



KINERJA SISTEM PENGAMAN PADA PLTS OFFGRID DENGAN SISTEM ATS-PLN PENDOPO GEDUNG D

KINERJA SISTEM PENGAMAN PADA PLTS OFFGRID DENGAN SISTEM ATS-PLN PENDOPO GEDUNG D

Ade Prasetyo¹, Ajeng Bening kusumaningtyas², Isdawimah³

Program Studi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425, Indonesia

ade.prasetyo.te20@mhs.w.pnj.ac.id, ajeng.beningkusumaningtyas8@elektro.pnj.ac.id

ABSTRAK

Sistem PLTS Off Grid yang terintegrasi dengan Sistem ATS-PLN adalah solusi menggabungkan sumber energi matahari dengan komponen lainnya seperti ATS, pengaturan pemangangan, penyimpanan baterai, LVD, dan inverter. Integrasi ini memungkinkan pengelolaan efisien energi dari panel surya, jaringan PLN, dan baterai. ATS berperan penting dalam beralih otomatis antara PLTS dan PLN, menjaga pasokan listrik kontinu saat ada gangguan. Baterai digunakan untuk fleksibilitas mengumpulkan energi PLTS dan menggunakannya saat diperlukan, juga menjaga pasokan dalam kondisi cahaya rendah. LVD melindungi baterai dan mempertahankan kinerja jangka panjang. Inverter mengubah energi dari DC menjadi AC yang dapat digunakan oleh peralatan listrik. Integrasi yang solid memungkinkan sistem menghasilkan, mengelola, dan memanfaatkan energi dari panel surya, PLN, dan baterai secara efisien. ATS memastikan pasokan yang lancar dengan beralih otomatis antara PLTS dan PLN saat diperlukan. Baterai memberikan fleksibilitas dalam menyimpan dan menggunakan energi, serta menjaga pasokan saat cahaya surya minim. Fungsi LVD penting untuk perlindungan dan kinerja baterai jangka panjang. Inverter mengubah energi menjadi bentuk yang sesuai untuk peralatan listrik. Dengan begitu, sistem PLTS Off Grid dengan ATS, pengaturan pemangangan, baterai, LVD, dan inverter, memberikan solusi komprehensif untuk mengoptimalkan energi terbarukan dalam berbagai situasi.

Kata kunci: PLTS offgrid, PLN, sistem pengaman, ATS, fuse, MCB, keamanan, inverter, efisiensi, energi matahari.

ABSTRACT

The Off-Grid Solar Power System integrated with the ATS-PLN System is a solution that combines solar energy sources with other components such as ATS, load management, battery storage, LVD, and inverter. This integration enables efficient energy management from solar panels, the utility grid (PLN), and batteries. ATS plays a crucial role in automatically switching between the Off-Grid Solar Power System and the utility grid, ensuring uninterrupted power supply during disruptions. Batteries provide flexibility in storing surplus energy generated by the solar panels and using it as needed, also maintaining supply during low-light conditions. LVD safeguards the batteries and preserves long-term performance. The inverter converts energy from DC to AC, suitable for powering electrical appliances. This robust integration allows the system to generate, manage, and harness energy from solar panels, the utility grid, and batteries efficiently. ATS ensures seamless supply by automatically transitioning between the Off-Grid Solar Power System and the utility grid when required. Batteries offer flexibility in energy storage and usage, as well as maintaining supply during periods of low solar irradiance. The LVD function is crucial for battery protection and long-term performance. The inverter transforms energy into a suitable form for electrical equipment. As such, the Off-Grid Solar Power System with ATS, load management, batteries, LVD, and inverter provides a comprehensive solution to optimize renewable energy utilization in various situations.

Keywords: Offgrid SPGS, utility grid, security system, ATS, fuse, MCB, safety, inverter, efficiency, solar energy

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Kinerja Sistem Pengaman Pada PLTS Off Grid dengan Sistem ATS-PLN Pendopo Gedung D

PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah sistem pembangkit listrik yang menggunakan sinar matahari sebagai sumber energi untuk menghasilkan listrik melalui konversi energi matahari menjadi energi listrik menggunakan sel surya (panel surya).

