

Perancangan Sumber Listrik Tenaga Surya dengan Sistem *on Grid* Tanpa Menggunakan Baterai

Soni Sikken, Yudi Barnadi, Ase Suryana

Universitas Widyatama, Indonesia

Email: soni.sikken@widyatama.ac.id, yudi.barnadi@widyatama.ac.id,

ase.suryana@widyatama.ac.id

Abstract

Pencabutan subsidi tarif listrik telah mengakibatkan peningkatan beban biaya listrik bagi masyarakat. Penelitian ini bertujuan merancang dan menganalisis performa sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) on-grid tanpa baterai untuk aplikasi rumah tangga. Metode penelitian mencakup perancangan sistem dengan 8 panel surya polikristalin 270 WP, inverter 5 kW, dan KWH meter ekspor-impor. Hasil pengujian selama 6 bulan (Maret-Agustus 2023) menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan total energi sebesar 4030 kWh dengan rata-rata produksi harian 18-22 kWh pada kondisi optimal. Faktor eksternal seperti intensitas cahaya matahari dan kondisi cuaca berpengaruh signifikan terhadap efisiensi sistem, dengan penurunan produksi energi hingga 40-50% pada musim hujan. Total energi yang diekspor ke jaringan PLN mencapai 1338 kWh, yang menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp 1.478.081 berdasarkan kebijakan kompensasi 65% dari nilai ekspor. Hasil perbandingan dengan studi terdahulu menunjukkan bahwa sistem tanpa baterai ini memiliki keunggulan dalam efisiensi biaya awal hingga 40% meskipun memiliki keterbatasan dalam kontinuitas pasokan daya. Simpulan penelitian mengindikasikan bahwa PLTS on-grid tanpa baterai merupakan solusi ekonomis untuk mengurangi ketergantungan pada jaringan listrik konvensional, dengan payback period 5-7 tahun. Penelitian ini merekomendasikan optimasi sistem melalui penyesuaian orientasi panel dan pertimbangan kebijakan tarif ekspor yang lebih menguntungkan.

Kata Kunci: Panel surya; sistem on grid; efisiensi energi; KWH meter export import.

Abstract

The revocation of electricity tariff subsidies has resulted in an increase in the burden of electricity costs for the community. This study aims to design and analyze the performance of on-grid solar power generation (PLTS) systems without batteries for household applications. The research method includes designing a system with 8 270 WP polycrystalline solar panels, a 5 kW inverter, and an export-import KWH meter. The results of the test for 6 months (March-August 2023) show that the system is able to produce a total energy of 4030 kWh with an average daily production of 18-22 kWh under optimal conditions. External factors such as sunlight intensity and weather conditions have a significant effect on the efficiency of the system, with a decrease in energy production of up to 40-50% in the rainy season. The total energy exported to the PLN network reached 1338 kWh, which resulted in cost savings of IDR 1,478,081 based on a compensation policy of 65% of the export value. Comparison results with previous studies show that this battery-less system has an advantage in initial cost efficiency of up to 40% despite having limitations in power supply continuity. The conclusion of the study indicates that on-grid solar power without batteries is an economical solution to reduce dependence on conventional power grids, with a payback period of 5-7 years. This study recommends system optimization through adjustment of panel orientation and consideration of more favorable export tariff policies.

Keywords: Solar panels, on-grid system, energy efficiency, KWH meter export import.

PENDAHULUAN

Matahari merupakan sumber energi yang sangat besar dan tersedia secara terus-menerus. Untuk mengurangi beban listrik rumah tangga, kita dapat memanfaatkan panel surya yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik (Ardianto et al., 2021; Budiyanto & Setiawan, 2021; Harahap, 2020; Purwoto et al., 2018; Ramli et al., 2022; Usman, 2020; Utami & Daud, 2021; Widyawati Putri et al., 2022). Panel surya tanpa baterai, yang juga dikenal sebagai sistem grid-tied atau on-grid, secara langsung mengubah sinar matahari menjadi listrik

dan menyalurkannya ke jaringan listrik. Ini berarti daya yang dihasilkan langsung digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik di rumah dan jika ada kelebihan daya akan dikirim ke jaringan listrik. Jika terjadi pemadaman listrik PLN di siang hari, rumah tidak akan kehilangan daya karena masih ada pasokan listrik dari panel surya Anda (Ainul Fauzi et al., 2022).

