

Evaluasi dan Optimasi Kinerja Sistem PLTS Off-Grid pada Aplikasi Pompa Air AC 125 W untuk Irigasi Nyayur

I Made Sumerta Yasa¹, Ida Bagus Ketut Sugirianta¹

¹ Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali, Jl. Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali 80364, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history :

Received February 17, 2026
Revised February 20, 2026
Accepted February 28, 2026

Keywords :

Off-grid PV system;
AC water pump;
solar charge controller;
performance evaluation.

ABSTRACT

Off-grid photovoltaic (PV) systems are widely applied for low-power water pumping applications; however, their performance is strongly influenced by the compatibility between system components and load characteristics. AC water pumps, as inductive loads, require high starting currents that may reduce system stability. This study aims to evaluate and optimize the performance of an off-grid PV system used to operate a 125 W AC water pump.

The initial system consisted of a 300 Wp PV module, a 10 A solar charge controller (SCC), a 12 V 50 Ah battery, and a 500 W inverter. Performance evaluation indicated current limitation by the SCC and significant battery voltage drop during pump operation. System optimization was conducted by upgrading the SCC to 30 A, increasing the battery capacity to 12 V 100 Ah, and replacing the inverter with a 1000 W unit. Performance evaluation was carried out through measurements of voltage, current, and battery state of charge (SOC). The results show improved charging performance, more stable battery voltage during pump operation, and a slower SOC decline, indicating enhanced reliability and stability of the optimized off-grid PV system

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid* banyak digunakan pada aplikasi pompa air berdaya rendah, namun kinerjanya sangat dipengaruhi oleh kesesuaian kapasitas komponen terhadap karakteristik beban. Pompa air AC sebagai beban induktif memerlukan arus start tinggi yang dapat menurunkan stabilitas sistem. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan mengoptimasi kinerja sistem PLTS *off-grid* pada aplikasi pompa air AC berdaya 125 W. Sistem awal terdiri dari panel surya 300 Wp, *solar charge controller* (SCC) 10 A, baterai 12 V 50 Ah, dan *inverter* 500 W. Hasil evaluasi menunjukkan terjadinya pembatasan arus pengisian oleh SCC serta penurunan tegangan baterai yang signifikan saat pompa beroperasi. Optimasi dilakukan dengan meningkatkan kapasitas SCC menjadi 30 A, baterai menjadi 12 V 100 Ah, dan *inverter* menjadi 1000 W. Evaluasi performa dilakukan melalui pengukuran tegangan, arus, dan *state of charge* (SOC) baterai. Hasil menunjukkan peningkatan stabilitas tegangan, pengisian baterai yang lebih optimal, serta penurunan SOC yang lebih lambat, sehingga sistem menjadi lebih andal dan stabil.

corresponding Author :

I Made Sumerta Yasa, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali, Jl. Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali 80364, Indonesia.
Email: sumertayasa61@pnb.ac.id

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid* sebagai sumber energi alternatif semakin berkembang, terutama pada sektor pertanian dan irigasi di daerah yang belum terjangkau jaringan

listrik konvensional. Sistem PLTS *off-grid* dinilai efektif karena mampu menyediakan energi listrik secara mandiri, ramah lingkungan, serta mendukung keberlanjutan operasional pompa air yang diperlukan dalam sistem irigasi pertanian[1]. Dalam berbagai studi, perancangan sistem PLTS *off-grid* melibatkan komponen utama seperti panel surya, *solar charge controller* (SCC), baterai, dan inverter, serta evaluasi performa untuk memastikan kesesuaian sistem dengan kebutuhan energi beban yang dioperasikan [2][3].

Keandalan sistem PLTS *off-grid* sangat dipengaruhi oleh kecocokan kapasitas komponen utama terhadap karakteristik beban, terutama jika beban bersifat induktif seperti pompa air AC yang memerlukan arus start tinggi[1]. Performa sistem ditentukan oleh efisiensi komponen seperti SCC dalam menangkap energi dari panel, stabilitas tegangan baterai selama beban beroperasi, serta kemampuan inverter dalam mengonversi daya DC ke AC secara andal untuk mendukung beban harian[4][5].