PLTS bekerja dengan cara mengonversi sinar matahari menjadi energi listrik melalui penggunaan sel surya (panel surya) yang terbuat dari bahan semikonduktor. Ketika sinar matahari mengenai sel surya, elektron-elektron dalam bahan semikonduktor tersebut berpindah, menciptakan arus listrik yang dapat digunakan untuk menyuplai kebutuhan listrik dalam berbagai aplikasi, seperti untuk rumah tangga, industri, dan sistem pembangkit listrik skala besar.[1]

PLTS Off-Grid mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, sehingga dapat mengurangi biaya operasional dalam jangka panjang. PLTS Off-Grid telah terbukti menjadi solusi yang efektif dalam menyediakan listrik di daerah-daerah terpencil atau terisolasi di berbagai negara. Dengan memanfaatkan energi surya dan sistem penyimpanan baterai, PLTS Off-Grid merupakan solusi yang efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan untuk menyediakan listrik yang stabil dan andal di lokasi yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik konvensional.[2]

Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Offgrid dengan sistem ATS-PLN telah menjadi pilihan menarik dalam menyediakan pasokan listrik yang handal dan berkelanjutan. Kombinasi sumber energi surya, baterai, dan generator diesel memungkinkan efisiensi yang tinggi serta mengatasi fluktuasi pasokan dari jaringan utama. Namun, keandalan sistem pengaman menjadi faktor kunci untuk operasional yang aman dan efisien.

Sistem keamanan pada PLTS offgrid melibatkan berbagai parameter yang harus terus-menerus diawasi dan dipantau. Parameter-parameter tersebut menjadi indikator penting dalam memastikan kinerja sistem pengaman yang optimal serta kemampuan untuk mengidentifikasi potensi risiko atau gangguan secara tepat waktu.[3]

Analisis sistem pengaman pada PLTS offgrid di Gedung D Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta dilakukan oleh penulis. Tujuannya adalah mengidentifikasi aspek pengaman kritis, mengevaluasi kinerja sistem yang ada, dan memberikan saran perbaikan guna meningkatkan keandalan dan keselamatan operasional PLTS offgrid dengan sistem ATS-PLN. Fluktuasi tegangan dari sumber energi surya, perubahan cuaca tiba-tiba, dan interaksi antara sumber energi beragam memerlukan pendekatan pengaman terpadu. Dengan adanya sistem pengaman yang baik, kerusakan pada peralatan dan gangguan operasional dapat dihindari, sehingga PLTS dapat berfungsi secara optimal dan memberikan manfaat maksimal.

Penanganan Gangguan atau Darurat: Kinerja sistem pengaman dinilai dari kemampuannya dalam menangani gangguan atau darurat dengan baik sehingga dapat meminimalkan dampak negatif pada operasional PLTS offgrid. [4]

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan panduan untuk memperbaiki sistem pengaman yang ada, sehingga mampu menjaga kinerja sistem pada tingkat optimal. Dengan demikian, Metode penelitian ini dilakukan supaya PLTS offgrid dengan sistem ATS-PLN dapat beroperasi secara andal, efisien, dan aman, menghadirkan manfaat yang signifikan dalam penyediaan pasokan listrik berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Sistem keamanan pada PLTS offgrid mengawasi sejumlah parameter kunci untuk memastikan kinerja optimal dan deteksi dini potensi risiko. Ini melibatkan pemantauan tegangan dan arus untuk mencegah over atau under voltage yang merusak, serta pemantauan suhu untuk mencegah overheating. Monitoring kapasitas baterai penting untuk ketersediaan energi cadangan yang cukup, sementara pengawasan kelembaban melindungi peralatan dari kondisi lingkungan merusak. Pengukuran tekanan relevan terutama untuk sistem proteksi petir. Status koneksi ke grid penting jika terhubung, dan pemantauan status proteksi serta indikator gangguan membantu memastikan sistem berjalan dengan aman. Kehadiran peringatan dan alarm juga menjadi kunci, memicu tindakan darurat saat situasi kritis terdeteksi.

ATS (Automatic Transfer Switch) adalah perangkat otomatis yang mengalihkan pasokan listrik antara PLTS dan PLN berdasarkan prioritas dan kondisi listrik. Saat PLTS stabil, ATS beralih dari PLN ke PLTS, dan sebaliknya saat gangguan. Relay dan pengatur waktu mengendalikan ATS untuk memutuskan peralihan dengan cermat. [5]

Pengaman dalam PLTS offgrid melindungi sistem dari kerusakan dan performa buruk. Ini termasuk Fuse untuk melindungi dari arus berlebih, MCB yang otomatis memutus sirkuit saat arus terlalu tinggi, dan Ground Fault Protection untuk mencegah kecelakaan. Proteksi overvoltage dan undervoltage menghindari gangguan tegangan, sedangkan Arus Bocor Protection mencegah risiko kecelakaan.