Keuntungan panel surya tanpa baterai (sistem on-grid) adalah: Biaya Awal Lebih Rendah: Tanpa perlu baterai, biaya awal pemasangan lebih rendah dibandingkan dengan sistem off-grid atau hybrid. Pemasangan Lebih Sederhana: Sistem on-grid lebih mudah dipasang dan dirawat daripada sistem off-grid. Tidak Perlu Perawatan Baterai: Tidak perlu khawatir tentang penggantian atau perawatan baterai. Pengukuran Bersih: Dapat menerima kredit untuk kelebihan listrik yang di kirim ke jaringan, sehingga mengurangi tagihan Listrik (Gunoto & Hutapea, 2022; Pramudita et al., 2021; Sri Aprillia et al., 2019).

Kekurangan dari panel surya tanpa baterai (sistem on-grid) adalah: Tidak Ada Daya Cadangan: Akan kehilangan daya saat terjadi pemadaman listrik di malam hari. Ketergantungan pada Jaringan Listrik: Bergantung pada jaringan listrik untuk pasokan listrik, termasuk saat panel surya tidak menghasilkan daya yang cukup.

Perancangan sumber listrik tenaga surya dengan sistem on grid tanpa menggunakan baterai ini merupakan tahap awal yang masih mempunyai banyak keterbatasan, akan tetapi dikemudian hari dapat dilanjutkan menjadi sebuah pembangkit yang lebih baik dan dapat membantu pemerintah dalam memenuhi kebutuhan masyarakat akan kebutuhan energi listrik.

Urgensi penelitian ini semakin meningkat seiring dengan pencabutan subsidi tarif listrik yang mengakibatkan biaya listrik rumah tangga semakin membesar. Kebijakan pemerintah yang tidak lagi memberikan subsidi berdasarkan daya terpasang, melainkan berdasarkan data rumah tangga miskin dari kementerian sosial, membuat banyak rumah tangga menengah memerlukan alternatif penghematan energi.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji berbagai aspek sistem tenaga surya. Putra & Rangkuti (2016) melakukan perencanaan pembangkit listrik tenaga surya mandiri untuk rumah tinggal, sementara Ramadhan dkk. (2016) menganalisis desain sistem PLTS kapasitas 50 WP. Penelitian Sukmajati & Hafidz (2015) telah merancang dan menganalisis pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 10 MW on grid di Yogyakarta. Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada sistem dengan baterai atau skala besar.

Research gap yang diidentifikasi adalah belum optimalnya pemanfaatan sistem on-grid tanpa baterai skala rumah tangga dengan integrasi KWH meter export-import yang mampu memberikan penghematan maksimal. Selain itu, masih terbatasnya studi yang menganalisis performa ekonomis sistem ini dalam periode pengujian yang cukup panjang. Novelty penelitian ini terletak pada perancangan sistem tenaga surya on-grid skala rumah tangga tanpa menggunakan baterai dengan memanfaatkan KWH meter export-import untuk optimalisasi biaya. Pendekatan ini menawarkan solusi yang lebih ekonomis dan praktis dibandingkan sistem konvensional.

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan sumber listrik tenaga surya dengan sistem on grid tanpa menggunakan baterai, serta menganalisis kemampuan daya yang dihasilkan panel surya dan efisiensi biaya yang dapat dicapai. Manfaat penelitian ini adalah memberikan solusi praktis bagi rumah tangga dalam menghemat biaya listrik, berkontribusi dalam pengurangan emisi karbon melalui pemanfaatan energi terbarukan,

Perancangan Sumber Listrik Tenaga Surya dengan Sistem *on Grid* Tanpa Menggunakan Baterai

serta menjadi referensi bagi pengembangan sistem PLTS on-grid skala rumah tangga yang lebih efisien dan ekonomis.

METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

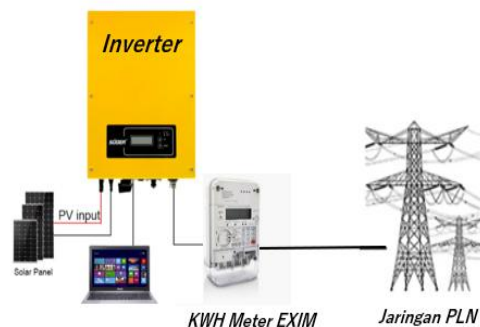
Perancangan pemasangan alat dilakukan selama 2 minggu dan penelitian dilaksanakan selama 6 bulan setelah pemasangan alat selesai.

Penelitian dan pembuatan alat dilaksanakan di Jalan Jingga Kusuma wetan no 19, Kotabaru Parahyangan Padalarang.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode kuantitatif dengan jenis rancangan penelitian eksperimen. Tujuan penelitian ini di fokuskan pada perancangan suatu media penelitian berupa sistem tenaga surya sebagai sumber energi listrik yang terhubung ke jaringan PLN tanpa menggunakan baterai dan menganalisis kemampuan daya yang dihasilkan panel surya.

