

Sistem Kontrol Automatic Transfer Switch antara PLTS dan PLN dengan Sumber Tegangan PLTS sebagai Prioritas

Rafi Daffa Amrullah¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

¹Jl. Raya Puspittek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

¹rafidaffa504@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 10 Agustus 2024
revisi : 12 Oktober 2024
diterima : 10 November
2024
dipublish : 30 November
2024

ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi saat ini, kebutuhan akan energi listrik sangat besar untuk menunjang aktivitas manusia. Ketiadaan energi listrik dapat mengganggu kelangsungan aktivitas manusia. Energi terbarukan adalah energi non fosil yang diperoleh dari alam. Energi matahari dapat dimanfaatkan dengan membangun pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Namun daya yang dihasilkan oleh PLTS tidak selalu disalurkan secara kontinyu ke beban, dalam hal itu kita memerlukan alternatif solusi guna membantu menyalurkan tegangan listrik ke beban. Penggunaan sumber tegangan dari PLTS suatu saat pasti terjadi kehabisan daya baterai pada accu yang kemungkinan dapat disebabkan oleh penggunaan daya yang sudah maksimal pada accu tanpa adanya pengisian daya kembali. Untuk mencegah masalah tersebut, maka dirancang alat kontrol otomatis yang disebut ATS (Automated Transfer Switch). Alat ini membantu untuk menyalakan inverter secara otomatis dan menghubungkannya ke beban saat PLTS menyala. Saat PLTS mati karena kekurangan daya, alat ini mentransfer daya dari inverter ke PLN. Untuk mengetahui kinerja ATS ini maka dilakukan pengamatan dan pengukuran untuk pengambilan data. Dari hasil pengukuran dapat diketahui penggunaan baterai dari penuh 12,9V sampai dengan 10V dengan beban 5 watt adalah selama 23 menit 47 detik dan pada penggunaan beban 30 watt didapatkan waktu penggunaan selama 12 menit 28 detik, selanjutnya setelah tegangan 10V maka panel ATS akan memindahkan sumber tegangan nya ke PLN. Pada jurnal ini akan di bahas tentang panel PLTS menggunakan sistem kontrol ATS dengan sumber tegangan PLTS sebagai prioritas.

Kata kunci : Energi listrik; Panel surya; ATS; PLN

ABSTRACT

Along with the development of the times and current technology, the need for electrical energy is very large to support human activities. The absence of electrical energy can interfere with the continuity of human activities. Renewable energy is non-fossil energy obtained from nature. Solar energy can be utilized by building a solar power plant (PLTS). However, the power

generated by PLTS is not always channelled continuously to the load, in that case we need an alternative solution to help distribute the electrical voltage to the load. The use of a voltage source from the PLTS will someday run out of battery power in the battery which may be caused by the use of maximum power on the battery without recharging. To prevent this problem, an automatic control device called ATS (Automated Transfer Switch) was designed. This tool helps to turn on the inverter automatically and connect it to the load when the PLTS is on. When the PLTS turns off due to lack of power, this tool transfers power from the inverter to PLN. To determine the performance of this ATS, observations and measurements were carried out for data collection. From the measurement results, it can be seen that the use of the battery from full 12.9V to 10V with a load of 5 watts is 23 minutes 47 seconds and at the use of a 30 watt load the usage time is 12 minutes 28 seconds, then after the voltage is 10V the ATS panel will move the source. its voltage to PLN. In this journal, we will discuss the PV mini-grid panels using the ATS control system with the PLTS voltage source as a priority.