Hak Cipta :

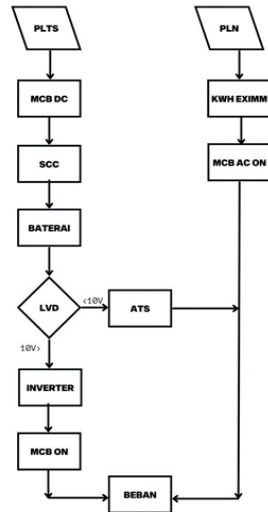
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Kinerja Sistem Pengaman Pada PLTS Off Grid dengan Sistem ATS-PLN Pendopo Gunung D

Dalam PLTS offgrid, sistem pengaman dan ATS bekerja bersama untuk menjaga keandalan, keamanan, dan kinerja sistem secara optimal. Pengaman melindungi peralatan dari gangguan dan fault, sementara ATS memastikan pasokan listrik yang terus-menerus dan stabil dari sumber daya yang paling sesuai dalam situasi tertentu.

Koordinasi antara sistem pengaman dan ATS memastikan PLTS offgrid beroperasi efisien dan andal. ATS memastikan pasokan listrik stabil, sementara pengaman melindungi peralatan dan kinerja sistem dari gangguan. Dengan kerja sama ini, PLTS offgrid dapat menghasilkan energi listrik yang berkelanjutan dan handal. [6]



Gambar 2. 1 Flowcart rangkaian ATS PLTS dan PLN

PLTS ini memiliki Beberapa keamanan yang berada di plts untuk menjaga kehandalan. Fuse yang mengamankan dari inverter ke beban, Fuse yang mengamankan antara baterai dan sec , Fuse dan mcb dc untuk mengamankan dari panel surya ke scc, Mcb AC yang mengamankan dari inverter ke relay ats , Mcb AC mengamankan dari relay ke output beban, Lvd mengamankan baterai supaya tidak kosong atau memiliki tegangan minimum yang sudah diatur. [7]

Koordinasi yang tepat akan memastikan bahwa proteksi terdekat dengan gangguan yang terjadi yang akan merespon terlebih dahulu sementara yang lainnya tetap tidak terpicu. Kinerja sistem pengamanan PLTS offgrid (Pembangkit Listrik Tenaga Surya offgrid) merupakan ukuran sejauh mana sistem pengaman dapat melindungi dan menjaga keandalan serta keselamatan. [8]

operasional PLTS offgrid. Tujuan dari sistem pengamanan adalah untuk mengidentifikasi dan mengatasi potensi risiko atau gangguan yang mungkin terjadi pada komponen dan peralatan PLTS offgrid

Tabel 2. 1 Data Rating Arus MCB

Pengaman	Mcb	fuse
Out inverter	6A (AC)	10A
Out PV	16A (DC)	-

HASIL DAN PEMBAHASAN

Output Panel Surya

Tabel 3. 1 Pengujian Arus dan Tegangan Output Panel Surya

Solar cell	Alat Pengujian	Arus DC (A)	Jam	Tegangan
38,9	Multimeter	11,2	09.00	20.4V

Hak Cipta :
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Kinerja Sistem Pengaman Pada PLTS Off Grid dengan Sistem ATS-PLN Pendopo Gunung D

Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

40,7	Multimeter	11,31	09.30	20.5V
44	Multimeter	11,7	10.00	21.5V
47,	Multimeter	12,	10.30	21.03V
52	Multimeter	12,2	11.00	22.2V
54,6	Multimeter	12	11.30	22.3V
53,2	Multimeter	12,2	12.00	22.32V
47	Multimeter	12,11	12.30	22.09V
46	Multimeter	12	13.00	21.6V
41,4	Multimeter	11,6	13.30	20.7V
38	Multimeter	11,11	14.00	20.1V
42,5	Multimeter	11,6	14.30	21.2V
37,9	Multimeter	10,91	15.00	19.9V

Jadi terdapat hubungan yang saling terkait antara suhu panel surya, arus yang dihasilkan, dan tegangan. Hubungan ini sering dikenal dengan hukum dasar untuk sel fotovoltaik yang dikenal sebagai Hukum Lambert-Beer atau Hukum Shockley-Queisser. Dalam konteks ini, untuk panel surya yang beroperasi di bawah kondisi tertentu, Anda dapat merumuskannya sebagai berikut:

