cahaya yang diterima panel surya, maka semakin besar daya output yang dihasilkan oleh panel surya. Adapun daya outputnya berhubungan dengan besarnya tegangan output dan besarnya arus pengisian baterai.

##### B. Pengujian Sistem Proteksi Baterai Untuk Proses Discharge

Dari hasil pengujian yang dilakukan sistem proteksi baterai mendeteksi kapasitas tegangan baterai, dimana tegangan baterai terdeteksi pada nilai 12,9 Volt sehingga Rlay aktif Untuk mendistribusikan pasokan listrik ke beban dari baterai melalui inverter. Hal ini terjadi karena baterai diisi melalui panel surya yang decontrol oleh solar charger controller. Jika tegangan baterai terdeteksi turun hingga nilai tegangan <10 Volt maka relay yang bekerja sebagai sistem proteksi akan secara otomatis memutus (disconnect) aliran suplai listrik ke beban listrik. sehingga beban listrik disuplay kembali oleh PLN, Jika nilai tegangan pada baterai terdeteksi sudah mencapai 12 Volt maka secara otomatis sistem ATS akan bekerja memindahkan aliran listrik dari PLN kembali ke Sistem PLTS

Dalam rangkaian yang dirancang Sistem PLTS juga dilengkapi dengan sistem proteksi beban listrik, dimana sistem proteksi tersebut berkaitan dengan proteksi Under Voltage serta Over Voltage. Setting yang diatur untuk memutuskan sistem kelistrikan untuk Over Voltage adalah >231 Volt dan <198 Volt untuk proteksi Under Voltage. Apabila terdeteksi nilai tegangan keluaran baik dari sistem PLTS maupun sumber PLN berada di atas 231 Volt atau di bawah 198 Volt, maka Relay proteksi akan secara otomatis memutus sumber listrik untuk melindungi beban listrik yang terpasang. Relay proteksi akan menyambungkan kembali sumber listrik ke beban listrik ketika mendeteksi nilai tegangan normal (<231 Volt dan >198 Volt), dengan durasi yang diatur 5 detik untuk menstabilkan tegangan sumber.

##### C. Pengujian Sistem Automatic Transfer Switch (ATS)

Melalui penerapan sistem Automatic Transfer Switch (ATS) diharapkan penggunaan energi listrik dapat lebih efisien, dimana pengoperasian sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) diasumsikan selama 8 jam (11.00 sd 19.00), dengan asumsi beban listrik sebesar 450 watt, dan beban listrik keseluruhan sebesar 1200 watt, sehingga energi listrik yang dibebankan oleh sistem PLTS dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\text{Besarnya energi listrik (Wh) PLTS} = 450 \text{ watt} \times 8 \text{ Jam} = 3.600 \text{ Wh} = 3.6 \text{ kWh}$$

Adapun efisiensi daya listrik sebesar:

$$\begin{aligned} \% \text{ daya listrik} &= (\text{Besarnya daya listrik PLTS/Daya listrik keseluruhan}) \times 100\% \\ &= (450/1200) \times 100\% \\ &= 37,5\% \end{aligned}$$

Jika beban listrik rumah tangga untuk Golongan Tarif R-1 dengan daya 1.300 VA sebesar Rp. 1.444,70, maka besarnya penghematan pembayaran listrik sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Pembayaran listrik} &= \text{Tarif R-1 dengan daya 1.300 VA} \times \\ &\text{Besarnya energi listrik (Wh)} \\ &= \text{Rp. 1.444,70} \times 3.600 \text{ Wh} \\ &= \text{Rp. 5.200,92} \end{aligned}$$

Maka dalam sehari terjadi penghematan pembayaran listrik sebesar Rp. 5.200,92

## V.KESIMPULAN

Dari hasil pengujian terhadap sistem PLTS yang dilengkapi dengan sistem proteksi dan sistem ATS, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Sistem proteksi yang diterapkan pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dapat melindungi kinerja baterai dalam menyuplai tenaga listrik ke beban listrik, sehingga daya baterai tidak terkuras seluruhnya.
- Sistem proteksi yang digunakan dalam Sistem PLTS untuk menghindari terjadinya Over Voltage >231 Volt dan Under Voltage <198 Volt
- Ketika tegangan baterai terdeteksi turun hingga batas minimum yang ditetapkan (<10 Volt), maka sistem proteksi akan secara otomatis memutus pasokan listrik dari PLTS dan memindahkan beban listrik kepada PLN, Jika tegangan pada baterai terdeteksi 12 Volt maka secara otomatis relay akan bekerja memindahkan beban listrik dari PLN kembali ke PLTS
- Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada sistem Automatic Transfer Switch (ATS) dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan sehingga Ketika ATS mendeteksi adanya listrik pada sumber utama, maka sistem akan secara otomatis mengarahkan pasokan listrik ke beban dari sumber PLTS. Ketika terdeteksi tidak ada listrik pada sumber utama ATS, maka sistem ATS akan secara otomatis memindahkan pasokan listrik ke beban dari sumber listrik PLN.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. W. Widyanto, S. Wisnugroho, and M. Agus, "Pemanfaatan Tenaga Angin Sebagai Pelapis Energi Surya pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid di Pulau Wangi-Wangi," *Pros. Semnastek*, 2018.
- [2] B. Sugito, "Implementasi Gerbang Sterilisasi Otomatis Menggunakan Solar Cell Sebagai Catu Daya Cadangan Di Pt. Pertamina Ep Asset 1 Rantau Fieldberbasis Mikrokontroler".
- [3] D. Ramschie, A. A. S. Ramschie, L. Wenas, and R. Katuuk, "Implementasi Sistem Proteksi Dan Automatic Transfer Switch (ATS) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)," *J. Elektr.*, vol. 2, no. 1, pp. 16–26, 2023.
- [4] W. V. SIMANJUNTAK, "STUDI ANALISIS PANEL SURYA PADA ROOFTOP GEDUNG-I DAN GEDUNG-L UNIVERSITAS HKBP NOMMENSEN," 2022.
- [5] P. Gunoto and S. Sofyan, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 Wp Untuk Penerangan Lampu Di Ruang Selasar Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan," *Sigma Tek.*, vol. 3, no. 2, pp. 96–106, 2020.
- [6] S. Sukmajati and M. Hafidz, "Perancangan dan analisis

pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 10 MW on grid di Yogyakarta," *Energi & Kelistrikan*, vol. 7, no. 1, pp. 49–63, 2015.

[7] R. Kurniawan, "RANCANG BANGUN AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) PADA GARDU HUBUNG 20 KV BERBASIS SISTEM KONTROL SCADA (SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION)," *J. ICTEE*, vol. 4, no. 1, pp. 33–42, 2023.

[8] R. Afiansyah, "Pemeliharaan Sistem Jaringan Distribusi Saluran Udara Tegangan Menengah 20 Kv," 2022.

[9] I. Irawati, S. Sunardi, and A. Nurwanto, "RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) DENGAN SISTEM KONTROL AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) DAN OPTIMALISASI KAPASITAS BATERAI," *JEIS J. Elektro dan Inform. Swadharma*, vol. 3, no. 1, pp. 22–30, 2023.