

Perancangan Solar Panel Kapasitas 60W Sebagai Sumber Energi Terbarukan

^{1*}Johan Andreas Leonardo, ²Ali Akbar, ³Yasinta Sindy Pramesti, ⁴Irwan Setyowidodo

^{1,2,3,4} Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: *¹johanandreas47413@gmail.com, ²aliakbar@umsida.ac.id,

³yasintasindy@unpkediri.ac.id, ⁴irwansetyo@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondens : Johan Andreas Leonardo

Abstrak— Penelitian ini bertujuan merancang sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) skala kecil menggunakan dua panel surya polycrystalline 60 Wp sebagai sumber energi terbarukan untuk aplikasi off-grid. Metode yang digunakan meliputi studi literatur, perancangan sistem, pembuatan alat, pengujian kinerja, validasi, dan penyusunan laporan. Sistem terdiri atas dua panel surya (120 Wp), solar charge controller, baterai 12 V, inverter 1000 W, dan perangkat proteksi. Berdasarkan perhitungan teoritis dengan penyinaran efektif 5 jam per hari, sistem menghasilkan energi 600 Wh/hari atau sekitar 510 Wh/hari setelah rugi-rugi 15%. Sistem mampu memenuhi kebutuhan beban listrik skala kecil serta berpotensi menjadi solusi penyediaan energi yang ramah lingkungan, ekonomis, dan mudah diterapkan di daerah belum terjangkau jaringan listrik.

Kata Kunci— Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), panel surya polycrystalline, energi terbarukan, sistem off-grid, perancangan sistem.

Abstract— This study aims to design a small-scale solar power generation system using two 60 Wp polycrystalline solar panels as a renewable energy source for off-grid applications. The engineering design method includes literature review, system design, prototype development, performance testing, validation, and report preparation. The system consists of two solar panels (120 Wp), a solar charge controller, a 12 V battery, a 1000 W inverter, and protection devices. Based on theoretical calculations with 5 effective sunlight hours per day, the system can produce 600 Wh/day or approximately 510 Wh/day after accounting for 15% system losses. The proposed system can supply small electrical loads and offers an environmentally friendly, cost-effective, and practical energy solution for areas without grid access.

Keywords— Photovoltaic (PV) system, polycrystalline solar panel, renewable energy, off-grid system, system design.

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan energi listrik di Indonesia terus mengalami pertumbuhan seiring bertambahnya jumlah penduduk, perkembangan sektor industri, serta kemajuan teknologi. Ketergantungan terhadap pembangkit listrik berbahan bakar fosil masih mendominasi sistem kelistrikan nasional sehingga menimbulkan berbagai permasalahan, seperti meningkatnya emisi gas rumah kaca, pencemaran lingkungan, dan berkurangnya cadangan energi fosil. Kondisi tersebut mendorong pemerintah untuk mempercepat pemanfaatan energi baru terbarukan (EBT) sebagai upaya mewujudkan ketahanan energi nasional yang berkelanjutan. Salah satu sumber

energi terbarukan yang memiliki potensi sangat besar di Indonesia adalah energi surya karena letak geografis Indonesia berada di wilayah khatulistiwa dengan intensitas penyinaran matahari yang relatif tinggi sepanjang tahun [1], [2].

Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) memanfaatkan modul fotovoltaik (photovoltaic/PV) untuk mengubah energi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. Teknologi ini memiliki berbagai keunggulan, antara lain ramah lingkungan, tidak menghasilkan emisi saat beroperasi, biaya perawatan yang relatif rendah, serta mudah diterapkan pada skala rumah tangga maupun daerah terpencil yang belum terjangkau jaringan listrik PLN. Selain itu, perkembangan teknologi panel surya yang semakin efisien menjadikan PLTS sebagai salah satu solusi dalam mendukung transisi energi bersih di Indonesia [3], [4].

Dalam implementasinya, sistem PLTS skala kecil dengan kapasitas sekitar 60 Wp merupakan alternatif yang ekonomis untuk memenuhi kebutuhan listrik berdaya rendah, seperti penerangan, pengisian baterai, sistem monitoring, maupun peralatan elektronik berdaya kecil. Kapasitas tersebut cukup sesuai untuk aplikasi rumah tangga sederhana, lahan pertanian, pos keamanan, maupun lokasi yang belum memperoleh akses listrik secara memadai. Sistem PLTS berkapasitas kecil juga dapat dijadikan media pembelajaran dalam pengembangan teknologi energi terbarukan karena memiliki konfigurasi yang sederhana dan biaya investasi yang relatif terjangkau [5], [6].