Berdasarkan pengamatan dan pengukuran lapangan pada bulan September tahun 2025 di lokasi Subak Sembung Peguyangan Denpasar, sistem PLTS *off-grid* yang terpasang mengalami kerusakan SCC dan gangguan operasional selama kurang lebih 4 minggu, sehingga pompa air tidak dapat digunakan secara optimal untuk irigasi. Hasil evaluasi awal mengindikasikan bahwa SCC dengan kapasitas rendah bekerja di kondisi mendekati batas maksimum secara terus-menerus, sehingga berkontribusi terhadap penurunan keandalan perangkat. Kondisi ini juga berdampak pada komponen lain seperti baterai dan inverter, yang mengalami fluktuasi tegangan dan pembebanan arus tinggi saat beban dioperasikan.

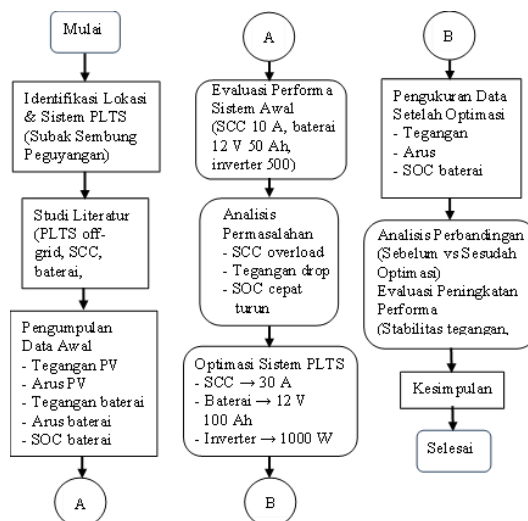
Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dilakukan optimasi sistem PLTS *off-grid* yaitu dengan meningkatkan kapasitas SCC, baterai, dan inverter agar sesuai dengan kebutuhan daya serta karakteristik beban. Optimasi ini bertujuan untuk meningkatkan stabilitas tegangan, efisiensi pengisian baterai, serta kinerja dan kontinuitas operasional sistem secara keseluruhan. Penelitian ini kemudian difokuskan pada evaluasi performa sistem setelah optimasi, sehingga diharapkan dapat menjadi referensi dalam perancangan dan pengelolaan PLTS *off-grid* yang lebih andal untuk aplikasi pompa air pada sistem irigasi pertanian.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental kuantitatif dan analisis performa berdasarkan pengukuran lapangan untuk menilai perubahan kinerja sistem PLTS *off-grid* setelah dilakukan optimasi terhadap kapasitas *Solar Charge Controller* (SCC), baterai, dan inverter[6]. Metode ini merupakan pendekatan kuantitatif yang umum dipakai dalam studi performa PLTS *off-grid* pada literatur umumnya, di mana parameter fisis sistem diukur dan dianalisis secara langsung untuk melihat pengaruh perubahan konfigurasi sistem terhadap *output* PLTS[7][8].

2.1 Desain Penelitian

Metodologi penelitian diawali dengan survei lokasi dan identifikasi spesifikasi sistem PLTS *off-grid* yang terpasang di Subak Sembung Peguyangan. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data awal berupa pengukuran tegangan, arus, dan *state of charge* (SOC) baterai pada kondisi sebelum optimasi.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian Optimasi Kinerja PLTS *Off-Grid*.

erdasarkan hasil evaluasi awal, dilakukan optimasi sistem dengan meningkatkan kapasitas *solar charge controller* (SCC), baterai, dan inverter. Setelah optimasi, dilakukan kembali pengukuran parameter sistem dengan metode yang sama. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara komparatif untuk mengevaluasi

peningkatan performa sistem PLTS *off-grid*. Tahap akhir penelitian adalah penarikan kesimpulan. Adapun diagram alirnya dapat dibuat seperti Gambar 1.

2.2. Pengumpulan Data Lapangan

Pengumpulan data dilakukan secara langsung pada sistem PLTS di lapangan melalui perangkat ukur multimeter digital dan alat monitor baterai. Parameter yang diukur meliputi: Tegangan panel surya (V), Arus panel surya (A), Tegangan baterai (V_{bat}), Arus baterai (I_{bat}), *State of Charge* baterai (SOC).