Cara Kerja Sistem



Gambar 1. Diagram rangkaian modul panel surya tanpa baterai

Sumber: Data Primer Penelitian, 2023

Modul panel surya akan mengubah sinar matahari menjadi energi listrik berupa arus DC, kemudian akan disalurkan ke inverter, dari inverter akan langsung melayani beban. Pada saat beban rendah dan terjadi kelebihan maka daya yang berlebih tersebut akan dialirkan ke jaringan PLN dan KWH meter akan merecord berapa daya yang terkirim.

KWH meter EXIM (Export – Import)

Meteran EXIM atau KWh meter EXIM merupakan meteran khusus yang dipasang oleh PLN untuk pelanggan PLN yang menggunakan PLTS dengan sistem On Grid atau tersambung dengan jaringan PLN. Meteran EXIM memungkinkan pelanggan dapat mengekspor kelebihan listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya.

Meteran EXIM berfungsi untuk mencatat berapa besar daya yang diekspor pemilik rumah kepada PLN dan berapa besar kapasitas daya yang dikonsumsi oleh pemilik rumah dari PLN. Selisih kelebihan listrik panel surya dan daya konsumsi akan dicatat dan dihitung PLN.

Secara sederhana cara kerjanya adalah panel surya akan memproduksi daya pada siang hari dengan kondisi cuaca cerah. Hasil produksi panel surya akan dikonsumsi oleh pelanggan,

Perancangan Sumber Listrik Tenaga Surya dengan Sistem *on Grid* Tanpa Menggunakan Baterai

jika ada kelebihan daya maka listrik tersebut akan dikirim ke jaringan distribusi PLN sebagai tabungan listrik. Pada malam atau hari dengan kondisi cuaca berawan atau hujan, pelanggan akan mengkonsumsi listrik PLN, dengan mengurangi kelebihan listrik yang dikirim ke jaringan distribusi.

Pada meteran exim juga terdapat beberapa fitur yang memungkinkan pemilik rumah untuk dapat melihat kapasitas daya yang digunakan, jumlah daya yang diekspor, jumlah daya yang diimpor dan informasi lainnya. Pada setiap akhir bulan, PLN akan menghitung tagihan listrik konsumen berdasar angka yang tertera pada meteran kWh Exim.



Gambar 2. KWH meter export import Wasion

Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2023

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pada perancangan sumber listrik tenaga surya dengan sistem on grid tanpa menggunakan baterai ini membahas bagaimana cara proses pemanfaatan sinar matahari agar dapat menghasilkan energi listrik sehingga dapat dimanfaatkan untuk melayani beban di rumah dan bagaimana penghematan biaya yang terjadi karena mengurangi pemakaian listrik daya dari PLN.

Hasil Perancangan Alat

Untuk perancangan sumber listrik tenaga surya dengan sistem on grid perancang menggunakan 8 buah panel surya Polycrystalline merk SANKELUX Type SPV1610- 270 WP yang memiliki daya maksimum 270 watt, Modul inverter merk SOUER type SOG-5K-DM, dan KWH meter export import Wasion aMeter 100

Cara kerja solar cell dengan memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi utama. Sinar matahari yang dipancarkan akan langsung di tangkap oleh panel surya yang selanjutnya di konversi menjadi energi listrik. Arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya adalah berupa arus listrik searah (DC). Dari arus DC ini akan dirubah menjadi arus AC oleh inverter.

Apabila terjadi kelebihan maka daya yang berlebih tersebut akan dialirkan ke jaringan PLN melalui KWH meter export import yang akan merecord jumlah daya yang terkirim ke PLN dan jumlah tersebut akan mengurangi tagihan bulan yang akan datang. Jumlah daya dihitung untuk pengurangan adalah 65% dari total daya yang dikirim ke jaringan PLN

Hasil Pengujian

Pada perancangan sumber listrik tenaga surya dengan sistem *on grid* ini perancang melakukan pengujian selama 6 bulan dengan kondisi beban dan cuaca yang berbeda mulai bulan Maret 2023 sampai dengan Agustus 2023



Gambar 3. Record KWH meter EXIM dari PLN Mobile
Sumber: Data Sekunder (PLN Mobile), 2023



Gambar 4. Tampilan di layar inverter
Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2023

