Edu Elektrika Journal Vol 14 No 1
Januari – Juni 2026

E-ISSN 2723-5602
P-ISSN 2252-7095

https://journal.unnes.ac.id/journals/eduel/index

EFISIENSI KONSUMSI LISTRIK DENGAN TENAGA SURYA SISTEM ONGRID

Muhammad Bagus Wahyu Aryansyah [1], Didik Nugroho[2], Harits[3], Wildan Dwi Abdianto[4], Zidan Nabil Firdiansyah[5]
[1,2,3,4,5] *Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik, 61121, Indonesia*
wahyuarya228@gmail.com, didik.nugraha@icloud.com, harisbjc@gmail.com, wildanabdianto83@gmail.com, zidannabilfir07@gmail.com

Abstrak - Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia pada era modern. Hampir seluruh aktivitas kehidupan, baik di sektor rumah tangga, komersial, maupun industri, sangat bergantung pada ketersediaan listrik. Seiring dengan pertumbuhan penduduk, perkembangan industri, urbanisasi, serta transformasi digital yang semakin masif, konsumsi listrik di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) mencatat bahwa konsumsi listrik nasional per kapita masih berada pada kisaran 1.200 kWh per tahun, namun tren pertumbuhan permintaan energi menunjukkan kecenderungan naik secara signifikan. Kenaikan konsumsi listrik ini menjadi tantangan besar bagi penyediaan energi, mengingat sumber utama pembangkit listrik di Indonesia masih didominasi oleh energi fosil seperti batubara, minyak, dan gas. Peningkatan kebutuhan energi listrik di Indonesia sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan teknologi. Saat ini, sebagian besar energi masih bergantung pada bahan bakar fosil yang ketersediaannya terbatas serta berdampak negatif terhadap lingkungan akibat emisi yang dihasilkan. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi salah satu solusi energi terbarukan yang ramah lingkungan, dengan potensi energi surya di Indonesia mencapai 4,8 kWh/m². Namun, transisi dari listrik konvensional PT PLN (Persero) ke PLTS menghadapi tantangan, terutama karena pemahaman masyarakat mengenai perbedaan teknis dan ekonomis masih terbatas. Oleh karena itu, diperlukan edukasi dan penelitian yang menjelaskan kelebihan serta kekurangan PLTS, baik dari aspek teknis, ekonomis, maupun regulasi. Jurnal ini akan membahas metode pemanfaatan energi Listrik dengan PLTS untuk tujuan penghematan konsumsi energi Listrik rumah tangga.

Kata kunci: Energi, Listrik, Efisienesi, Tenaga Surya

Abstract - Electrical energy is one of the basic human needs in the modern era. Nearly all life activities, whether in the household, commercial, or industrial sectors, are highly dependent on the availability of electricity. Along with population growth, industrial development, urbanization, and the increasingly massive digital transformation, electricity consumption in Indonesia continues to increase year after year. The Ministry of Energy and Mineral Resources (ESDM) noted that national electricity consumption per capita remains at around 1,200 kWh per year, but the growth trend in energy demand shows a significant upward trend. This increase in electricity consumption poses a major challenge to energy supply, considering that the main sources of electricity generation in Indonesia are still dominated by fossil fuels such as coal, oil, and gas. The increasing demand for electricity in Indonesia is in line with population growth and technological developments. Currently, most energy still relies on fossil fuels, which are limited in availability and have a negative impact on the environment due to their emissions. Solar Power Plants (PLTS) are one environmentally friendly renewable energy solution, with solar energy potential in Indonesia reaching 4.8 kWh/m². However, the transition from conventional electricity from PT PLN (Persero) to solar power plants (PLTS) faces challenges, primarily due to limited public understanding of the technical and economic differences. Therefore, education and research are needed to explain the advantages and disadvantages of solar power plants, both from a technical, economic, and regulatory perspective. This paper will discuss methods for utilizing electrical energy with solar power plants (PLTS) to reduce household electricity consumption.