1. **Kenaikan Suhu Panel Surya → Kenaikan Arus yang Dihasilkan:** Ketika suhu panel surya naik, resistansi internal panel juga cenderung meningkat. Hal ini mempengaruhi aliran arus listrik di dalam panel. Dengan meningkatnya arus ini, akan ada kenaikan arus yang dihasilkan oleh panel surya. Intuitifnya, ini dapat dijelaskan dengan lebih tingginya energi termal yang dapat digunakan oleh elektron untuk bergerak di dalam bahan semikonduktor panel surya. Jadi, hubungan antara kenaikan suhu dan kenaikan arus adalah positif.[9]
2. **Tegangan Berbanding Lurus dengan Arus:** Tegangan di panel surya dipengaruhi oleh perbedaan potensial listrik antara ujung-ujung panel. Karena hambatan internal meningkat dengan kenaikan suhu, potensial efektif untuk memindahkan muatan elektrik dalam panel menjadi lebih kecil. Oleh karena itu, tegangan di panel surya cenderung menurun saat suhu naik.[10]

Output Beban (MCB AC)

Tabel 3. 2 Data Arus dan Tegangan Keluaran ke beban

Solar cell	Alat Pengujian	Arus AC (A)	Jam	Tegangan (V)
38,9	Multimeter	0,71	09.00	225.36
40,7	Multimeter	0,72	09.30	224.52
44	Multimeter	0,78	10.00	224.98
47,	Multimeter	0,78	10.30	225.20
52	Multimeter	0,84	11.00	224.76
54,6	Multimeter	0,83	11.30	225.85
53,2	Multimeter	0,85	12.00	224.42
47	Multimeter	0,83	12.30	224.61
46	Multimeter	0,78	13.00	224.13

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Kinerja Sistem Pengaman Pada PLTS Off Grid dengan Sistem ATS-PLN Pendopo

Gedung D

41,4	Multimeter	0,75	13.30	224.14
38	Multimeter	0,70	14.00	225.27
42,5	Multimeter	0,76	14.30	225.77
37,9	Multimeter	0,67	15.00	225.89

Dapat kita katakan ketika tegangan dalam suatu sistem listrik mengalami penurunan, tetapi beban yang terhubung tetap stabil pada 30W, efek yang mungkin terjadi adalah peningkatan arus AC yang mengalir melalui beban. Tegangan dan arus dalam suatu rangkaian terkait erat melalui hukum Ohm, yang menyatakan bahwa arus (I) dalam suatu rangkaian adalah hasil dari tegangan (V) yang diterapkan pada beban, dibagi oleh resistansi (R) dari beban tersebut, atau secara matematis dituliskan sebagai $I = V / R$.

Dalam kasus ini, karena beban tetap pada 30W, resistansi beban dianggap tetap konstan. Ketika tegangan (V) mengalami penurunan, berdasarkan hukum Ohm, jika resistansi (R) tetap konstan, arus (I) akan mengalami peningkatan untuk menjaga kesetimbangan persamaan tersebut. Dengan kata lain, arus akan mencoba untuk mengkompensasi penurunan tegangan dengan mengalir lebih banyak melalui beban.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, kita dapat menyimpulkan bahwa input arus dari panel surya (PV) memiliki batas maksimal sekitar 16A. Ini berarti MCB (Magnetic Circuit Breaker) hanya akan terpicu (trip) ketika terjadi lonjakan arus yang melampaui 16A. Namun, dalam kondisi normal, arus yang dihasilkan oleh panel surya rata-rata sekitar 11,5A.

Selanjutnya, untuk output arus yang menuju beban, kita melihat bahwa arus yang dibutuhkan oleh beban hanya sekitar 0,8A. Hal ini sangat jauh lebih rendah dari kapasitas MCB yang digunakan, yaitu 6A. Oleh karena itu, MCB tidak akan terpicu dalam kondisi ini, karena beban yang digunakan jauh di bawah batas yang ditetapkan oleh MCB.

Perlu juga diingat bahwa kita telah mempertimbangkan beban maksimal yang dapat digunakan saat stop kontak tersedia dan digunakan oleh peralatan lain. Semua analisis ini diarahkan untuk memastikan bahwa arus yang melewati sistem tetap berada dalam batas yang aman, mencegah terjadinya kelebihan arus yang bisa menyebabkan kerusakan pada peralatan atau bahkan potensi kebakaran.

Dengan demikian, langkah-langkah yang telah diambil dalam perencanaan, seperti pemilihan MCB yang sesuai dengan kapasitas dan pemantauan arus yang dihasilkan oleh panel surya dan yang mengalir ke beban, akan membantu menjaga integritas dan kinerja sistem secara keseluruhan.