Perancangan sistem PLTS memerlukan analisis yang tepat terhadap kebutuhan beban, kapasitas modul surya, baterai, solar charge controller, inverter, serta karakteristik radiasi matahari pada lokasi pemasangan. Kesalahan dalam menentukan spesifikasi komponen dapat menyebabkan energi yang dihasilkan tidak op

timal sehingga menurunkan efisiensi sistem secara keseluruhan. Oleh karena itu, proses perancangan menjadi tahapan yang sangat penting untuk memperoleh sistem yang mampu bekerja secara optimal, memiliki keandalan tinggi, serta umur operasi yang panjang [2], [7].

Berbagai penelitian mengenai perancangan PLTS telah dilakukan di Indonesia. Haryanto [8] merancang sistem solar panel sebagai sumber energi cadangan menggunakan sistem perpindahan otomatis (switching system) dan menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan kontinuitas suplai listrik dengan waktu perpindahan kurang dari dua detik. Nainggolan *et al.* [3] merancang PLTS rooftop menggunakan perangkat lunak HOMER dan memperoleh konfigurasi sistem yang layak secara teknis maupun ekonomis. Penelitian lain oleh Gusmedi *et al.* [9] menunjukkan bahwa desain PLTS on-grid memiliki nilai *performance ratio* lebih dari 84% sehingga mampu menghasilkan energi listrik secara efisien. Selain itu, penelitian mengenai sistem PLTS portable menunjukkan bahwa penggunaan panel surya berkapasitas kecil sangat efektif sebagai sumber energi mandiri untuk kebutuhan masyarakat yang memiliki mobilitas tinggi [6].

Meskipun berbagai penelitian telah membahas desain PLTS, sebagian besar difokuskan pada sistem berkapasitas menengah hingga besar atau sistem yang terhubung dengan jaringan listrik (*on-grid*). Penelitian mengenai perancangan PLTS off-grid berkapasitas 60 W sebagai sumber energi mandiri masih relatif terbatas, khususnya yang mengkaji kesesuaian kapasitas panel surya terhadap kebutuhan beban, baterai penyimpanan energi, serta performa sistem secara keseluruhan. Oleh sebab itu, diperlukan penelitian yang mampu memberikan rancangan sistem PLTS sederhana namun tetap memiliki efisiensi dan keandalan yang baik untuk memenuhi kebutuhan listrik skala kecil [5], [7].

Perancangan sistem PLTS harus diawali dengan analisis kebutuhan energi, penentuan kapasitas panel surya, baterai, inverter, serta evaluasi potensi energi matahari agar sistem yang

dibangun mampu bekerja secara optimal dan ekonomis [10]. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi acuan dalam pembangunan PLTS skala kecil yang ekonomis, mudah diterapkan, serta mampu mendukung pemanfaatan energi bersih pada sektor rumah tangga maupun masyarakat di daerah yang belum memperoleh akses listrik secara optimal.

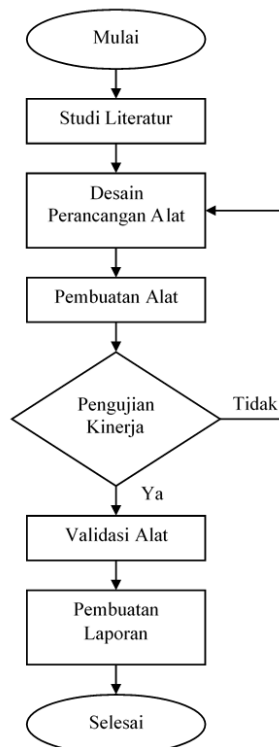
II. METODE

A. Pendekatan Perancangan

Pendekatan perancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan rekayasa (*engineering design*) dengan metode perancangan dan pengembangan sistem (*design and development*). Pendekatan ini bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji sebuah sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang dapat berfungsi sebagai sumber energi terbarukan secara efektif dan efisien.