Keywords: *Energy, Electricity, Efficiency, Solar Power*

Diterima: 19 November 2025 | Disetujui: 11 November 2026 |Dipublikasi: 12 November 2026

This is an open access article under the CC BY-4.0 license

E-ISSN 2723-5602
P-ISSN 2252-7095
https://journal.unnes.ac.id/journals/eduel/index

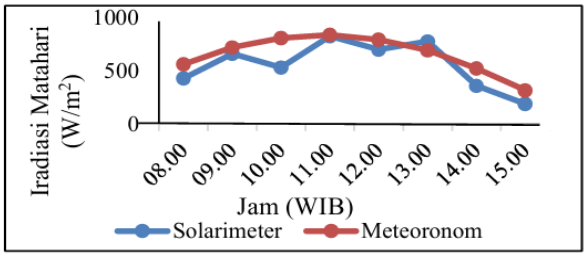
I. PENDAHULUAN

Jika dilihat dalam skala nasional, pemerintah Indonesia telah merumuskan kebijakan transisi energi untuk mencapai bauran energi baru terbarukan (EBT) sebesar 23% pada tahun 2025 sesuai dengan Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) (Mirnawati, A & Pertiwi, V, 2024) Dari berbagai jenis energi terbarukan yang tersedia, energi surya menempati posisi strategis karena potensi yang sangat besar(Rauf Rosnita, Ritnawati, Rachim Fatmawaty, Dahri Ahmad Thamrin, Andre Hanalde, Richard A. M. Napitupulu, Erdawaty Aminur, Dean Corio, 2016). Indonesia yang berada di garis khatulistiwa mendapatkan intensitas radiasi matahari rata-rata 4–5 kWh/m² per hari hampir sepanjang tahun. Potensi ini diperkirakan mencapai lebih dari 200.000 MWp, namun hingga kini yang baru dimanfaatkan masih kurang dari 1%. Artinya, terdapat kesenjangan besar antara potensi dan realisasi pemanfaatan energi surya di Indonesia. Kondisi ini menunjukkan bahwa optimalisasi energi surya masih menjadi pekerjaan rumah yang harus segera diwujudkan agar transisi energi dapat berjalan efektif.

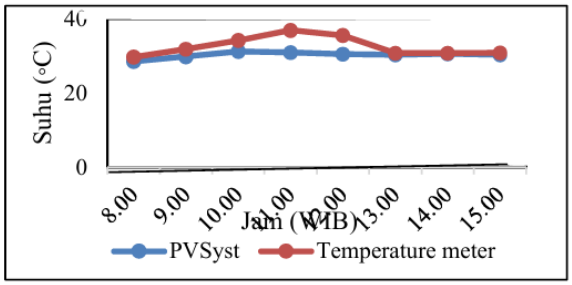
Secara kronologis, pemanfaatan energi surya di Indonesia sudah dimulai sejak tahun 1980-an, ketika pemerintah memasang Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berkapasitas kecil di daerah terpencil yang belum terjangkau listrik PLN(Faisal Afif & Awaludin Martin, 2022). Namun, pada masa itu teknologi panel surya masih mahal, efisiensinya rendah, dan kapasitas penyimpanannya terbatas karena sangat bergantung pada baterai. Perkembangan signifikan baru terjadi dalam dua dekade terakhir seiring dengan kemajuan teknologi fotovoltaik, turunnya harga panel surya, serta adanya dukungan kebijakan pemerintah. Salah satu terobosan yang kemudian berkembang adalah sistem PLTS On-Grid(Rudiyanto et al., 2023). Berbeda dengan PLTS Off-Grid yang memerlukan baterai sebagai penyimpan energi, sistem On-Grid menghubungkan panel surya langsung ke jaringan listrik PLN(Syahputra et al., 2022).

Sistem PLTS terdiri dari tiga jenis, yaitu ongrid, offgrid, dan hybrid(Ananda, 2024). Pada sistem ongrid, energi listrik dari panel surya disalurkan ke jaringan PLN melalui kWh meter exim setelah diubah menjadi arus AC dan disesuaikan frekuensi serta fasenya. Energi tersebut dijual ke PLN dengan nilai 65 persen dari tarif beli listrik, dan total penjualan dalam satu bulan akan menjadi pengurang tagihan pelanggan. Sistem ini lebih ekonomis karena tidak memerlukan baterai, namun ketika listrik PLN padam, terutama pada malam hari, tidak ada suplai listrik ke rumah. Sistem kedua adalah offgrid yang memanfaatkan energi panel surya langsung untuk beban rumah dan menyimpan kelebihan energi dalam baterai(Maulana et al., n.d.). Sistem ini umumnya digunakan di daerah yang belum terjangkau jaringan listrik PLN. Keunggulannya adalah tidak bergantung pada keberadaan listrik PLN, tetapi sangat dipengaruhi kondisi cuaca dan kapasitas baterai, serta membutuhkan biaya tinggi untuk baterai. Sistem ketiga adalah hybrid yang menggabungkan sumber energi dari PLTS dan PLN. Sistem ini terbagi menjadi hybrid offgrid dan hybrid ongrid, dengan perbedaan utama pada penggunaan kWh meter exim. Pada hybrid offgrid tidak memerlukan kWh meter exim, sedangkan pada hybrid ongrid kelebihan energi dari PLTS dapat disalurkan ke PLN. Energi dari panel surya diprioritaskan untuk beban, lalu sisa energi digunakan mengisi baterai. Pada hybrid offgrid, jika energi mencukupi sementara baterai sudah penuh, sebagian energi tidak terpakai, sedangkan pada hybrid ongrid energi tersebut dapat dimasukkan ke jaringan PLN(Nurohmah et al., 2024). Secara umum sistem hybrid membutuhkan baterai, namun terdapat inverter hybrid tertentu yang tetap dapat berfungsi tanpa baterai karena menggunakan kapasitor bank sebagai pengganti.