Keywords : Electrical energy; Solar panels; ATS; PLN

PENDAHULUAN

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) kini banyak digunakan karena dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan sehari-hari guna memenuhi kebutuhan listrik (Yuwono et al., 2021) (Triyanto et al., 2023). Menggunakan energi matahari, panel surya mengubahnya menjadi energi listrik (Tri Cahyo Wicakono & Abdi Bangsa, 2022). Kebutuhan energi listrik terus meningkat dari tahun ke tahun, dan untuk memenuhi hal tersebut perlu dicari sumber energi alternatif termasuk pembangkit listrik tenaga surya. Energi ini banyak digunakan di berbagai tempat seperti rumah, kantor, lampu jalan dan pabrik. Untuk membuat perkembangan ini lebih bermanfaat, kita perlu memperbaikinya dan mempelajarinya lebih lanjut. Sistem kontrol atau kendali kini mulai beralih ke sistem kontrol otomatisasi, sehingga sangat sedikit campur tangan manusia dalam pengendaliannya. Dibandingkan dengan pengerjaan secara manual, sistem pengontrol otomatis menawarkan keunggulan dalam hal efisiensi, keamanan, dan akurasi. Saat listrik PLTS padam, seringkali tidak diketahui apakah listrik PLTS sudah hidup atau menyala kembali (Baharuddin Arif Aswar et al., 2021).

Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian mengenai sakelar pemindah otomatis dengan catu daya PLTS dan PLN, agar dapat melihat betapa efisiennya penggunaan saklar otomatis saat mengontrol beban antara PLTS dan PLN. ATS adalah singkatan dari istilah automatic transfer switch, dan berdasarkan istilah ini ATS adalah switch yang berfungsi secara otomatis, tetapi fungsi otomatisnya berdasarkan pada saat daya terputus dari PLTS atau terjadi deep discharge, maka saklar akan secara otomatis beralih ke catu daya PLN (Triyanto et al., 2024).

TEORI

Seiring meningkatnya kebutuhan energi listrik dan perhatian terhadap dampak lingkungan dari penggunaan energi fosil, pemanfaatan energi terbarukan menjadi salah satu solusi yang terus dikembangkan (Dwisari et al., 2023). Salah satu bentuk energi terbarukan yang paling potensial dan ramah lingkungan adalah energi surya. Di negara tropis seperti Indonesia, yang memiliki intensitas sinar matahari tinggi sepanjang tahun, pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi alternatif yang sangat relevan untuk mendukung ketahanan dan ketersediaan energi nasional. Namun, dalam implementasinya, PLTS memiliki tantangan terutama saat intensitas matahari berkurang atau malam hari. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, dikembangkanlah sistem PLTS Hybrid yang menggabungkan sumber energi dari panel surya dengan jaringan listrik konvensional seperti PLN, serta menggunakan Automatic Transfer Switch (ATS) sebagai sistem pengalih sumber energi secara otomatis. Secara teoritis mengenai sistem PLTS, PLTS Hybrid, serta peran penting ATS dalam mendukung kontinuitas suplai listrik. Selain itu, komponen yang dibutuhkan untuk merancang panel PLTS dengan sistem prioritas sumber tegangan, di mana PLTS menjadi sumber utama dan PLN sebagai cadangan (Jeremy et al., 2021).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya merupakan sistem pembangkit tenaga listrik yang menggunakan energi matahari untuk menghasilkan energi listrik melalui panel surya yang terkandung dalam energi hijau yang terbarukan dan lebih untuk memenuhi kebutuhan energi listrik. PLTS merupakan salah satu sarana untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat dengan cara yang sangat ramah lingkungan. Mengingat Indonesia merupakan daerah tropis, alangkah baiknya jika PLTS dikembangkan secara serius (Hutajulu et al., 2020).

PLTS Hybrid merupakan pembangkit listrik tenaga surya yang didukung oleh teknologi hybrid. Artinya, sistem tenaga yang dihasilkan oleh panel surya dapat digabungkan dengan listrik dari PLN dengan bantuan ATS. Diharapkan dengan adanya sistem ini, pengguna dapat dengan mudah mendapatkan suplai energi listrik yang optimal dan memprediksi pemadaman dan pemadaman listrik (safitri, 2021).