Analisis Gangguan pada Inverter dan Kinerja LVD pada Baterai

Ada beberapa situasi yang bisa menyebabkan inverter mengalami gangguan pada salah satu hal paling sering terjadi yaitu komponen didalam inverter mengalami kerusakan internal yang menyebabkan inverter tidak mengeluarkan output nya.

Macam – macam gangguan di inverter

A. Gangguan didalam inverter akibat terbakarnya MOSFET

MOSFET adalah komponen penting dalam inverter yang mengontrol arus listrik yang masuk ke peralatan. Jika MOSFET meledak, maka secara besar ada gangguan pada sirkuit atau MOSFET mengalami kegagalan internal yang menyebabkan peningkatan arus yang tidak normal

Salah satu penanganannya Matikan segera sistem PLTS dan periksa kondisi MOSFET. Identifikasi penyebab meledaknya MOSFET, seperti gangguan pada sirkuit atau beban yang terlalu tinggi. Ganti MOSFET yang rusak dengan yang baru dan pastikan melakukan perbaikan sirkuit yang rusak sebelum menghidupkan kembali system.

B. Inverter Fault Ketika Dimasukkan Beban Laptop yang Memiliki Arus Bocor

Arus bocor dari laptop yang terhubung ke inverter dapat menyebabkan perangkat inverter memasuki mode fault untuk melindungi sistem dari bahaya listrik.

Tindakan yang diperlukan Matikan inverter dan lepaskan beban laptop yang memiliki arus bocor. Periksa kondisi laptop dan kabelnya untuk mengidentifikasi dan perbaiki masalah arus bocor. Setelah masalah diatasi, coba hidupkan kembali inverter dengan beban yang aman.

C. Fuse 10A yang Melindungi Inverter Terbakar Ketika Dihubungkan dengan Beban Kipas Panel

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta



Kinerja Sistem Pengaman Pada PLTS Off Grid dengan Sistem ATS-PLN Pendopo

Gedung D

Jika fuse 10A yang melindungi inverter terbakar ketika dihubungkan dengan beban kipas panel, mungkin ada arus lebih tinggi daripada kapasitas fuse yang menyebabkan fuse terbakar, adanya arus balik yang cukup besar yang terjadi dikarenakan lonjakan kipas Ketika terjadi swict ke sumber PLTS dan menyebabkan relay tidak berkoordinasi dengan baik dan akhir nya menyebabkan fuse putus dan inverter ikut menyala fault

.Matikan sistem PLTS dan ganti fuse 10A yang terbakar dengan yang baru dan sesuai kapasitasnya. Pastikan beban kipas panel tidak melebihi kapasitas inverter dan fuse yang digunakan untuk melindunginya.

Keterangan tabel diletakkan diatas tabel. Judul tabel ditulis rata tengah spasi 1. Tabel hendaknya bu... gambar. Contoh dapat dilihat pada Tabel 1. Apabila setelah ilustrasi dilanjutkan dengan penulisan section, berikutnya, maka jaraknya adalah 2 spasi.

Se... Ketika terjadi kerusakan inverter

A. Ketika arus bocor masuk ke inverter
... Apabila ada arus bocor dari laptop dan inverter PLTS mati dengan indikator fault menyala, kemungkinan ada masalah pada sistem PLTS yang perlu diatasi. Berikut adalah langkah-langkah yang dapat diambil untuk mengatasi situasi ini:

- 1 Langkah Pertama: Matikan Sistem
Ketika indikator fault menyala dan ada indikasi adanya arus bocor, langkah pertama yang harus diambil adalah mematikan sistem PLTS secara menyeluruh. Hal ini bertujuan untuk menghindari risiko kecelakaan dan mengamankan sistem sebelum melakukan pemeriksaan lebih lanjut.
- 2 Putuskan Koneksi dengan Laptop dan Inverter
Putuskan koneksi antara laptop dan inverter untuk memastikan bahwa tidak ada lagi arus bocor yang mengalir ke dalam sistem PLTS.
- 3 Periksa Laptop dan Kabelnya
Periksa laptop dan kabel yang digunakan untuk menghubungkan laptop dengan inverter. Pastikan tidak ada kerusakan fisik pada kabel, dan pastikan kabel terhubung dengan benar dan tidak longgar.
- 4 Cek Inverter dan Proteksi
Periksa inverter untuk melihat apakah ada indikasi kerusakan fisik atau masalah lain yang dapat menyebabkan indikator fault menyala. Periksa juga system proteksi inverter untuk memastikan mereka berfungsi dengan baik.
- 5 Periksa Grounding (Penghantar Tanah) Pastikan grounding pada sistem PLTS berfungsi dengan baik. Grounding yang baik sangat penting untuk melindungi sistem dari potensi arus bocor.
- 6 Uji Kembali Sistem Setelah memeriksa dan memperbaiki potensi masalah, cobalah menghidupkan kembali sistem PLTS secara perlahan dan monitor dengan cermat. Pastikan indikator fault mati dan sistem beroperasi dengan normal.
- 7 Identifikasi Penyebab dan Perbaiki Jika masalah persisten, identifikasi penyebab arus bocor dan matinya inverter. Mungkin ada masalah pada laptop, kabel, atau inverter yang perlu diperbaiki atau diganti.