Pendekatan rekayasa dipilih karena penelitian ini tidak hanya berfokus pada kajian teoritis, tetapi juga menghasilkan produk nyata berupa sistem solar panel yang dapat diaplikasikan secara langsung. Proses perancangan dilakukan secara sistematis mulai dari analisis kebutuhan, desain sistem, pembuatan alat, hingga pengujian dan validasi kinerja sistem

B. Prosedur Perancangan



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

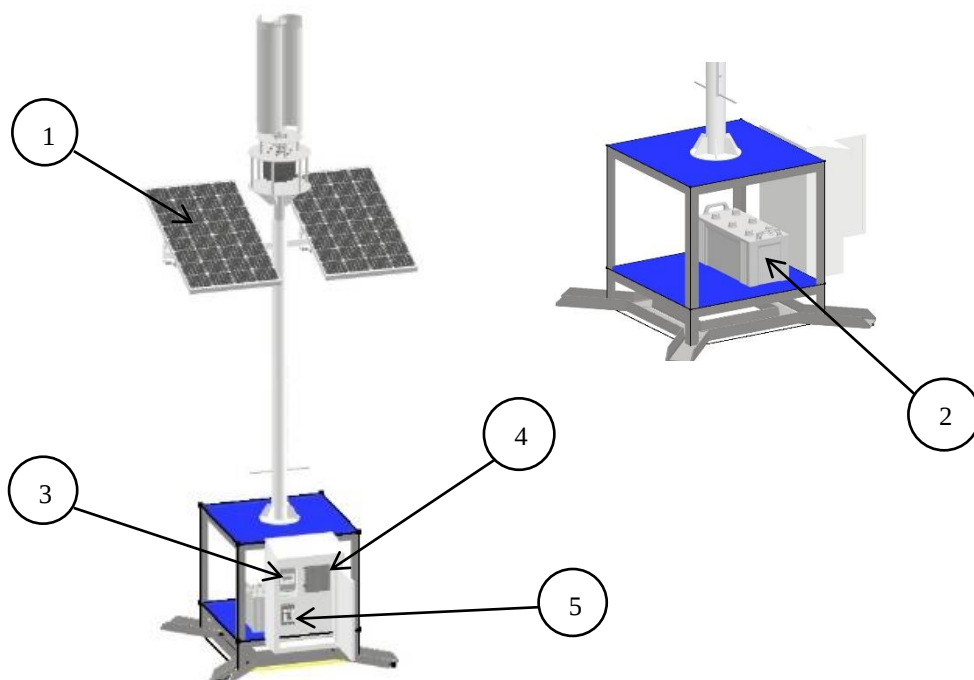
Penjelasan flowchart prosedur perancangan :

1. Studi literatur : Studi literatur dilakukan dengan mengkaji berbagai sumber pustaka yang relevan, seperti buku teks, jurnal ilmiah, artikel, dan laporan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan sistem pembangkit listrik tenaga surya. Studi ini bertujuan untuk

memperoleh dasar teori mengenai prinsip kerja panel surya, komponen pendukung seperti solar charge controller, baterai, dan inverter, serta metode perancangan dan pengujian sistem PLTS.

2. Desain perancangan alat : Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem solar panel yang meliputi penentuan spesifikasi komponen, perhitungan kebutuhan daya, serta penyusunan diagram blok dan skema rangkaian sistem. Desain perancangan disesuaikan dengan kebutuhan beban dan kondisi lingkungan tempat penerapan alat agar sistem dapat bekerja secara optimal.
3. Pembuatan alat : Tahap pembuatan alat dilakukan berdasarkan desain yang telah direncanakan sebelumnya. Proses ini meliputi perakitan panel surya, pemasangan solar charge controller, baterai, inverter, serta pengkabelan antar komponen. Pembuatan alat dilakukan dengan memperhatikan aspek keselamatan kerja dan standar teknis yang berlaku.
4. Pengujian kinerja : Pengujian kinerja bertujuan untuk mengetahui kemampuan sistem solar panel dalam menghasilkan dan menyalurkan energi listrik. Pengujian dilakukan dengan mengamati parameter seperti tegangan, arus, daya keluaran, serta kemampuan sistem dalam menyuplai beban. Hasil pengujian kemudian dicatat dan dianalisis untuk mengetahui tingkat kinerja alat.
5. Validasi alat : Validasi alat dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dirancang telah sesuai dengan spesifikasi dan tujuan perancangan. Validasi dapat dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian terhadap perhitungan teoritis atau standar yang berlaku, serta melalui evaluasi oleh pihak ahli atau dosen pembimbing.
6. Pembuatan laporan : Tahap akhir adalah penyusunan laporan penelitian yang mencakup seluruh proses perancangan, mulai dari studi literatur, desain alat, pembuatan, pengujian, hingga validasi. Laporan disusun secara sistematis sesuai dengan pedoman penulisan skripsi dan diharapkan dapat menjadi dokumentasi ilmiah dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