Automatic Transfer switch merupakan rangkaian kontrol untuk sakelar inverter dengan PLN secara otomatis. Alat ini membantu untuk menyalakan inverter secara otomatis dan menghubungkannya ke beban saat PLN menyala. Saat inverter mati, alat ini akan mentransfer daya ke beban menggunakan daya PLN secara otomatis. Berbagai jenis ATS dibedakan berdasarkan kapasitas daya yang diperlukan atau fase dan arus yang mengalir melalui panel, tetapi prinsip operasinya sama. Pada dasarnya, membuat ATS memainkan ide logika matematika dengan merakit beberapa alat seperti relay, timer, kontaktor, MCB dan sebagainya. Alat-alat ini terutama digunakan sebagai sakelar atau pemutus sirkuit. Penggunaan panel ATS ini memiliki ukuran konsumsi daya yang berbeda. Semakin tinggi konsumsi daya, maka semakin besar komponen, terutama spesifikasi breaker dan kontaktor, serta ukuran kabel (Triyanto et al., 2024).

Solar Charge Controller (SCC) merupakan salah satu komponen dari sistem PLTS yang berperan sebagai pengatur baik daya yang masuk maupun yang keluar dari panel surya. SCC ini digunakan untuk melindungi baterai dari pengisian yang berlebihan. Disamping itu, dapat mengatur tegangan dan arus dari panel surya ke baterai. Kebanyakan panel surya 12 Volt menghasilkan tegangan keluaran sekitar 16-20 Volt DC. Karena itu, jika tidak disetel, baterai akan rusak karena pengisian daya yang berlebihan. Umumnya, pengisian penuh baterai 12 Volt membutuhkan tegangan pengisian sekitar 13 hingga 14,8 volt (Wahidin et al., 2022).



Gambar 1. *Solar Charge Controller*

Baterai adalah sebuah metode untuk menyimpan energi yang diperoleh dari modul PV berbasis matahari, baterai adalah perangkat yang mengubah energi senyawa kimia menjadi sebuah energi listrik. Setiap sel memiliki kutub positif (katoda) dan kutub negatif (anoda), kutub dengan tanda positif menunjukkan bahwa energi potensial lebih menonjol daripada poros dengan tanda negatif. Kutub bertanda negatif adalah sumber elektron, yang terhubung ke sirkuit eksternal dan meneruskan pasokan energi listrik ke perangkat eksternal yang terhubung. Saat baterai dihubungkan dengan sirkuit luar, elektrolit bisa bergerak sebagai partikel di dalamnya, menyebabkan reaksi sintetik pada kedua poros (Raharja et al., 2021).

Inverter merupakan alat elektronik yang mengkonversi daya aliran searah (Direct Current) dari baterai atau papan sel berbasis tenaga matahari menjadi aliran listrik bolak-balik (Alternating Current). Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS, inverter digunakan untuk menaikkan tegangan dari 12 Volt DC menjadi 220 Volt AC, misalnya berguna untuk berbagai perangkat keras elektronik seperti PC, peralatan korespondensi, TV, dan sebagainya. dimanfaatkan untuk perangkat keras elektronik rumah tangga dan semua tempat yang membutuhkan penguatan (power) yang mempunyai kemampuan untuk menggantikan aset kelistrikan PLN (Subandi, dkk, 2021).

Magnetik Kontaktor 220 VAC adalah sebuah komponen yang berfungsi sebagai konektor/kontak berkapasitas tinggi dengan konsumsi daya yang minimal. Kontaktor terdiri dari sebuah kumparan, beberapa di antaranya adalah kontak Normally Open (NO) dan beberapa Normally Close (NC). NO terbuka jika kontaktor normal dan NO menutup jika kontaktor bekerja. Sedangkan kontak NC sebaliknya yaitu ketika dalam keadaan normal

kontak NC menutup dan terbuka satu kontaktor bekerja. (Susanto, 2013) TDR. Timer berfungsi selama masih menerima sumber tegangan. Ketika batas waktu yang diinginkan tercapai, timer akan otomatis mengunci, kontak NO akan menjadi NC dan kontak NC akan menjadi NO (Nurfauziah et al., 2022).