B. ketika inverter mengalami fault karena ada arus balik sangat tinggi

SOP (Standard Operating Procedure) yang dapat diikuti ketika inverter fuse meledak dan inverter PLTS mengalami fault adalah sebagai berikut:

- 1 Matikan Sistem: Segera matikan sistem PLTS dengan memutuskan sumber listrik dari panel surya atau baterai. Ini penting untuk menghentikan aliran listrik dan mencegah kerusakan lebih lanjut pada komponen dan perangkat.
- 2 Periksa Inverter Fuse: Periksa kondisi fuse pada inverter. Jika fuse meledak atau terlihat terbakar, jangan mencoba menggantinya terlebih dahulu. Catat kondisi fuse dan tanda-tanda kerusakan lainnya untuk referensi selanjutnya.
- 3 Identifikasi Penyebab: Coba identifikasi penyebab meledaknya fuse dan fault pada inverter. Periksa apakah ada masalah polaritas, tegangan, arus bocor, atau kondisi lain yang mungkin menyebabkan masalah tersebut.
- 4 Ganti Fuse dengan yang Sesuai: Jika fuse telah terbakar atau rusak, gantilah dengan fuse yang sesuai kapasitas dan jenisnya. Pastikan untuk menggunakan fuse yang direkomendasikan oleh

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta



Kinerja Sistem Pengaman Pada PLTS Off Grid dengan Sistem ATS-PLN Pendopo Gunung D

produsen inverter dan sesuai dengan spesifikasi sistem PLTS.

5 Cek Kondisi Inverter: Periksa kondisi inverter secara menyeluruh. Perhatikan apakah ada komponen yang terlihat rusak, terbakar, atau ada indikasi masalah lainnya. Jika diperlukan, lakukan pemeriksaan lebih mendalam oleh tenaga ahli.

6 Periksa Koneksi: Pastikan semua koneksi antara panel surya, baterai, inverter, dan beban terpasang dengan baik dan tidak ada kabel yang terlepas atau longgar.

7 Pastikan Arus dan Tegangan: Periksa tegangan dan arus listrik yang masuk ke inverter dan keluar dari inverter. Pastikan tegangan dan arus berada dalam batas yang diizinkan oleh inverter dan perangkat lainnya.

8 Tes Inverter: Setelah fuse telah diganti dan masalah lainnya telah diatasi, lakukan pengujian untuk menguji kembali kinerja inverter. Pastikan inverter berfungsi dengan baik dan tidak ada indikasi fault atau masalah lainnya.

Keamanan dan kehandalan sangat penting dalam operasi sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) offgrid yang terhubung dengan jaringan listrik utama (PLN). Sistem pengaman yang handal memiliki peran krusial dalam menjaga stabilitas operasi PLTS offgrid dengan sistem ATS-PLN. Pengaman yang baik mampu mengurangi risiko gangguan serius dan kerusakan peralatan, yang pada gilirannya menjaga kelancaran operasi sistem.

Pengaman yang efektif juga melindungi komponen utama seperti inverter, baterai, dan panel surya dari tegangan atau arus berlebih yang dapat merusak atau mengganggu perangkat. Hal ini berkontribusi pada keselamatan teknisi dan pekerja yang terlibat dalam perawatan sistem serta meningkatkan efisiensi energi dengan menghindari hilangnya energi akibat gangguan.

Selain itu, pengaman yang tepat mencegah overloading dan gangguan pada PLN karena arus balik atau gangguan dari PLTS. Dengan sistem pengaman yang andal, operasi PLTS offgrid dengan sistem ATS-PLN dapat berjalan lancar dan stabil. Dalam rangka menjaga kelangsungan operasi, implementasi sistem pengaman yang efektif menjadi suatu keharusan, memberikan manfaat jangka panjang berupa perlindungan peralatan, efisiensi energi yang lebih baik, dan operasi yang terus-menerus.