Nilai Iradiasi matahari menggunakan software PVSyst lebih tinggi dibandingkan dengan nilai iradiasi matahari menggunakan solarimeter. Rata-rata iradiasi matahari berdasarkan PVSyst sebesar 661,4 W/m2 sedangkan rata rata iradiasi matahari menggunakan solarimeter sebesar 557,6 W/m2. Perbandingan nilai iradiasi matahari menggunakan PVSyst dengan menggunakan Solarimeter dapat dilihat pada Gambar



Gambar 1. Grafik Perbandingan Iradiasi Matahari Berdasarkan PVSYST dan Iradasi Matahari Menggunakan Solarimeter



Gambar 2. Grafik Perbandingan Suhu lingkungan berdasarkan PVSYST dan Suhu Lingkungan Menggunakan Temperature Meter

Temperature atau suhu berpengaruh pada energi yang akan dibangkitkan sistem PLTS. Energi yang dihasilkan akan menurun seiring dengan meningkatnya suhu. Suhu lingkungan rata-rata berdasarkan Temperature meter sebesar 32,6°C sedangkan berdasarkan softwere PVSyst sebesar 30,3°C. Perbandingan nilai suhu berdasarkan PVSyst dengan menggunakan Temperature meter dapat dilihat pada Gambar diatas

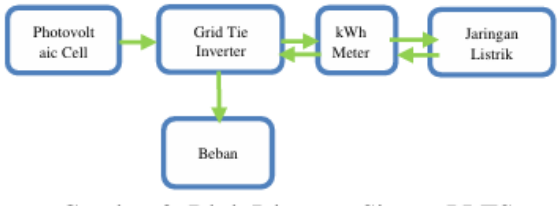
This is an open access article under the CC BY-4.0 license

E-ISSN 2723-5602
P-ISSN 2252-7095
https://journal.unnes.ac.id/journals/eduel/index

II. METODE PENELITIAN

Komponen – komponen yang dibutuhkan Ketika kita akan merancang sistem PLTS dengan menggunakan sistem grid connected yaitu(Darmakusumah & Bangsa, 2023):
1) Panel modul surya (solar cell)
2) Controller panel surya
3) GTI Inverter

Pada sistem PLTS ongrid connected, perancangan sistem melibatkan komponen solar cell dan sistem on-grid dengan menggunakan Grid Tie Inverter (GTI) (Mirnawati, A & Pertiwi, V, 2024). Sebagaimana fungsi utama dari inverter lainnya, Grid Tie Inverter (GTI) berfungsi mengubah tegangan DC ke tegangan AC. Namun, inverter jenis ini dapat dioperasikan bersamaan dengan konfigurasi jaringan listrik utama, dalam hal ini yaitu jaringan listrik dari PT PLN (Persero) melalui instalasi kWh meter. Oleh karena itu, jenis inverter ini dikenal juga sebagai synchronous inverter atau grid interactive inverter. Berikut blok diagram sistem PLTS menggunakan GTI inverter yang terhubung dengan jaringan listrik.



Gambar 3. Blok Diagram Sistem PLTS Menggunakan GTI Laventer



Adapun persyaratan yang harus terpenuhi ketika menyambungkan GTI dengan jaringan listrik yang sudah ada yaitu:
1) Tegangan harus sama
2) Jumlah fase
3) Urutan fase harus sama
4) Frekuensi keluaran harus sama

Agar daya yang dihasilkan oleh PLTS menuju jaringan eksisting bernilai maksimum diperlukan alat yaitu power conditioning. Selain itu, alat ini berfungsi menyesuaikan proses perubahan tegangan DC menjadi tegangan AC dengan parameter yang ada pada jaringan eksisting. Salah satu bagian dari alat power conditioning tersebut *adalah inverter (Nahela et al., 2020)*.

