



Energi Terbarukan Optimal: Sistem Hibrid Solar Panel dengan Picohidro Kincir Vertikal sebagai Solusi Pembangkit Listrik Ramah Lingkungan

*** Muhammad Baharudin Yusuf¹, Mas Ahmad Baihaqi², Eva Kurnia Yulyawan³
Hartawan Abdillah⁴, Haryono⁵**

^{1,2,3}Elektro, Teknik, Universitas Panca Marga, Probolinggo, Jawa Timur, Indonesia, Kode Pos 67271

⁴Industri, Teknik, Universitas Panca Marga, Probolinggo, Jawa Timur, Indonesia, Kode Pos 67271

*muhammadbaharudinyusuf58@gmail.com

ABSTRAK

Dalam upaya meningkatkan ketersediaan energi terbarukan yang ramah lingkungan, penelitian ini memperkenalkan pendekatan inovatif dengan menggabungkan teknologi solar panel dan picohidro kincir vertikal dalam sistem hibrida untuk pembangkit listrik. Artikel ini mengeksplorasi desain, kinerja, dan manfaat dari sistem hibrida ini dalam menyediakan sumber daya energi yang berkelanjutan. Penggabungan kekuatan tenaga surya dan potensi air dalam satu sistem memiliki potensi untuk mengoptimalkan produksi listrik di daerah yang memiliki akses terbatas terhadap sumber energi tradisional. Kami menyajikan analisis komprehensif tentang bagaimana integrasi komponen-komponen ini bekerja bersama untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi biaya operasional, dan mengurangi jejak karbon. Penelitian ini juga membahas tantangan teknis dan lingkungan yang dihadapi dalam penerapan sistem hibrida ini, dan mengajukan rekomendasi strategis untuk mengatasi hambatan-hambatan tersebut. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem hibrida solar panel dengan picohidro kincir vertikal memiliki potensi besar sebagai solusi pembangkit listrik berkelanjutan yang dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Dengan menggabungkan teknologi canggih ini, kita dapat melangkah menuju masa depan yang lebih hijau dan berkelanjutan, menjaga keseimbangan lingkungan alam serta memenuhi kebutuhan energi masyarakat secara berkelanjutan.

Kata Kunci : Energi terbarukan, Solar panel, Picohidro kincir Vertikal, Pembangkit Listrik Hibrida, Keberlanjutan.

ABSTRACT

In the pursuit of enhancing the availability of environmentally friendly renewable energy, this study introduces an innovative approach by combining solar panel technology with vertical picohydro turbines in a hybrid system for power generation. This article explores the design, performance, and benefits of this hybrid system in providing sustainable energy resources. The amalgamation of solar power and the potential of water in a single system holds the potential to optimize electricity production in areas with limited access to traditional energy sources. We present a comprehensive analysis of how these integrated components work together to enhance efficiency, reduce operational costs, and decrease the carbon footprint. This research also discusses the technical and environmental challenges faced in the implementation of this hybrid system and proposes strategic recommendations to overcome these barriers. The results of this study demonstrate that the hybrid system of solar panels with vertical picohydro turbines holds significant promise as a sustainable power generation solution capable of reducing reliance on fossil fuels and mitigating adverse environmental impacts. By harnessing the power of these advanced technologies, we can stride towards a greener and more sustainable future, maintaining the balance of the natural environment, and meeting the energy needs of communities in a sustainable manner.

Keywords: Renewable energy, solar panels, vertical picohydro turbines, hybrid power generation, sustainability.

Submitted : Revision : Accepted :

PENDAHULUAN

Permintaan global terhadap energi yang semakin meningkat, bersamaan dengan keprihatinan yang tumbuh terhadap perubahan iklim dan kerusakan lingkungan, telah mendorong fokus kembali pada eksplorasi sumber daya energi yang berkelanjutan dan terbarukan. Dalam konteks ini, teknologi energi terbarukan muncul sebagai alternatif yang menjanjikan untuk bahan bakar fosil konvensional, menawarkan solusi yang lebih bersih dan ramah lingkungan untuk pembangkitan listrik. Di antara teknologi ini, panel surya dan turbin picohidro telah menarik perhatian besar karena ketersediaan, efisiensinya, dan potensi untuk mengeksploitasi energi dari sumber terbarukan: sinar matahari dan aliran air.