Data pengukuran dilakukan secara periodik pada rentang waktu tertentu untuk memantau kondisi sistem baik dalam kondisi beban aktif maupun saat panel mengisi baterai. Metode pengukuran ini umum digunakan pada studi performa PLTS *off-grid* untuk memperoleh gambaran nyata dari karakteristik operasional sistem [9].

2.3 Parameter Evaluasi Sistem

Analisis performa sistem dilakukan dengan mengevaluasi parameter teknis diantaranya :

a. Efisiensi pengisian baterai

Efisiensi pengisian baterai menyatakan perbandingan energi yang tersimpan di baterai terhadap energi yang masuk dari panel melalui SCC. Adapun Rumusnya yang berbasis energi [5][10]:

$$\eta_{bat} = \frac{\sum(V_{bat} \cdot I_{bat} \cdot \Delta t)_{discharge}}{\sum(V_{bat} \cdot I_{bat} \cdot \Delta t)_{charge}} \times 100\% \quad (1)$$

dimana :

η_{bat} : efisiensi baterai

V_{bat} : tegangan baterai

I_{bat} : arus baterai

Δt : Interval waktu pengukuran *charging* maupun *discharging*

b. Stabilitas tegangan baterai saat beban operasi

Stabilitas tegangan menunjukkan kemampuan baterai mempertahankan tegangan selama beban aktif.

Penurunan tegangan (Voltage Drop)[9] [11] [12] :

$$\Delta V_{bat} = V_{bat, no\ load} - V_{bat, load} \quad (2)$$

Persentase stabilitas tegangan:

$$Stabilitas = \left(1 - \frac{\Delta V_{bat}}{V_{bat, no\ load}}\right) \times 100\% \quad (3)$$

c. Penurunan SOC sehari penuh

Menggambarkan seberapa besar energi baterai terpakai dalam satu hari operasi[13] [14]:

$$\Delta SOC_{harian} = SOC_{awal} - SOC_{akhir} \quad (4)$$

dalam persen:

$$\Delta SOC(\%) = SOC_{pagi} - SOC_{malam} \quad (5)$$

d. Kemampuan SCC dalam meregulasikan arus masuk dari panel

Menunjukkan seberapa efektif SCC mengontrol arus dari panel agar sesuai dengan kapasitas baterai dan spesifikasi SCC[15] [16].

Efisiensi SCC:

$$\eta_{SCC} = \frac{P_{in}}{P_{out}} \times 100\% \quad (6)$$

dengan :

$$P_{in} = V_{pv} \cdot I_{pv}$$

$$P_{out} = V_{bat} \cdot I_{bat}$$

Indeks Regulasi Arus SCC:

$$R_{SCC} = \frac{I_{pv}}{I_{bat}} \quad (7)$$

Keterangan :

Apabila R_{SCC} :

Nilai mendekati 1, maka dinyatakan regulasi arus baik.

Nilai fluktuatif, maka menunjukkan indikasi mismatch kapasitas / SCC bekerja tidak optimal

Parameter-parameter ini digunakan untuk mengetahui seberapa baik sistem mampu mengakomodasi kebutuhan energi beban setelah optimasi.

2.4 Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara komparatif antara kondisi sebelum dan sesudah optimasi komponen. Analisis dilakukan dengan menggunakan pendekatan statistik sederhana dan grafik untuk menampilkan perbedaan performa sistem secara kuantitatif. Teknik perbandingan semacam ini umum digunakan untuk menilai efisiensi dan performa sistem *off-grid*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Sistem Sebelum Optimasi

Sistem PLTS *off-grid* yang terpasang di lokasi Subak Sembung Peguyangan Denpasar pada kondisi awal menggunakan panel surya 300 Wp, SCC 10 A, baterai 12 V 50 Ah, dan inverter 500 W untuk mengoperasikan pompa air AC berdaya 125 W.