Relay MK2P-I 220VAC berfungsi berdasarkan prinsip induksi medan elektromagnetik. Ketika sebuah konduktor dirangsang oleh arus listrik, maka timbul medan magnet disekitar penghantar tersebut. Selanjutnya, medan magnet yang dihasilkan oleh arus diinduksi secara magnetis pada logam besi. (Nurul Adhim, Ratna Mustika Yasi, 2019). Untuk relay MK2P-I ini mempunyai 8 kaki. Prinsip kerjanya, relay bisa berfungsi karena adanya medan magnet yang digunakan untuk menggerakkan saklar. Ketika kumparan disuplai dengan tegangan yang sama dengan tegangan operasi relay, arus yang mengalir melalui kumparan kawat menciptakan medan magnet di dalam kumparan. Komponen relay 220 Volt AC ini menggunakan relay MK2P-I 220V. Hal ini membuat relay AC 220 Volt ini akan mengatur kerja alat ATS yang menggunakan dua catu daya yaitu catu daya inverter dan PLN (Triyanto, 2023).

MCB biasanya digunakan untuk membatasi arus dan keamanan instalasi listrik. MCB bertindak sebagai sekering hubung singkat dan juga sebagai perangkat proteksi kelebihan beban. (TAMBA, 2021) MCB berfungsi dengan cara pemutusan yang disebabkan oleh aliran arus lebih oleh elektromagnet / bimetal. Cara kerja MCB ini adalah dengan menggunakan pemuaian dari bimetal yang panas saat arus mengalir untuk memutuskan arus listrik. Untuk mengetahui daya maksimum MCB yaitu dengan mengalikan kapasitas MCB dengan 220VAC (Sunarto et al., 2022).

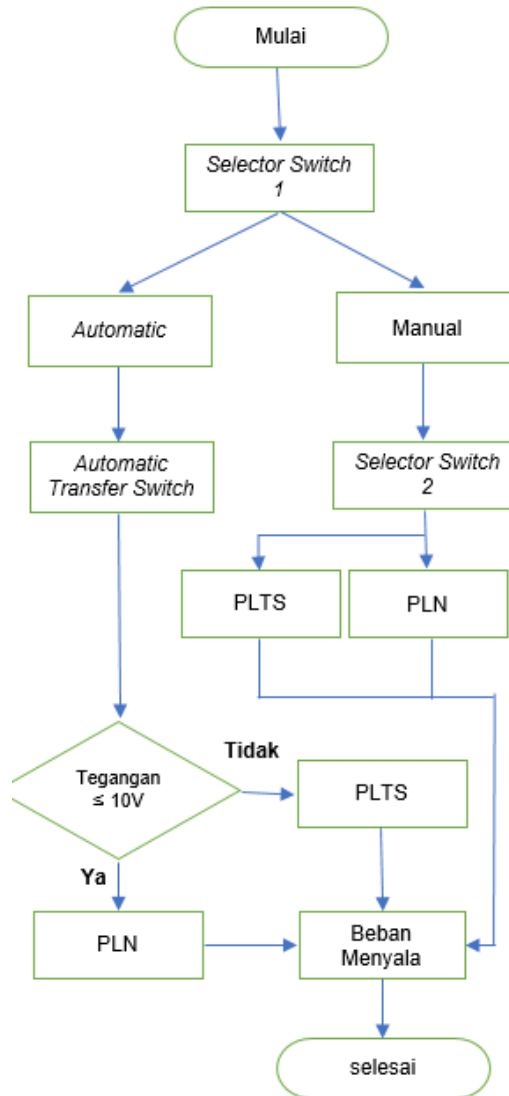
Selector Switch berfungsi saklar pemilih ini adalah untuk menghubungkan rangkaian, tetapi biasanya hanya dua jenis yang digunakan: dua posisi (ON/OFF / Start-Stop / 0-1) dan tiga posisi (ON-OFF-ON / Auto-Off-Manual). (Ifan Sufiyan Tsauri, Deni Hendarto, 2017). Saklar pemilih pada dasarnya terdiri dari spindel atau rotor dengan poros yang menonjol dari posisi ujung yang dipilih saat ini. Port ini diatur dalam lingkaran di sekitar rotor. Saat Anda memilih posisi saklar ini, port terhubung ke salah satu port aktif dan arus mengalir ke arah beban. Cara mekanisme sederhananya adalah dengan cara memutar selector menggunakan jari tangan manusia pada posisi tertentu (Sunarto et al., 2022).