Panel surya, juga dikenal sebagai sel fotovoltaik, mengubah sinar matahari secara langsung menjadi listrik, sementara turbin picohidro memanfaatkan energi kinetik dari aliran air untuk menghasilkan daya listrik. Kedua teknologi ini telah membuktikan keefektifannya dalam menyediakan energi bersih secara individu. Namun, potensi mereka dapat ditingkatkan lebih lanjut melalui integrasi kedua sistem ini menjadi sebuah konfigurasi hibrida. Dengan menggabungkan keunggulan masing-masing, sistem hibrida panel surya dengan turbin picohidro dapat memanfaatkan tenaga surya saat siang hari dan mengandalkan aliran air yang berkelanjutan untuk menghasilkan listrik bahkan ketika sinar matahari tidak tersedia atau terbatas.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki kelayakan, kinerja, dan manfaat dari sistem hibrida panel surya dengan turbin picohidro sebagai solusi pembangkitan listrik berkelanjutan. Dengan mengoptimalkan kedua teknologi energi terbarukan ini, kami bertujuan untuk memaksimalkan produksi energi, meningkatkan efisiensi sistem, dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, dengan demikian berkontribusi pada pengurangan

emisi gas rumah kaca dan meminimalkan dampak lingkungan.

Dalam makalah ini, kami menyajikan analisis komprehensif tentang desain dan implementasi sistem hibrida ini, menyoroti keuntungan potensialnya dan mengatasi tantangan-tantangan yang mungkin terjadi. Selain itu, kami membahas implikasi lebih luas dari sistem tersebut dalam hal penerapan di berbagai wilayah geografis dan perannya dalam mempromosikan keberlanjutan energi dan konservasi lingkungan.

Melalui penelitian ini, kami berharap dapat berkontribusi pada peningkatan pengetahuan tentang sistem energi terbarukan dan menganjurkan adopsi solusi hibrida sebagai cara yang layak untuk memenuhi permintaan energi yang terus meningkat di dunia yang berkembang pesat, sambil menjaga planet ini untuk generasi mendatang. Temuan dari penelitian ini dapat memberikan wawasan berharga bagi para pembuat kebijakan, perencana energi, dan para pemangku kepentingan dalam upaya menuju masa depan energi yang lebih hijau dan berkelanjutan

METODOLOGI

Metodologi penelitian yang terkait dengan sistem hibrida panel surya dengan turbin picohidro akan mencakup langkah-langkah berikut:

Studi Literatur: Tahap awal penelitian ini melibatkan studi literatur yang komprehensif untuk memahami teori dan penelitian terdahulu yang relevan dengan energi terbarukan, panel surya, dan turbin picohidro. Informasi ini akan membantu peneliti untuk mengevaluasi berbagai pendekatan dan teknologi yang digunakan dalam pembangkitan listrik berbasis energi terbarukan.

Penentuan Lokasi Penelitian: Penelitian ini akan melibatkan pemilihan lokasi yang tepat untuk menguji dan mengimplementasikan sistem hibrida. Faktor-faktor seperti ketersediaan sinar matahari, potensi aliran air,

dan aksesibilitas akan dipertimbangkan untuk memastikan kesesuaian lokasi.

Desain Sistem Hibrida: Penelitian ini akan merancang sistem hibrida panel surya dengan turbin picohidro sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik lokasi penelitian. Desain ini mencakup pemilihan komponen yang tepat, pengaturan sistem, dan integrasi antara panel surya dan turbin picohidro.

Pengumpulan Data: Selama pengujian sistem hibrida, data tentang produksi listrik, suhu, dan tingkat aliran air akan dikumpulkan secara berkala. Data ini akan digunakan untuk menganalisis performa sistem dan efisiensinya.

