

# PENGARUH SUHU TERHADAP EFISIENSI INVERTER PADAPLTS OFFGRID DENGAN SISTEM ATS-PLN

Arifa Novradika Salsabila<sup>1</sup>, Ajeng Bening K<sup>2</sup>, Isdawimah<sup>3</sup>

Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro, Prodi Teknik Listrik

Jl prof. Dr. GA Siwabessy, Kampus Baru UI Depok 16425

E-mail:

## ABSTRACT

*The Electrical Engineering Pavilion has transitioned its solar power generation from an on-grid system to an off-grid system with ATS-PLN integration to further reduce reliance on the utility grid. This study aims to assess the efficiency, performance, and power export-import dynamics as performance indicators of the off-grid solar power system with ATS-PLN at the Pavilion. Analysis is conducted based on measurement results, revealing that the inverter exhibits an efficiency ranging from 95.04% to 95.37%. Inverter efficiency is influenced by ambient temperature, experiencing a decrease of approximately 0.2% to 0.5% for each specific temperature rise. This underscores the critical role of ambient temperature in the inverter's performance within the offgrid dengan sistem ATS-PLN solar power system. The research also discovers that solar panel efficiency affects inverter efficiency. More efficient solar panels positively contribute to enhanced inverter efficiency by generating a greater amount of energy convertible to electricity by the inverter.*

**Keywords:** Efficiency, Off-Grid, Inverter, Solar Panel, ATS

## ABSTRAK

Pendopo Teknik Elektro telah menggunakan sistem on-grid untuk pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), yang menghemat penggunaan listrik dari PLN dengan bekerja secara langsung pada panel surya. Namun, untuk lebih mengurangi penggunaan pasokan listrik dari PLN, sistem ini akan diubah menjadi *offgrid* dengan sistem ATS-PLN. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung efisiensi, performa, serta menganalisis ekspor dan impor daya sebagai indikator unjuk kerja PLTS dengan sistem offgrid dengan sistem ATS-PLN di Pendopo Gedung D. Analisis dilakukan berdasarkan hasil pengukuran, yang menunjukkan bahwa inverter memiliki efisiensi berkisar 95,04%-95,37%. Efisiensi inverter dipengaruhi oleh suhu lingkungan, dengan penurunan sebesar 0,2-0,5% untuk setiap peningkatan suhu tertentu. Hal ini menunjukkan peran penting suhu lingkungan dalam kinerja inverter pada sistem PLTS *offgrid* dengan sistem ATS-PLN. Penelitian juga menemukan bahwa efisiensi panel surya mempengaruhi efisiensi inverter. Panel surya yang lebih efisien berkontribusi positif pada peningkatan efisiensi inverter karena menghasilkan lebih banyak energi yang dapat diubah menjadi listrik oleh inverter.

**Kata kunci:** Efficiency, Off-Grid, Inverter, Solar Panel, ATS

### 1. PENDAHULUAN

Pembangkit listrik tenaga surya pada pendopo teknik elektro sudah memakai sistem *on grid* sehingga akan menghemat

penggunaan listrik dari PLN karena sistem ini bekerja secara langsung di panel surya. Tetapi panel surya ini hanya bekerja secara efisien pada siang hari dimana sinar matahari menyorot langsung pada panel

surya tersebut dan apabila pada kondisi tidak adanya matahari maka daya dari PLN akan menyuplai untuk jala-jala beban. Sistem tersebut akan dioptimalisasi menjadi off grid dengan sistem ATS-PLN agar pemakaian supply dari PLN untuk beban semakin berkurang.

Adanya sistem *off grid* dengan sistem ATS-PLN ini akan tetap terhubung dengan PLN dengan memaksimalkan penggunaan daya dari panel surya tersebut. Dimana sumber daya dari PLN mempercepat pengisian baterai. Penggunaan baterai sebagai cadangan tenaga apabila suplai dari PLTS dan PLN padam atau mati yang membuat listrik padam. Namun dengan adanya batrai kondisi tersebut dapat diatasi karena beban akan tetap mendapat suplai listrik.

Panel surya menghasilkan arus searah (DC), sedangkan beban pada Pendopo dan sistem jaringan listrik menggunakan arus bolak-balik (AC). [1] Inverter pada PLTS *off grid* dengan sistem ATS-PLN bertanggung jawab untuk mengubah arus searah yang dihasilkan oleh panel surya menjadi arus bolak-balik yang sesuai dengan kebutuhan. [2] Kemampuan inverter untuk mengubah energi secara efisien tanpa banyak kehilangan daya selama proses konversi disebut dengan efisiensi computer. [3]

Efisiensi inverter dapat diukur sebagai perbandingan antara daya keluaran AC yang dihasilkan oleh inverter dengan daya masukan DC yang diterima dari panel surya. [4] Ada berbagai macam faktor yang mempengaruhi efisiensi inverter pada PLTS, diantaranya adalah tipe dari panel surya yang digunakan, pengaruh suhu, sudut, maupun dari lingkungan sekitar seperti bayangan di lingkungan tempat panel surya diletakkan.