METODOLOGI

Proses SCC yang menerima daya listrik dan menyimpan daya ke baterai kemudian disalurkan ke inverter yang selanjutnya arus akan diubah dari arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) untuk menghidupkan beban.

Tahap flowchart pertama dimulai dari menentukan selector switch untuk menggunakan sistem kontrol automatic atau manual, jika memilih automatic maka sistem kontrol akan memprioritaskan sumber tegangan dari inverter, dan jika sumber tegangan dari inverter hilang maka sumber tegangan dari PLN akan masuk menggantikan sumber tegangan dari inverter. Jika selector switch diarahkan ke manual maka sistem kontrol akan

dilanjutkan ke selector switch ke dua dan pengguna bisa menggunakan panel sesuai kebutuhan dengan memilih sumber tegangan inverter ataupun PLN. Gambar 2 merupakan bentuk dari flowchart penelitian.



Gambar 2. Flowchart penelitian

Komponen dipasang dengan mempertimbangkan penempatan komponen baik pada bok utama maupun pada pintu. Pada perakitannya juga memperhatikan rangkaian untuk memudahkan langkah perakitan selanjutnya, yaitu langkah wiring. Komponen lain seperti kontaktor magnetik, relai, dan timer terletak di dalam kotak, dengan lubang di pintu kotak untuk memasang bagian seperti lampu indikator, voltmeter, dan selector switch. Pada tahap instalasi dilakukan dengan melihat gambar perancangan. Setelah membuat jalur kabel dan tata letak komponen, metode pemasangan kabel diusahakan sesuai dengan keperluan alat yang akan digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui kinerja dari sistem ATS sesuai dengan desain yang dibuat. Pada awalnya ATS menggunakan pemakaian catu daya inverter sebagai tegangan prioritas, ketika tegangan akumulatornya kurang dari 10 Volt maka solar charger controller akan mematikan Inverter dan penggunaannya beralih ke PLN secara otomatis. Selanjutnya akumulator akan di charger kembali sampai tegangan maksimal yang diatur SCC. Setelah akumulator terisi penuh, ATS akan secara otomatis berpindah dari tegangan PLN kepenggunaan inverter kembali. Dalam pengujian ATS, peralatan yang digunakan yaitu Multitester Digital, bagian yang akan diukur yaitu tegangan pada output 220 volt dari Inverter dan PLN.

Hasil dari pengujian dan pengukuran yang telah dilakukan pada panel ATS, memperoleh data dari hasil pengukuran tersebut. Hasil pengukuran ini ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Penggunaan baterai pada penelitian

No	Beban (W)	Waktu Penggunaan Baterai (12,9 V- 10 V) menit
1	5	23
2	15	19
3	20	17
4	30	12

Sedangkan pada penggunaan beban dengan pengaruh sistem ATS dengan sumber PLN dapat ditunjukkan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Perbandingan arus inverter dengan PLN

No	Beban (W)	Arus pada Inverter (A)	Arus pada PLN (A)
1	5	0,01	0,01
2	15	0,05	0,07
3	20	0,09	0,13
4	30	0,13	0,20

KESIMPULAN

Berdasarkan simulasi, pengukuran dan pengujian, maka dapat disimpulkan bahwa hasil perancangan unit panel automatic transfer switch (ATS) berfungsi dengan baik dan sesuai perencanaan. Kinerja pada ATS adalah saat baterai terisi penuh catu daya yang digunakan berasal dari inverter, jika penggunaan baterai melemah dibawah 10 Volt maka secara otomatis ATS akan beralih ke catu daya PLN dan inverter dalam keadaan mati, ketika baterai terisi penuh maka ATS akan Kembali ke penggunaan catu daya dari inverter.