Kinerja LVD pada baterai

Sistem proteksi tegangan rendah (Low Voltage Disconnect, LVD) memiliki peran krusial dalam menjaga integritas dan masa pakai baterai dari deep discharging atau pemakaian yang sangat dalam. Deep discharging terjadi ketika baterai terbebani hingga batas yang sangat rendah, melebihi ambang batas yang aman. Hal ini dapat merusak baterai dan mengurangi usia pakai serta performa keseluruhan.

Sistem LVD bekerja dengan cara memonitor tegangan baterai. Ketika tegangan baterai turun mendekati atau di bawah ambang batas yang ditetapkan (biasanya nilai rendah yang masih aman), LVD akan aktif dan memutuskan sumber daya yang terhubung ke beban. Hal ini mencegah baterai terbebani lebih lanjut dan menjaga agar tegangan baterai tetap dalam kisaran yang aman.

A. Kondisi Baterai Rendah saat Diisi Daya (Charging)

Saat baterai sedang diisi daya (charging) dan Low Voltage Disconnect (LVD) belum menyala, tegangan baterai sekitar 12.1 volt dengan arus pengisian sekitar rata-rata 11A.

Pengujian Saat Beban di Baterai

Saat baterai diuji dengan beban lampu sorot LED 15 watt dan fast charging 67 watt, tegangan dari baterai ke inverter turun dengan cepat. Tegangan mencapai 9 volt, yang menyebabkan inverter mati karena merasa tegangan terlalu rendah untuk beroperasi.

B. Peningkatan Tegangan setelah disconnecting dari Beban

Setelah memutuskan beban, tegangan dari baterai langsung naik karena mendapatkan suplai daya dari panel surya (PV) sekitar 80 volt. Namun, karena baterai belum sepenuhnya terisi (charging), saat diberi beban lagi, tegangan baterai cepat turun lagi dan suplai daya beralih ke PLN

C. kondisi Selector Switch dalam Mode Manual

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta



Kinerja Sistem Pengaman Pada PLTS Off Grid dengan Sistem ATS-PLN Pendopo Gedung D

Dalam mode manual, terdapat situasi dengan selector switch yang tidak menghubungkan sistem ke mode otomatis atau ATS (Automatic Transfer Switch). Sehingga, ketika suplai daya dari panel surya tidak mencukupi dan baterai rendah, sistem tidak akan beralih ke suplai daya dari PLN.

D. Tegangan Rendah pada Inverter

Inverter akan mati otomatis ketika tegangan masuknya rendah, kurang dari 9V, untuk melindungi peralatan dan menghindari kerusakan.

Dalam kasus ini, LVD diatur untuk melakukan tindakan ketika tegangan baterai turun di bawah 10 volt dan akan mereset kembali ketika tegangan baterai mencapai 12.1 volt. Berikut adalah uraian langkah-langkah yang terjadi dalam skenario ini:

Tegangan Baterai di Bawah 12.1 Volt:

1. Ketika tegangan baterai turun di bawah ambang batas 12.1 volt (misalnya, seperti yang Anda sebutkan, 11 atau 10 volt), sistem LVD mendeteksi bahwa baterai berada dalam kondisi rendah dan dekat dengan batas yang tidak aman.
2. Pada saat ini, sistem LVD akan memutuskan sumber daya keluar dari baterai, seperti inverter atau beban lain yang terhubung. Ini dilakukan untuk mencegah pengosongan lebih lanjut yang dapat merusak baterai.

Tegangan Baterai Meningkat ke 12.5 Volt:

1. Saat pengisian daya dilakukan atau baterai menerima pasokan daya yang cukup, tegangan baterai mulai naik.
2. Setelah tegangan baterai mencapai ambang batas yang ditetapkan (dalam kasus Anda, 12.1 volt), sistem LVD akan mendeteksi bahwa baterai telah mencapai kondisi yang cukup terisi.
3. Pada titik ini, sistem LVD akan mengaktifkan kembali suplai daya keluar dari baterai, memungkinkan inverter atau beban lain untuk beroperasi kembali.

Fungsi ini sangat penting untuk menjaga kesehatan dan umur baterai, serta mencegah pengosongan berlebihan yang dapat merusak peralatan yang terhubung ke sistem. Ini juga membantu menjaga ketersediaan daya saat Anda membutuhkannya tanpa merusak baterai secara permanen.