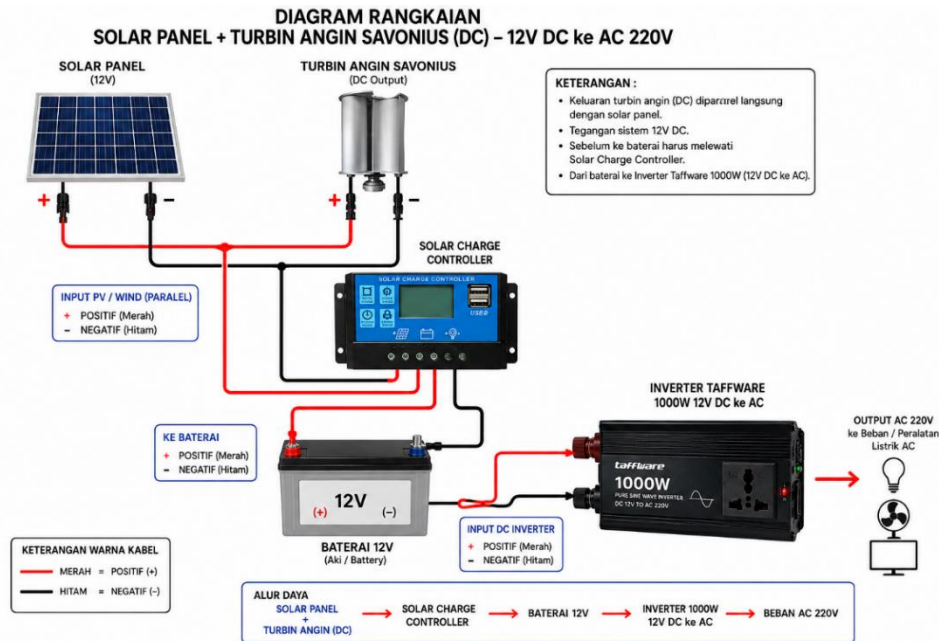
C. Desain Perancangan



Gambar 2. Komponen Kombinasi Solar Panel dan Turbin Angin

Keterangan Gambar

1. Panel surya tipe polycrystalline
2. Baterai
3. Charge controller
4. Inverter
5. MCB



Gambar 3. Diagram Rangkaian Solar Panel dan Turbin Angin

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan rancangan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) skala kecil yang terdiri atas dua unit panel surya polycrystallin berkapasitas 60 Wp, solar charge controller, baterai 12 V, dan inverter 1000 W. Konfigurasi sistem dirancang untuk memenuhi kebutuhan beban listrik ringan dengan memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi utama.

Berdasarkan spesifikasi komponen yang digunakan, total kapasitas panel surya yang terpasang adalah 120 Wp. Dengan asumsi rata-rata intensitas penyinaran matahari efektif selama 5 jam per hari, energi listrik teoritis yang dapat dihasilkan dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$E = P \times t$$

- E = energi listrik harian (Wh)
- P = daya panel surya (W)
- t = waktu penyinaran efektif (jam)

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa energi listrik yang dihasilkan mencapai :

$$E = 120 \times 5 = 600 \text{ Wh/hari}$$

Dengan mempertimbangkan rugi-rugi sistem sebesar 15%, energi efektif yang dapat dimanfaatkan menjadi sekitar 510 Wh/hari.

Tabel 1. Hasil Perhitungan

<i>Parameter</i>	<i>Nilai</i>
Jumlah panel surya	2 unit
Kapasitas per panel	60 Wp
Total kapasitas per panel	120 Wp
Intensitas penyinaran efektif	5 jam/hari
Energi total	600 Wh/hari
Rugi-rugi sistem	15%
Energi efektif	510 Wh/hari