Gambar 2. PLTS *off-grid* dengan beban pompa AC

3.2 Evaluasi Sistem PLTS Off-Grid

Evaluasi sistem PLTS *off-grid* merupakan proses analisis kinerja, keandalan, dan efisiensi komponen seperti panel surya, baterai, *inverter*, dan solar *charge controller* yang beroperasi secara mandiri tanpa jaringan PLN.

a. Arus Maksimum Panel Surya

Pada sistem 12 V, maka arus maksimum teoritis panel surya dapat dihitung sebagai:

$$I_{PV} = \frac{P_{PV}}{V_{sistem}} = \frac{300}{12} = 25 \text{ A}$$

Sedangkan SCC yang digunakan hanya memiliki kapasitas 10 A, maka hal ini menunjukkan bahwa : SCC tidak mampu menangani arus maksimum panel, daya panel surya tidak dapat dimanfaatkan secara optimal dan terjadi *clipping* arus oleh SCC, sehingga sebagian daya panel terbuang. Dengan demikian SCC 10 A tidak sesuai untuk panel 300 Wp pada sistem 12 V.

b. Kapasitas Energi Baterai

Kapasitas energi baterai:

$$E_{bat} = V \times Ah = 12 \times 50 = 600 \text{ Wh}$$

Dengan mempertimbangkan *Depth of Discharge* (DoD) aman 50%:

$$E_{usable} = 600 \text{ Wh} \times 0,5 \approx 300 \text{ Wh}$$

c. Kebutuhan Energi Beban

Daya pompa air AC:

$$P_{beban} = 125 \text{ W}$$

Aapbila pompa beroperasi selama 2 jam:

$$E_{beban} = 125 \times 2 = 250 \text{ Wh}$$

Dengan demikian energi baterai cukup terbatas dan hampir mencapai batas aman DoD hanya untuk 2 jam operasi pompa air.

d. Arus Baterai saat Pompa Beroperasi

Dengan efisiensi inverter $\pm 85\%$:

$$I_{bat} = \frac{P_{beban}}{V \times \eta} = \frac{125}{12 \times 0,85} \approx 12,3 \text{ A}$$

e. Arus Start Pompa

Pompa air AC memiliki arus start sekitar 3–5 kali arus nominal[17], sehingga arus baterai sesaat dapat mencapai:

$$I_{start} \approx 40\text{--}60 \text{ A}$$

Sehingga dampak terhadap baterai 50 Ah: C-rate sesaat mencapai 0,8–1,2 C, Tegangan baterai berpotensi turun hingga $<11 \text{ V}$, Inverter berisiko *low voltage protection*. Dengan demikian: baterai 12 V 50 Ah bekerja berat saat start pompa.

f. Daya Inverter

Inverter 500 W secara daya nominal cukup untuk beban 125 W. Namun pompa AC memerlukan daya start tinggi, jika inverter tidak memiliki *surge capability* $\geq 2\times$, sistem berisiko trip, tegangan input inverter sangat bergantung pada stabilitas baterai. Sehingga inverter secara daya memadai, tetapi kinerjanya sangat tergantung kondisi baterai.

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan maka sistem PLTS *off grid* yang sudah beroperasi mempunyai kelemahan diantaranya : SCC 10 A tidak sesuai dengan panel 300 Wp, kapasitas baterai terlalu kecil untuk beban induktif, tegangan baterai tidak stabil saat pompa start, umur baterai berpotensi cepat menurun, dan inverter tidak memiliki *surge capability* $\geq 2\times$.

Untuk itu dapat direkomendasikan bahwa sistem PLTS *off grid* hendaknya dioptimalkan dengan menggunakan komponen sistem seperti : *Solar Charge Controller* (SCC) 30A, baterai 12V 100Ah, inverter 1000W.

3.3 Optimasi PLTS Off-Grid

Optimasi PLTS *off-grid* merupakan proses perancangan dan pengaturan komponen sistem seperti panel surya, baterai, inverter, dan *Solar Charge Controller* (SCC) secara efisien untuk menghasilkan, menyimpan, dan menyalurkan listrik yang handal tanpa jaringan PLN.

a. Performa Solar Charge Controller (SCC)

Besar arus maksimum panel:

$$I_{PV,max} = \frac{P_{PV}}{V_{sistem}} = \frac{300}{12} = 25 \text{ A}$$

Maka dengan perhitungan diatas sebaiknya SCC yang dipergunakan mempunyai kpsitas 30A, karena umumnya SCC mempunyai efisiensi 85% dan diharapkan dengan kapasitas ini tidak terjadi pembatasan arus (*current clipping*), sehingga dengan pemilihan kapasitas ini SCC dikategorikan pada indikator performa baik.