Penting untuk mengatur ambang batas LVD sesuai dengan karakteristik baterai Anda dan kebutuhan sistem Anda agar berfungsi dengan baik. Dalam pengujian ini dapat disimpulkan bahwa inverter sangat rentan dengan permasalahan disekitarnya sehingga membutuhkan pengaman yang tepat untuk menjaga kehandalan inverter nya dan pengaturan lvd juga sangat penting untuk menjaga masa pakai baterai supaya tidak terjadi pengosongan yang dapat merusak baterai.

KESIMPULAN

Desain sistem PLTS offgrid dengan system ATS-PLN di Pendopo Gedung D bertujuan untuk efisiensi energi dengan mengurangi ketergantungan pada listrik PLN. Fungsi inverter sebagai pengatur aliran listrik memastikan prioritas daya dari panel surya. Komponen utama meliputi inverter tipe taffware PSW 1000W, kWh Meter EXIM, dan panel surya 50 Wp.

Perlindungan baterai dilakukan dengan Low Voltage Disconnect (LVD) untuk mencegah pengosongan berlebihan. Sistem pengaman responsif melindungi dari gangguan atau kondisi tidak diinginkan. Penambahan Automatic Transfer Switch (ATS) mengelola perpindahan sumber daya secara efisien.

Dengan mengintegrasikan hasil dari elemen-elemen sistem, kesimpulannya adalah rancangan ini mencapai tujuan efisiensi energi dan pengurangan ketergantungan pada PLN. Prioritas aliran listrik, komponen yang tepat, perlindungan baterai, pengaman aktif, kalibrasi yang akurat, dan penggunaan ATS bijaksana merupakan faktor penting dalam sistem ini. PLTS offgrid dengan system ATS-PLN yang diimplementasikan menunjukkan kehandalan dan efektivitas yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- P. Studi *et al.*, "Perancangan Solar Cell untuk Kebutuhan Energi Listrik pada Kapal Nelayan Adelia A Zamista," vol. 10, no. 1, 2017.

Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Kinerja Sistem Pengaman Pada PLTS Off Grid dengan Sistem ATS-PLN Pendopo Gunung D

M. Syahwil and N. Kadir, "Rancang Bangun Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem Off-grid Sebagai Alat Penunjang Praktikum Di Laboratorium," 2021.

R. Putri and S. Meliala, "Penerapan Instalasi Panel Surya Off Grid Menuju Energi Mandiri Di Yayasan Pendidikan Islam Dayah Miftahul Jannah," 2020.

A. M. Ariawan *et al.*, "PERENCANAAN PEMBANGUNAN PLTS HYBRID DI PONDOK PEANTREN AL-ANWAR 4 SERANG, KABUPATEN REMBANG, PROVINSI JAWA TENGAH ENGINEERING DESIGN FOR HYBRID PV PLANT DEVELOPMENT IN AL ANWAR 4 SERANG ISLAMIC BOARDING SCHOOL, REMBANG DISTRICT, CENTRAL JAVA PROVINCE," 2021.

S. Rama, R. Murniati, and S. Nojeng, "PENGARUH TEMPERATUR PERMUKAAN TERHADAP EFISIENSI KONVERSI PHOTOVOLTAIK TIPE MONO-CRYSTALINE PADA DAERAH TROPIS." 2021.

E. Goza and M. Mujirudin, "JKTE UTA'45 JAKARTA PERANCANGAN PEMBANGKIT TENAGA SURYA FAKULTAS TEKNIK UHAMKA," *Ejournal Kajian Teknik Elektro*, vol. 4, no. 1, 1945.

A. Setyawan and A. Ulinuha, "PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA OFF GRID UNTUK SUPPLY CHARGE STATION," *Transmisi*, vol. 24, no. 1, pp. 23–28, Feb. 2022, doi: 10.24710/transmisi.24.1.23-28.

M. Maulana, V. Naubnome, and J. Sumarjo, "Pengaruh iradiasi dan temperatur terhadap efisiensi daya keluaran pada pemodelan photovoltaic canadian solar 270 wp," 2021.

T. Koerniawan,) ; Aas, W. Hasanah, T. Elektro, and S. Tinggi Teknik -Pln, "KAJIAN SISTEM KINERJA PLTS OFF-GRID 1 kWp DI STT-PLN."

L. Jalim, "PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI AWAL SOLAR INVERTER UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA OFF GRID," vol. 12, no. 1, 2020, doi: 10.24853/jurtek.12.1.31-38.

Hak Cipta :

Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