Hasil pada Tabel 1 menunjukkan bahwa sistem yang dirancang mampu menghasilkan energi listrik yang cukup untuk memenuhi kebutuhan beban skala kecil seperti lampu LED, kipas angin, pengisian perangkat elektronik, dan peralatan rumah tangga berdaya rendah.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) skala kecil menggunakan dua panel surya polycrystalline berkapasitas 60 Wp berhasil dirancang sebagai sumber energi terbarukan untuk aplikasi off-grid. Konfigurasi sistem yang terdiri atas panel surya, solar charge controller, baterai 12 V, inverter 1000 W, dan perangkat proteksi mampu membentuk sistem penyedia energi listrik yang sederhana dan mudah diimplementasikan.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa total kapasitas panel sebesar 120 Wp mampu menghasilkan energi listrik teoritis sekitar 600 Wh/hari dengan asumsi penyinaran efektif selama 5 jam per hari. Setelah memperhitungkan rugi-rugi sistem sebesar 15%, energi efektif yang tersedia mencapai sekitar 510 Wh/hari, sehingga cukup untuk memenuhi kebutuhan beban listrik ringan seperti lampu LED, kipas angin, pengisian telepon genggam, dan perangkat elektronik berdaya rendah.

Perancangan sistem ini menunjukkan bahwa PLTS skala kecil memiliki potensi sebagai solusi penyediaan energi listrik yang ramah lingkungan, hemat energi, serta layak diterapkan pada daerah terpencil atau wilayah yang belum terjangkau jaringan listrik. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan pengujian langsung di lapangan dalam berbagai kondisi cuaca serta analisis efisiensi dan kelayakan ekonomi berdasarkan data operasional aktual sehingga kinerja sistem dapat dievaluasi secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Haryanto, H. Charles, and H. Pranoto, “Perancangan Energi Terbarukan Solar Panel Untuk Essential Load Dengan Sistem Switch,” *J. Tek. Mesin*, vol. 10, no. 1, pp. 41–50, 2021, doi: 10.22441/jtm.v10i1.4779.
- [2] I. S. Jaka Persada Sembiring, Try Susanto, “Rancang Bangun Sistem Solar Panel Portable,” *J. Teknol. Elektro*, vol. 14, no. 03, pp. 128–131, 2023, doi: 10.22441/jte.
- [3] N. S. Irwan Firmanto Nainggolan, Jaka Windarta, “Perancangan PLTS Rooftop untuk Pemakaian Sendiri (PS) di PLTU Berau 2×7 MW,” *J. Energi Baru Terbarukan*, vol. 3, no. September 2022, pp. 187–200, 2025, doi: 10.14710/jebt.2022.13442.
- [4] D. E. Anyeler and D. B. Santoso, “PERENCANAAN SISTEM SOLAR PANEL ON – GRID FIXED ARRAY SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PADA PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN XYZ DI JAKARTA,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 13, no. 3, pp. 2197–2211, 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i3.6762.
- [5] R. H. Imam Wahidin, “Perancangan Pembangkit Tenaga Listrik Tenaga Surya Dengan Panel Surya Monocrystalline 60 Wp,” *J. Ilm. Wahana Pendidikan*, vol. 9, no. 14, pp. 378–387, 2023, doi: 10.5281/zenodo.8173835.
- [6] H. Gusmedi, R. P. Putra, and A. S. Samosir, “DESAIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ON-GRID 60 KWP,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 13, no. 1, 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i1.5537.
- [7] S. H. Yanolanda, H. J. Muhamad, K. Adhadi, and B. Istijono, “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat OFF-GRID System Pada Gedung LAB Terpadu II Fakultas Teknik Universitas Bengkulu,” *J. Amplif. J. Ilm. Bid. Tek. ELEKTRO DAN Komput.*, vol. 14, no. 1, 2024, doi: 10.33369/jamplifier.v14i1.34626.
- [8] A. Ramadhani and H. Nufus, “Evaluasi Sistem PLTS Grid-Connected 21.60 kWp di Politeknik Negeri Jakarta Dengan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA),” *J. Mek. Terap.*, vol. 05, no. 02, pp. 103–112, 2024, doi: 10.32722/jmt.v5i2.6548.
- [9] I. G. P. A. Adriyan Warokka, Stieven N. Rumokoy, “Perancangan Konsep Alat Praktek PLTS Water Mounted,” *J. Elektr.*, vol. 05, no. 01, pp. 9–14, 2026, doi: 10.65485/elektrik.v5i1.1278.
- [10] Z. T. Romi Masmur Pasaribu, “MEKANISME PERENCANAAN PLTS OFF-GRID UNTUK DAYA 1300VA,” *J. Tek. Elektro dan Inform.*, vol. 18, no. 2, pp. 52–58, 2023, doi: 10.30587/e-link.v18i2.6129.