b. Performa Pengisian Baterai

Untuk mengetahui performa pengisian baterai dilakukan pengukuran besaran-besaran diataranya : tegangan baterai, arus pengisian baterai, status pengisian (bulk, absorption, float). Hasil pengukurannya seperti Tabel 1:

Tabel 1. Peforma Pengisian Baterai

Waktu	V Baterai (V)	I Charge (A)	Mode SCC
09.00	12,5	14,1	Bulk
11.00	13,3	22,9	Bulk
12.00	13,8	24,5	Absorption
14.00	13,6	6,2	Float

Dari tabel 1 dapat diperoleh bahwa performa pengisian baterai yaitu arus pengisian meningkat signifikan, baterai mencapai tegangan *absorption* lebih cepat dan efisiensi pengisian meningkat.

c. Pengujian Start Pompa

Untuk pengujian *start* pompa AC yang digunakan sebagai beban PLTS dilakukan pengukuran diantaranya: tegangan baterai sebelum *start*, tegangan minimum saat *start* dan arus baterai sesaat. Hasil pengukuran ditampilkan pada Tabel 2. Dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa evaluasi pengujian *start* pompa pada kriteria baik, karena tegangan tidak turun $<11,5 \text{ V}$ dan *inverter* tidak trip [18].

Tabel 2. Pengujian *Start* Pompa

<i>Parameter</i>	<i>Nilai</i>
V baterai tanpa beban	12,8 V
V minimum saat start	12,1 V
Arus start baterai	±55 A
Status inverter	Normal

d. Beban terhadap Baterai (C_{Rate})

Arus nominal pompa:

$$I_{bat} = 125 / (12 \times 0,85) \approx 12,3 \text{ A}$$

C_{rate} :

$$C = 12,3 / 100 = 0,12C$$

Berdasarkan perhitungan diatas yang telah dilakukan maka beban terhadap baterai dapat dikatagorikan aman karena $C_{rate} < 0,2 C$, sehingga baterai bekerja ringan dan umur baterai akan meningkat.

e. State of Charge (SOC) Baterai Harian

SOC Baterai merupakan persentase sisa energi yang tersedia dalam baterai pada waktu tertentu dalam satu hari, diukur dibandingkan dengan kapasitas maksimumnya (100%. Hasil pengukuran diperoleh seperti Tabel 3:

Tabel 3. Besar *State of Charge* (SOC) Baterai Harian

<i>Waktu</i>	<i>SOC (%)</i>
08.00	94
10.00	91
12.00	89
14.00	86
16.00	83

Hasil pengujian yang ditampilkan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa penurunan SOC bersifat lambat dan dengan demikian berarti sistem mampu mendukung operasi pompa yang berulang *on* dan *off*.

f. Efisiensi Pengisian Baterai

Hasil pengukuran pengisian (charging) diperoleh seperti Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran pengisian baterai

<i>Jam ke</i>	<i>V_{bat} (V)</i>	<i>I_{bat} (A)</i>	<i>Δt (jam)</i>	<i>Energi (Wh)</i>
1	12,1	24,5	1	296,45
2	12,5	22,8	1	285
3	12,8	20	1	256

$$\sum E_{charge} = 296,45 + 285 + 256 = 837,45 \text{ Wh}$$

Hasil pengukuran pengosongan (discharging) baterai ditampilkan seperti Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengukuran pengosongan baterai

<i>Jam ke</i>	<i>V_{bat} (V)</i>	<i>I_{bat} (A)</i>	<i>Δt (jam)</i>	<i>Energi (Wh)</i>
1	12,3	17,8	1	218,94
2	12	16,7	1	200,40
3	11,8	15,8	1	186,44

$$\sum E_{discharge} = 218,94 + 200,4 + 186,44 = 605,78 \text{ Wh}$$

Efisiensi baterai

$$\eta_{bat} = \frac{\sum E_{discharging}}{\sum E_{charging}} = \frac{605,78}{837,45} \times 100\% = 72,35\%$$