Tujuan dari penulisan ini adalah menganalisa Pengaruh suhu pada sistem pembangkit listrik tenaga surya sistem *off grid* dengan sistem ATS-PLN dengan sistem ATS-PLN untuk Pendopo.

PLTS offgrid dengan sistem ATS-PLN berpotensi menjadi salah satu solusi utama untuk mencapai masa depan energi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, dengan sistem yang lebih efisien dan berkelanjutan.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan pengujian tentang pengaruh suhu solar cell Terhadap efisiensi inverter pengujian dilakukan dengan mengukur suhu solar cell, mengukur irradiasi pada PV, mengukur daya keluaran PV, dan mengukur daya keluaran inverter.

### 2.1. PENGUJIAN PANEL SURYA

Pada langkah awal yang harus dilakukan adalah Mengukur irradiasi menggunakan solar power metter, untuk menghitung efisiensi sel surya dan Mengukur daya keluaran dari sel surya yang menjadi input inverter menggunakan multimeter.

Tabel 1. Hasil Pengujian Solar Cell Hari Pertama

Jam	Suhu (C)	Irradian (Watt/m <sup>2</sup> )	Pin (Watt)	Po (Watt)	Efisiensi (%)
09.00	38,9	1.340,15	1.126,31	167,82	14,90
09.30	40,7	1.362,5	1.1444,5	170.53	14,90
10.00	44	1.522,56	1.279,29	184.73	14,44
10.30	47,	1.537,71	1.291,84	185.25	14,34
11.00	52	1.702,25	1.429,91	199.33	13,94
11.30	54,6	1.744,78	1.465,03	196.90	13,44
12.00	53,2	1.748,81	1.465	201.29	13,74
12.30	47	1.705,62	1.433,04	196.90	14,21
13.00	46	1.529,21	1.283,74	184.73	14,39
13.30	41,4	1.451,49	1.219,25	178.01	14,60
14.00	38	1.292,38	1.086,24	164.24	15,12
14.30	42,5	1.480,71	1.243	181.10	14,57
15.00	37,9	1.205,8	1.011,54	159.52	15,77
15.30	38,6	1.325,9	1.112,65	166.23	14,94
16.00	38,2	1.305,01	1.098,41	165.75	15,09
Rata-rata	43.02	1.486,43	1.296,61	162,25	14,51

Tabel 3 Hasil Pengujian Inverter Hari Pertama

Jam	Suhu (C)	Pin (Watt)	Po (Watt)	Efisiensi (%)
09.00	38,9	167,82	159,61	95,19
09.30	40,7	170,53	162,29	95,17
10.00	44	184,73	175,73	95,13
10.30	47,	185,25	176,15	95,09
11.00	52	199,33	189,50	95,07
11.30	54,6	196,90	187,13	95,04
12.00	53,2	201,29	191,31	95,04
12.30	47	196,90	187,23	95,09
13.00	46	184,73	175,72	95,12
13.30	41,4	178,01	169,38	95,15
14.00	38	164,24	156,58	95,34
14.30	42,5	181,10	172,32	95,15
15.00	37,9	159,52	152,13	95,37
15.30	38,6	166,23	158,27	95,21
16.00	38,2	165,75	157,89	95,26
Rata-rata	43,02	162,25	176,29	95,18

Tabel 4 Hasil Pengujian Inverter Hari Ke-dua

Jam	Suhu (C)	Pin (Watt)	Po (Watt)	Efisiensi (%)
09.00	36,31	165,82	157,92	95,24
09.30	38,4	173,61	165,17	95,14
10.00	41,3	173,02	164,68	95,18
10.30	45,4	183,11	174,1	95,08
11.00	46,6	180,44	171,53	95,06
11.30	47,6	187,04	177,91	95,12
12.00	50,8	197,04	187,23	95,02
12.30	50,3	200,63	190,75	95,08
13.00	51,16	203,66	193,52	95,02
13.30	51,12	203,67	193,77	95,14
14.00	51,3	206,87	196,98	95,22
14.30	48,7	183,04	174,47	95,32
15.00	49,1	184,21	175,75	95,41
15.30	47,3	177,64	169,31	95,31
16.00	46,1	185,45	176,8	95,33
Rata-rata	48,65	195,07	176,97	95,26