KESIMPULAN

Pemanfaatan energi listrik tenaga surya dihasilkan melalui sinar matahari kemudian masuk ke modul panel surya (fotovoltaic), selanjutnya modul panel surya akan menghasilkan arus DC yang dikontrol oleh inverter untuk dialirkan melayani beban. Kelebihan beban akan dialirkan menuju jaringan PLN melalui KWH meter export import, yang akan diperhitungkan sebagai pengurang daya terpakai pada bulan berikutnya. Pada pengukuran keluaran modul panel surya yang diperoleh dari nilai yang diambil di layar inverter, tegangan maksimum yang dihasilkan oleh 8 panel surya 270 wp pada saat panas terik adalah 748 V dengan daya 741 VA. Selama pengujian total daya yang di ekspor ke jaringan PLN adalah 1338 kWh, karena jumlah

daya yang dihitung oleh PLN hanya 65% maka total menjadi 869.7 kWh $1338 \text{ kWh} \times 65 \% = 869.7 \text{ kWh}$. Nominalnya setara dengan: $869.7 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1.699 \text{ per kWh} = \text{Rp. } 1.478.081$. Jumlah daya yang dihasilkan oleh 8 solar panel 270 WP adalah 4030 kWh, nominal yang dihasilkan selama 6 bulan masa pengujian adalah $4030 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1.699 \text{ per kWh} = \text{Rp. } 6.846.970$

DAFTAR PUSTAKA

- Ainul Fauzi, M. W., Noor Hidayat, M., & Anistia, W. (2022). Analisis keandalan sistem grid tied inverter (GTI) pada on-grid solar PV 9 x 80 WP. *Jurnal Teknik Ilmu dan Aplikasi*, 2(2). <https://doi.org/10.33795/jtia.v2i2.60>
- Ardianto, F., Ramaleno, Y., Alfaresi, B., & Saleh, Z. (2021). Intensitas cahaya matahari pada panel surya terhadap daya yang dihasilkan. *Seminar Nasional AVoER XIII*.
- Budiyanto, B., & Setiawan, H. (2021). Analisa perbandingan kinerja panel surya vertikal dengan panel surya fleksibel pada jenis monocrystalline. *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 4(1), 77-86. <https://doi.org/10.24853/resistor.4.1.77-86>
- Gunoto, P., & Hutapea, H. D. (2022). Analisa daya pada panel surya di pembangkit listrik tenaga surya rooftop on grid kapasitas 30 KVA gedung kantor PT. Energi Listrik Batam. *SIGMA TEKNIKA*, 5(1). <https://doi.org/10.33373/sigmateknika.v5i1.4180>
- Harahap, P. (2020). Pengaruh temperatur permukaan panel surya terhadap daya yang dihasilkan dari berbagai jenis sel surya. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 2(2). <https://doi.org/10.30596/rele.v2i2.4420>
- Pramudita, B. A., Aprillia, B. S., & Ramdhani, M. (2021). Analisis ekonomi on grid PLTS untuk rumah 2200 VA. *Jurnal Listrik, Instrumentasi dan Elektronika Terapan (JuLIET)*, 1(2). <https://doi.org/10.22146/juliet.v1i2.61879>
- Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1). <https://doi.org/10.23917/emitor.v18i01.6251>
- Putra, S., & Rangkuti, C. (2016). Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya secara mandiri untuk rumah tinggal. *Seminar Nasional*, 23.1-23.7.
- Ramadhan, A. I., Diniardi, E., & Mukti, S. H. (2016). Analisis desain sistem pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 50 WP. *Jurnal Teknik*, 37(2), 59-63.
- Ramli, I., Arya Samman, F., & Mawar Said, S. (2022). Panel surya dengan sistem pelacakan arah sinar matahari. *Jurnal EKSITASI*, 1(1).
- Sri Aprillia, B., Kristina Silalahi, D., & Agung Foury Rigoursyah, M. (2019). Desain sistem panel surya on-grid untuk skala rumah tangga menggunakan perangkat lunak HOMER (On-grid photovoltaic systems design using HOMER software for residential load). *Teknologi Informasi dan Multimedia*, 1(3).
- Sukmajati, S., & Hafidz, M. (2015). Perancangan dan analisis pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 10 MW on grid di Yogyakarta. *Energi & Kelistrikan*, 7(1), 49-63.
- Usman, M. (2020). Analisis intensitas cahaya terhadap energi listrik yang dihasilkan panel surya. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2). <https://doi.org/10.30591/polektro.v9i2.2047>

Perancangan Sumber Listrik Tenaga Surya dengan Sistem *on Grid* Tanpa Menggunakan Baterai

Utami, S., & Daud, A. (2021). Pengaruh temperatur panel surya terhadap efisiensi panel surya. *Jurnal Teknik Energi*, 11(1). <https://doi.org/10.35313/energi.v11i1.2437>

Widyawati Putri, S., Marausna, G., & Eko Prasetyo, E. (2022). Analisis pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap daya keluaran pada panel surya. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(1). <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i1.442>