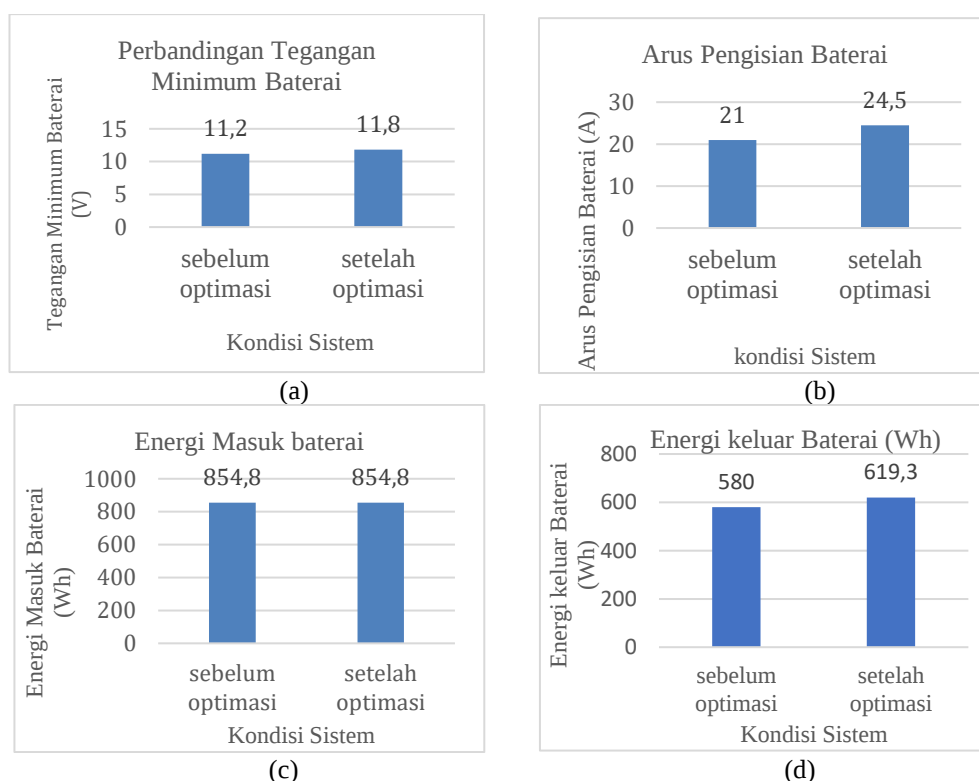
Efisiensi baterai sebesar 72,35% menunjukkan adanya rugi-rugi energi selama proses pengisian dan pengosongan yang disebabkan oleh resistansi internal baterai, efisiensi konverter, serta pengaruh suhu operasi dan besaran ini dikatagorikan normal untuk baterai VRLA[19].

g. Perbandingan sebelum dan sesudah optimasi

Berdasarkan pengukuran dan uraian dapat ditampilkan seperti pada Tabel 6 dan gambar grafiknya ditampilkan seperti Gambar 3.

Tabel 6. Perbandingan PLTS *off-grid* sebelum dengan sesudah optimasi

<i>Parameter</i>	<i>Sebelum Optimasi</i>	<i>Sesudah Optimasi</i>
Tegangan minimum baterai (V)	11,2	11,8
Arus pengisian rata-rata (A)	21,0	24,5
Energi masuk baterai (Wh)	854,8	854,8
Energi keluar baterai (Wh)	580,0	619,3
Efisiensi baterai (%)	67,9	72,35
Kondisi inverter saat start pompa	Trip sesaat	Tidak trip



Gambar 3. Grafik Hasil Optimasi : (a) Tegangan minimum baterai, (b) Arus pengisian baterai, (c) Energi masuk baterai dan (d) Energi keluaran baterai.

4. KESIMPULAN

Optimasi sistem PLTS *off-grid* terbukti mampu meningkatkan kinerja penyimpanan energi dan keandalan operasi sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan minimum baterai meningkat dari 11,2 V menjadi 11,8 V, sehingga kestabilan tegangan selama proses pengosongan dapat terjaga dan potensi terjadinya trip inverter akibat *undervoltage* dapat diminimalkan. Arus pengisian rata-rata baterai juga mengalami peningkatan dari 21,0 A menjadi 24,5 A, yang menandakan proses pengisian energi berlangsung lebih efektif. Meskipun energi masuk baterai relatif sama, energi keluar baterai meningkat dari 580,0 Wh menjadi 619,3 Wh, sehingga efisiensi baterai naik dari 67,9% menjadi 72,35%. Nilai efisiensi tersebut masih berada dalam rentang normal baterai VRLA pada sistem PLTS *off-grid* dan menunjukkan berkurangnya rugi-rugi energi selama proses pengisian dan pengosongan. Selain itu, hasil optimasi menunjukkan bahwa inverter mampu beroperasi secara andal tanpa mengalami trip saat *start* pompa. Dengan demikian, sistem PLTS *off-grid* hasil optimasi dinilai lebih stabil, efisien, dan layak diterapkan untuk aplikasi beban induktif seperti pompa air.