Tabel 2 Hasil Pengujian Solar Cell Hari Ke-dua

Jam	Suhu (C)	Irradian (Watt/m2)	Pin (Watt)	Po (Watt)	Efisiensi (%)
09.00	36,3 1	1.286,64	1.082,38	157,92	14,59
09.30	38,4	1.364,31	1.146,22	165,17	14,41
10.00	41,3	1.356,07	1.138,86	164,68	14,46
10.30	45,4	1.394,57	1.169,24	174,1	14,89
11.00	46,6	1.295,32	1.089,07	171,53	15,75
11.30	47,6	1.424	1.196,44	177,91	14,87
12.00	50,8	1552,21	1.304,74	187,23	14,35
12.30	50,3	1557,62	1.309,2	190,75	14,57
13.00	51,1 6	1.650,30	1.386,25	193,52	13,96
13.30	51,1 2	1.681,14	1.412,32	193,77	13,72
14.00	51,3	1.741,01	1.463,45	196,98	13,46
14.30	48,7	1.457,47	1.226,07	174,47	14,23
15.00	49,1	1.437,95	1.206,25	175,75	14,57
15.30	47,3	1.351,49	1.135,55	169,31	14,91
16.00	46,1	1.333,58	1.120,41	176,8	15,78
Rata-rata	48,65	1.498,31	1.167,09	176,97	14,40

## 2.2. PENGUJIAN INVERTER

Pengujian Inverter bertujuan untuk memverifikasi apakah data hasil keluaran dari Inverter sesuai dengan yang tercantum dalam lembar data atau plang nama. perhitungan pengujian mencakup pengukuran daya yang di dapat inverter setelah di dapat Input inverter dari output panel surya, kemudian Mengukur daya keluaran inverter untuk mengetahui efisiensi inverter menggunakan multimer. Daya input inverter merupakan daya output dari panel surya dan sudah dikalikan dengan fill factor. Fill factor (FF) adalah rasio antara daya aktual dari panel surya dengan arus dan tegangan maksimal yang mana adalah arus short circuit dan tegangan open circuit.[5]

### 3. PEMBAHASAN

#### 3.1 EFISIENSI PANEL SURYA

Berdasarkan Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 terlihat bahwa iradiasi matahari mengalami fluktuasi yang terus berubah setiap saat. Nilai iradiasi pengujian petama meningkat dari pagi hari dan mencapai puncaknya pada siang hari, mencapai nilai tertinggi sebesar 1.744,78 Watt/m<sup>2</sup> pada pukul 11.30 dengan suhu 54,6°C. Setelah itu, nilai iradiasi menurun saat beranjak dari siang ke sore hari. Suhu pada panel surya cenderung sebanding dengan suhu lingkungan

Nilai iradiasi pengujian kedua meningkat dari pagi hari dan mencapai puncaknya pada siang hari, mencapai nilai tertinggi sebesar 1.741,01 Watt/m<sup>2</sup> pada pukul 14.00 dengan suhu 51,16°C. Setelah itu, nilai iradiasi menurun saat beranjak dari siang ke sore hari. Suhu pada panel surya cenderung sebanding dengan suhu lingkungan,

##### a. daya input

Daya input didapat dari hasil perkalian iradiasi (W/m<sup>2</sup>) dengan luas permukaan string panel surya (m<sup>2</sup>). [6] Luas permukaan string panel surya adalah 0.84 m<sup>2</sup>, sehingga daya input pada pukul 09.00 adalah

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

$$P_{in} = 1.340,15 \text{ W/m}^2 \times 0,84 \text{ m}^2$$

$$P_{in} = 1.126,31 \text{ W}$$

##### b. perhitungan fill factor

PLTS yang menggunakan teknologi MPPT (Maximum Power Point Tracker) daya aktualnya adalah pada saat tegangan dan arus pada kondisi daya maksimum atau tegangan maximum power (V<sub>mp</sub>) dan arus maximum power (I<sub>mp</sub>). [7] Sehingga persamaan fill factor adalah rasio antara tegangan dan arus pada keadaan atau titik daya maksimum (P<sub>mp</sub>) dengan tegangan open circuit (V<sub>oc</sub>) dan arus short circuit (I<sub>sc</sub>) panel surya. Data V<sub>mp</sub> dan I<sub>mp</sub> serta V<sub>oc</sub> dan I<sub>sc</sub> panel surya tertera pada nameplate panel surya. Data pada nameplate

menunjukkan bahwa V<sub>mp</sub> dan I<sub>mp</sub> panel surya adalah 18,4 V dan 2,72 A serta V<sub>oc</sub> dan I<sub>sc</sub> adalah 22,6V dan 2,94A. karena penelitian menggunakan 4 panel surya yang dirangkai secara paralel, maka Dari data-data tersebut dapat diketahui nilai fill factor dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$FF = (V_{mp} \times I_{mp}) / (V_{oc} \times I_{sc})$$

$$= (18,4 \times 2,72) / (22,6 \times 11,68)$$

$$= 0,7351$$

##### c. daya output

daya output maksimum dari panel surya dapat dihitung dari data hasil pengukuran V<sub>oc</sub>, I<sub>sc</sub>, dan nilai fill factor. [8] Berikut ini adalah perhitungan daya output maksimum:

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF$$

$$P_{out} = 90,4 \times 2,92 \times 0,7351$$

$$P_{out} = 198,79 \text{ W}$$

##### d. efisiensi panel surya

Efisiensi modul panel surya adalah rasio atau perbandingan antara nilai daya output oleh panel surya dengan daya input dari iradiasi matahari. [9] Pada pukul 9.00 telah diketahui bahwa daya input dan daya output adalah Watt dan Watt. Sehingga efisiensi panel surya pada saat itu adalah

$$\eta = P_{out} / P_{in} \times 100\%$$

$$\eta = 167,82 / 1.126,31 \times 100\%$$

$$\eta = 14,57\%$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama akan didapat nilai efisiensi panel surya tiap waktu pengujian yang dimuat pada tabel 1 dan tabel 2.

#### 3.2 EFISIENSI INVERTER

Efisiensi inverter merupakan perbandingan daya output dan daya input dari inverter, dimana daya input inverter merupakan daya yang dihasilkan dari array panel surya. [10] Berdasarkan Tabel 4.2 pada pukul 10:00 diketahui besar daya output W 164,68 dan daya

input dari PV 165,82 W. Pada saat itu efisiensi inverter adalah

$$\eta = P_{out} / P_{in} \times 100\%$$

$$\eta = 164,68 / 165,82 \times 100\%$$

$$\eta = 95,19\%$$

Berdasarkan data perhitungan efisiensi inverter, pada tabel 4.2 didapatkan bahwa rata-rata efisiensi inverter sebesar 95,31% dengan nilai efisiensi tertinggi adalah 95,37% dan nilai efisiensi terendah adalah 95,04%. Sedangkan 4.3 efisiensi inverter berkisar antara 95,02% sampai dengan 95,41% . Data ini diambil menggunakan beban lampu LED 30watt dan perhitungan tanpa menggunakan cosphi.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian hari pertama dan kedua ditemukan bahwa semakin tinggi suhu maka tegangan dan arus akan semakin tinggi (berbanding lurus) , namun setelah dihitung daya output dari inverter untuk memperoleh nilai efisiensi didapatkan hasil bahwa Ketika daya berada pada Pmax, nilai efisiensi menjadi turun, Ketika suhu semakin tinggi sehingga menyebabkan losses yang di terima inverter menjadi besar. Suhu mempengaruhi efisiensi sebesar 0,2%-0,5%

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Halim, "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.
- [2] M. I. Maulana, V. Naubnome, and J. Sumarjo, "Pengaruh iradiasi dan temperatur terhadap efisiensi daya keluaran pada pemodelan photovoltaic canadian solar 270 wp," 2021.
- [3] S. Sarna, R. Murniati, and S. Nojeng, "PENGARUH TEMPERATUR PERMUKAAN TERHADAP EFISIENSI KONVERSI PHOTOVOLTAIK TIPE MONO-CRYSTALINE PADA DAERAH TROPIS."
- [4] B. Hari Purwoto, E. Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif, M. F. Alimul, and I. Fahmi Huda, "EFISIENSI PENGGUNAAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF."
- [5] 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: 10.14710/transmisi.24.1.23-28.
- [6] M. Suyanto Institut Sains, T. AKPRIND Jogjakarta Jl Kalisahak No, and K. Balapan Jogjakarta, *PENGARUH PENGGUNAAN SOLAR CHARGER CONTROLER TERHADAP STABILITAS SOLAR CELL SEBAGAI PENSUPPLY POMPA AIR PADA KEBUN SALAK DIMUSIM KEMARAU.*
- [7] M. Syahwil and N. Kadir, "Rancang Bangun Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem Off-grid Sebagai Alat Penunjang Praktikum Di Laboratorium," 2021.
- [8] P. Studi *et al.*, "Perancangan Solar Cell untuk Kebutuhan Energi Listrik pada Kapal Nelayan Adelia A Zamista," vol. 10, no. 1, 2017.

- [9] R. Putri and S. Meliala, "Penerapan Instalasi Panel Surya Off Grid Menuju Energi Mandiri Di Yayasan Pendidikan Islam Dayah Miftahul Jannah," 2020.
- [10] A. M. Ariawan *et al.*, "PERENCANAAN PEMBANGUNAN PLTS HYBRID DI PONDOK PESANTREN 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.