DAFTAR PUSTAKA

- Baharuddin Arif Aswar, M., Mahmuddin, F., Darma Lestari, A., Poros Malino km, J., Gowa, K., & Selatan, S. (2021). Perancangan Automatic Transfer Switch (ATS) Pembangkit Listrik Hibrid Panel Surya dan Generator untuk Bagan Apung. *Jurnal Penelitian Enjiniring (JPE)*, 25(2), 141–148. <https://doi.org/10.25042/jpe.112021.09>
- Dwisari, V., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2023). Pemanfaatan Energi Matahari: Masa Depan Energi Terbarukan. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 376–384. <https://doi.org/10.37478/optika.v7i2.3322>
- Hutajulu, A. G., RT Siregar, M., & Pambudi, M. P. (2020). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTs) on Grid Di Ecopark Ancol. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 22(1), 23. <https://doi.org/10.24912/tesla.v22i1.7333>
- Jeremy, D., Utama, V., Army, P. F., & Sartika, E. M. (2021). Perancangan Integrated Transfer Switch (ISTS) bagi Pengguna Panel Surya. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 5(1), 39–48. <https://doi.org/10.26760/jrh.v5i1.39-48>
- Nurfauziah, A., Nurhaji, S., & Abdillah, H. (2022). Penggunaan rangkaian forward-reverse sebagai pengontrol motor 3 fasa. *Vocational Education National Seminar (VENS)*, 1(1), 26–29.
- Raharja, L. P. S., Eviningsih, R. P., Ferdiansyah, I., & Yanaratri, D. S. (2021). Penggunaan Daya Panel Surya Dengan MPPT Bisection Pada Proses Charging Baterai. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 9(1), 24–33. <https://doi.org/10.32487/jtt.v9i1.957>
- Sunarto, S., Santosa, Y., & Supriyanto, S. (2022). Analisis Perbandingan Sistem Proteksi Tegangan Sentuh Tidak Langsung Menggunakan ELCB dan MCB. *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, 7(1), 83. <https://doi.org/10.31544/jtera.v7.i1.2022.83-90>
- Tri Cahyo Wicakono, M., & Abdi Bangsa, I. (2022). Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTs) Photovoltaic Rooftop Pada Gedung Gardu Induk Kantor Pusat Pt Pembangkit Jawa Bali. *Aisyah Journal Of Informatics and Electrical Engineering (A.J.I.E.E)*, 4(2), 107–115. <https://doi.org/10.30604/jti.v4i2.122>
- Triyanto, A. (2023). *PROTEKSI SISTEM TENAGA*. UNPAM PRESS.
- Triyanto, A., Dewi, L., & Salsabila, S. (2023). *Desain dan Rancang Bangun Panel Surya 100 WP Terhadap Pengaruh Radiasi dan Beban Motor DC*. 5(1), 21–26.
- Triyanto, A., Studi, P., Elektro, T., Teknik, F., & Pamulang, U. (2024). *IMPLEMENTASI PEMBUATAN SISTEM ATS (AUTOMATIC TRANSFER SWITCH) PLN KE INVERTER DI MAJELIS DZIKIR JL . 5*.
- Wahidin, N. F., Yadie, E., & Putra, M. A. (2022). Analisis Perbandingan Solar Charging Controller (SCC) Jenis PWM Dan MPPT Pada Automatic Handwasher with Workstation Bertenaga Surya Politeknik Negeri Samarinda. *PoliGrid*, 3(1), 12. <https://doi.org/10.46964/poligrid.v3i1.1490>
- Yuwono, S., Diharto, D., & Pratama, N. W. (2021). Manfaat Pengadaan Panel Surya dengan Menggunakan Metode On Grid. *Energi & Kelistrikan*, 13(2), 161–171. <https://doi.org/10.33322/energi.v13i2.1537>