REFERENSI

- [1] R. Yuliansya, M. H. Alwi, Tahdid, R. Daniar dan Zurohaina.. “Pengaruh Beban Kerja Dan Kapasitas Watt Peak Terhadap Effisiensi Plts Sistem Off Grid Menggunakan Double Battery 12 V”. *CEJS*, Vol. 5 No. 06. Pp. 1249-1257, 2025. DOI: <https://doi.org/10.29103/cejs.v5i06.24322>
- [2] R. P. Prastio, P. Megantoro, S. Arifin, I. R. Mutiarso, A. R Muzadi, F. B. Firmansyah dan S. D. Perkasa.. “The Utilization of 900 Wp off-grid Solar Power Plant for Product Intensification of a Hydroponics Farmer Group”. *JPPMI*, Vol. 2 No. 8 pp. 302-308, 2022 . DOI : <https://doi.org/10.59247/jppmi.v2i8.128>
- [3] A. P. Pratama, S. Dinata, O. A. Rozak dan W. A. Nurtiyanto. “Sistem PLTS 120 WP dengan Kontrol IoT untuk Monitoring Real-Time Optimasi Irigasi Sawah Berkelanjutan di Kresek Tangerang”. *JUITIK*, Vol. 5 No. 3, pp. 505-516, 2025. DOI: <https://doi.org/10.55606/juitik.v5i3.1660>
- [4] T. A. Ajiwiguna dan M. R. Kirom. “Uninterrupted Electricity Supply using Off-Grid Solar PV Systems for Remote Areas”. *IJtech*, Vol 15, No 5, pp. 1562-1572, 2024. DOI : <https://doi.org/10.14716/ijtech.v15i5.6089>
- [5] S. D. A. Febriani, A. M. Alqarana, M. J. Wibowo dan A. Fahriannur. “Assessing the Performance of Off-Grid Solar Photovoltaic Power Plants in Supporting Aquaponics Systems”. *PENA TEKNIK*, Vol. 9, No.1, pp. 54-65, 2024. DOI: http://dx.doi.org/10.51557/pt_jiit.v9i1.2170
- [6] Z. Šimić, M. Barukć, G. Knežević dan D. Topić. . “Optimization of an Off-Grid PV System with Respect to the Loss of Load Probability Value”. *Energies*, Vol 18 No 19, pp. 1-19, 2025. DOI : ; <https://doi.org/10.3390/en18195174>
- [7] O. O. Apeh, E. L. Meyer dan O. K. Overen. “Modeling and experimental analysis of battery charge controllers for comparing three off-grid photovoltaic power plants” *Heliyon*, Volume 7, Issue 11, pp. 6-13, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08331>
- [8] R. Hartono, Yandri dan A. Hiendro. “Performance Evaluation Of Off-Grid Solar Power Plant For Street Lighting at PT. Rezeki Perkasa Sejahtera Lestari Wajok Hulu West Kalimantan”. *J3EIT*, Vol 12, No 2 pp. 453-462, 2024. DOI: <https://doi.org/10.26418/j3eit.v12i2.77447>
- [9] A. Stefanie dan F. C. Suci. . “Analisis Performansi PLTS Off-Grid 600 Wp Menggunakan Data Akuisisi”. *ELKO-MIKA*, Vol. 9, No. 4, pp. 761-774, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.26760/elkomika.v9i4.761>
- [10] D. W. Firmansyah, “Analisis Efisiensi Pengisian Baterai pada PLTS Off Grid dengan Sistem SCC PWM dan MPPT Menggunakan Simulink “, *Skripsi, Institut Teknologi Nasional Malang*. 2025.
- [11] E. Wati, B. P. Jati dan D. Nugroho. “Analisa Performa Kinerja PLTS Off Grid yang Dirangkai Secara Seri Paralel untuk Penerangan Ruangan”. *JURNAL AMPERA*, Volume 8, No 2, pp. 138- 151, 2023. DOI: <http://doi.org/10.31851/ampere>