Pemasangan GTI On-Grid memerlukan perubahan konfigurasi pada rangkaian panel instalasi milik PLN dengan memperhitungkan tegangan output yang dibutuhkan(Riko, 2023).

III. HASIL DAN PEMBAHSAN

Hasil pengujian PLTS dengan sistem On Grid berkapasitas panel 65Wp mampu menghasilkan arus dengan nominal 0.7A di mana radiasi matahari menyentuh angka 859.9/m2. Adapun GTI yang dipakai berkapasitas 1kW dan mempunyai range tegangan antara 10.5V sampai dengan 28VDC dengan beban terbaca 344W serta 1.19A. Pada pengujian lainnya, di mana didapatkan angka penghematan daya sekitar 36.6 % dengan beban lampu AC berdaya 5 Watt. Persentase tersebut didapat dari selisih daya yang dihasilkan ketika sumber listrik bersumber penuh dari instalasi PLN terbaca 4.8 Watt dibandingkan dengan ketika GTI On-Grid diaktifkan, daya yang terukur sebesar 2.3 Watt. Hal ini membuktikan bahwa pemakaian PLTS On-Grid mampu memberikan penghematan. Selanjutnya, adalah contoh estimasi kebutuhan daya listrik rumah tangga yang tercantum pada Tabel di bawah ini.

Tabel 1. Perkiraan Kebutuhan Daya Listrik Rumah Tangga Tipe 36/Hari

Alat Rumah Tangga	Jumlah	Jam Guna /Hari	KonsumsiDaya (Wh)
Lampu	5	10	250
TV	1	10	280
Magicom	1	4.5	459
Dispenser	1	24	388
Mesin Cuci	1	2.5	200
Sanyo	1	2	250
Kulkas	1	24	364
Total Konsumsi Daya			**2.191**
Total Konsumsi Daya Setelah ditambah 20%			**2.629.2**

Berdasarkan perkiraan kebutuhan daya listrik rumah tangga tipe 36 tersebut, maka kita bisa menentukan komponen biaya peralatan perancangan PLTS beserta ongkos jasa pemasangannya. Berdasarkan tabel 3, dapat dilihat bahwa konsumsi daya listrik per hari untuk rumah tipe 36 yaitu 2.629,2 Wh atau jika dalam satuan kWh yaitu sekitar 2,7 kWh. Kebutuhan daya listrik sebesar 2,7 kWh harus dikali 2 untuk mengantisipasi adanya cuaca mendung atau kurangnya sinar radiasi matahari. Maka, perkiraan kebutuhan daya listrik per hari nya menjadi sebesar 5,4 kWh.

Tabel 2. Estimasi Biaya Investasi Pemasangan PLTS

Jenis Biaya	Jumlah	Rp
Panel Surya		11.302.000
Inverter Penyangga		5.228.080
Mounting Beton Kabel Panel		1.950.000

This is an open access article under the CC BY-4.0 license

E-ISSN 2723-5602
P-ISSN 2252-7095
https://journal.unnes.ac.id/journals/eduel/index

Penghubung Proteksi Jasa		2.600.000
Pengiriman dan Instalasi		2.600.000
Total Biaya Investasi		23.680.080
Estimasi Penghematan biaya/bulan		236.493

Berdasarkan perhitungan situs web kementerian ESDM yang beralamat di https://esmart-plts.jatech.co.id maka panel surya yang dibutuhkan untuk pemasangan pada PLTS rumah tangga tipe 36 dengan daya listrik terpasang sebesar 1.300 kVA yaitu berkapasitas 1,3 kWp dengan jumlah unit model sebanyak 4 unit. Sedangkan untuk kapasitas inverter yang dibutuhkan yaitu 1 kW. Adapun perkiraan daya yang dihasilkan oleh PLTS dengan rancangan seperti ini yaitu sebesar 2.004 kWh per tahun. Dengan sudut kemiringan 300, potensi PLTS menghasilkan 4,8 kWp setiap hari nya.
Dengan perancangan komponen PLTS di atas, daya yang dihasilkan yaitu sebesar 2.004 kWh per tahun atau sama dengan 5,5 kWh per hari. Daya ini sangat mencukupi untuk memenuhi kebutuhan daya listrik rumah tangga tipe 36 dengan kebutuhan daya sebagaimana disebutkan di atas, yaitu sebesar 2,7 kWh. Namun, jika ingin mengantisipasi cuaca dan sinar radiasi matahari yang kurang. Maka, daya sebesar 2,7 kWh dikalikan dua menjadi 5,4 kWh.