- [12] E. Taneza, I M. A. Nnarthana dan S. Nababan. “Simulasi dan Analisis Unjuk Kerja Plts Atap Off-Grid Terinstal Supercapacitor”, *VOCATECH*, Vol 5, No 2 PP.136-146, 2024.
- [13] S. Triwijaya, A. Pradipta, Y. Prasetyo dan T. Wati. “Battery Management System (BMS) Considering State of Charge (SOC) With Integration of Open Circuit Voltage and Coulomb Counting Methods Ups Sinyal Telecommunication Equipment Room (STER)”. *Jurnal PPI*, Vol 9 No 1, 2025: DOI: <https://doi.org/10.37367/jpi.v9i1.416>
- [14] H. R. Iskandar, C. B. Elysees, R. Ridwanulloh, A. Charisma dan H. Yuliana. “Analisis Performa Baterai Jenis Valve Regulated Lead Acid pada PLTS Off-Grid 1 KWp”. *Jurnal Teknologi* , Vol. 13 No. pp. 129-140, 2021. DOI: <https://doi.org/10.24853/jurtek.13.2.129-140>
- [15] Suprianto dan M. F. Siregar. “Analisis Efisiensi pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya”. *JESCE*, Vol. 4, No.2, pp. 1-10, 2020.
- [16] E. Faizal, Y. A. Winoko, M. S. Mustapa dan M. Kozin. “Solar Charger Controller Efficiency Analysis of Type Pulse Width Modulation (PWM) and Maximum Power Point Tracking (MPPT)”. *Asian Journal Science and Engineering*, Vol. 1 No. 2, pp 90-102 2022. DOI: <https://doi.org/10.51278/ajse.v1i2.546>
- [17] T. U. Rasyda dan L. Shintawaty. “Study Analysis of Three Phase Induction Motor Starting Using ETAP at PLN ULPL Indralaya, South Sumatera”. *ENERGY*, Vol.15, No.1, pp. 43-57. 2025. DOI: 10.51747/energy.v15i1.1514
- [18] I. B. I. Purnama, K. V. Elfarosa, I. B. K. Sugirianta, A. A. P. Indrayanti dan M. Widianarta. “Design and Implementation of Solar-Powered Submersible Water Pump for Irrigation System in Subak Munduk Babakan Sangheh Bali”. *Akuntansi Humaniora*, Vol.3, No.2, pp. 89 – 100, 2024.
- [19] D. A.kinyele, J. Belikov dan Y. Levron. “Battery Storage Technologies for Electrical Applications Impact in Stand-Alone Photovoltaic Systems”. *Energies*, Vol. 10,, No. 11, pp. 1-39, 2017. <https://doi.org/10.3390/en10111760>

BIOGRAPHY OF AUTHORS

	I Made Sumerta Yasa, ST., MT., merupakan Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali, dengan spesialis dibidang Elektronika dan Telekomunikasi Analog. Mata kuliah yang pernah diajar: Elektronika, Elektronika Daya, Telekomunikasi, Komunikasi Data, Teknik Digital, Perbaikan Peralatan Elektronika, Sistem Pengukuran, PLC, Sistem Kontrol, Sistem Konversi dan Penyimpanan Energi. Fokus penelitian : Elektronika dan Energi Terbarukan Anggota profesi: FORTEI Pengalaman jabatan: Ketua Laboratorium Elektronika, Ketua Laboratorium Telekomunikasi. Email: sumertayasa61@pnb.ac.id
	Ir. Ida Bagus Ketut Sugirianta, MT., merupakan Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali, dengan spesialis dibidang Energi Terbarukan. Mata kuliah yang pernah diajar: Instalasi Listrik, Gambar Teknik, Manajemen Proyek. Fokus penelitian : Energi Terbarukan Anggota profesi: IATKI, FORTEI Pengalaman jabatan: Ketua Jurusan Teknik Elektro-PNB Email: ibksugirianta@pnb.ac.id