IV. KESIMPULAN

Peningkatan kebutuhan energi listrik di Indonesia yang masih sangat bergantung pada sumber energi fosil menimbulkan tantangan besar terhadap keberlanjutan lingkungan dan ketersediaan energi di masa depan. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi salah satu solusi potensial untuk mengatasi masalah tersebut karena bersifat ramah lingkungan, dapat diperbaharui, dan memiliki potensi energi yang sangat besar di Indonesia.

Sistem PLTS dibagi menjadi tiga jenis, yaitu On-Grid, Off-Grid, dan Hybrid, dengan kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Sistem On-Grid dinilai paling ekonomis karena tidak memerlukan baterai dan dapat menyalurkan kelebihan energi ke jaringan PLN, meskipun tidak dapat beroperasi saat listrik PLN padam. Sementara Off-Grid cocok untuk daerah terpencil tanpa akses listrik, dan Hybrid mengombinasikan keduanya untuk efisiensi serta keandalan yang lebih tinggi.

Hasil analisis perancangan dan simulasi menunjukkan bahwa penerapan PLTS rumah tangga, seperti pada rumah tipe 36 dengan daya 1.300 VA, dapat menghasilkan energi sekitar 2.004 kWh per tahun (5,5 kWh per hari). Jumlah ini cukup untuk memenuhi kebutuhan listrik harian rumah tangga sekaligus memberikan potensi penghematan daya hingga 36,6%.

Dengan demikian, penerapan PLTS secara luas di sektor rumah tangga dapat mendukung program transisi energi nasional, mengurangi ketergantungan pada energi fosil, serta berkontribusi terhadap tercapainya target bauran energi baru terbarukan (EBT) 23% pada tahun 2025 sebagaimana ditetapkan dalam RUEN. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembangunan PLTS on-grid layak diterapkan secara teknis, ekonomis, dan regulatif, serta berpotensi menjadi solusi berkelanjutan untuk mendukung pemenuhan kebutuhan energi masa depan di Indonesia.

REFERENSI

Ananda, I. N. (2024). Perencanaan Sistem Plts Off-Grid Untuk Perencanaan Sistem Plts Off-Grid Untuk Lampu Penerangan Di Villa Bulgari Resort Bali. *Politeknik Negeri Bali*.

Darmakusumah, A., & Bangsa, I. A. (2023). Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Rooftop Pada Gedung Water Intake Pt Pembangkit Jawa Bali Unit Muara Karang. *Journal of Informatic and Eletrical Engineering*, *5*(2), 182–190.

Faisal Afif, & Awaludin Martin. (2022). Tinjauan Potensi dan Kebijakan Energi Surya di Indonesia. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, *6*(1), 43–52.

Maulana, A. P., Andreanto, S., Duli, J., Faristasari, E., Istoto, H., Manufaktur, P., Bangka, N., & Sungailiat-, K. I. A. (n.d.). *Perencanaan Sistem Plts Off-Grid Untuk*. *13*(3).

Mirnawati, A, E., & Pertiwi, V, D. (2024). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga. *Jurnal Edukasi Elektro*, *03*(01), 136–142.

Nurohmah, R., Tohir, T., & Ilman, S. M. (2024). Desain Dan Implementasi Sistem Plts Off-Grid Skema Hibrida Sebagai Alternatif Suplai Daya Listrik Beban Satu Fasa. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, *12*(3S1), 3471–3478. https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3s1.4959

Rauf Rosnita, Ritnawati, Rachim Fatmawaty, Dahri Ahmad Thamrin, Andre Hanalde, Richard A. M. Napitupulu, Erdawaty Aminur, Dean Corio, P. S. (2016). *Matahari Sebagai Energi Masa Depan - Panduan Lengkap PLTS* (Vol. 19, Issue 5).

Riko, J. H. (2023). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Energi Terbarukan. *Jurnal Edukasi Elektro*, *06*(02), 136–142.

Rudiyanto, B., Rachmanita, R. E., & Budiprasojo, A. (2023). *DASAR DASAR PEMASANGAN PANEL SURYA* (B. Rudiyanto, Ed.; I). Unisma Press.

This is an open access article under the CC BY-4.0 license

E-ISSN 2723-5602
P-ISSN 2252-7095
https://journal.unnes.ac.id/journals/eduel/index

Syahputra, R., Abdullah, H., Haris, A., & Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe, J. (2022). Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off-Grid Solar System Pada Siswa SMKN 5 Kota Lhokseumawe. *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, *6*(1), 164–170. https://e-jurnal.pnl.ac.id/semnaspnl/article/view/3468

This is an open access article under the CC BY-4.0 license