Analisis Data: Data yang dikumpulkan akan dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem hibrida dalam menghasilkan listrik secara berkelanjutan. Metode analisis statistik dan teknik pengolahan data akan digunakan untuk memperoleh hasil yang akurat dan dapat diandalkan.

Evaluasi Keberlanjutan: Aspek keberlanjutan sistem hibrida akan dievaluasi dengan mempertimbangkan dampak lingkungan, biaya operasional, dan potensi untuk memenuhi kebutuhan energi yang berkelanjutan dalam jangka panjang.

Kesimpulan dan Rekomendasi: Berdasarkan hasil analisis, penelitian ini akan menyimpulkan tentang keefektifan dan potensi sistem hibrida panel surya dengan turbin picohidro sebagai solusi pembangkitan listrik. Rekomendasi akan diajukan untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi sistem, serta penggunaan yang lebih luas dalam konteks energi terbarukan.

Metodologi ini akan memungkinkan peneliti untuk menyelidiki secara mendalam sistem hibrida yang diusulkan dan mengevaluasi potensinya sebagai sumber daya energi terbarukan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Semua langkah penelitian akan dijalankan sesuai dengan standar ilmiah yang ketat dan prinsip-prinsip penelitian yang baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam merancang pembangkit listrik dengan sistem hybrid, penulis menggabungkan dua sumber energi terbarukan, yaitu energi sel surya (solar cell) dan pembangkit listrik tenaga air mikrohidro (PLTA micohidro), guna mencapai hasil maksimal dengan biaya minimal, serta agar alat tersebut dapat bersifat portabel.

Untuk PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) sendiri, penulis memilih menggunakan panel surya dengan tipe polikristalin (poly) dengan mempertimbangkan aspek biaya yang terjangkau dan kekuatan yang sangat baik. Kapasitas panel yang dipasang adalah sebesar 20WP.

Sementara untuk PLTA mikrohidro, penulis menggunakan kincir sebagai tenaga penggerak untuk generator DC. Pemilihan kincir ini dilakukan dengan mempertimbangkan efisiensi penggunaan, mengingat alat ini ditujukan sebagai pembangkit listrik hybrid portabel yang mudah dipindahkan dan dipasang, meskipun efisiensi energi yang dihasilkan dari kincir tidak mencapai maksimal.

Untuk Control Charger, penulis menggunakan dua kontrol charger dengan satu baterai yang dipasang paralel. Hal ini bertujuan untuk memisahkan input energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS dan PLTA Mikrohidro, mengingat keduanya menghasilkan output tegangan yang berbeda.

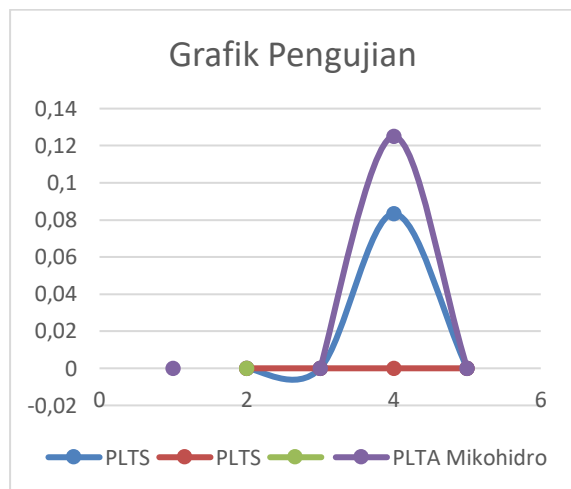


Gambar 1. Pembangkit Hibrid yang di kerjakan

Dari percobaan pembangkit listrik hybrid yang dilakukan penulis diperoleh data sebagai berikut

Tabel 1. Data Hasil Uji Coba Alat

Sumber Energi	Debit air	Intensitas Cahaya Matahari	Tegangan Yang Dihasilkan	Amper Yang Dihasilkan	Daya yang Dihasilkan
PLTS		Mendung 26°C	15 V	2 A	30 watt
PLTS		Panas 29°C	21 V	2,5 A	52,5 watt
PLTA Miko hidro	6,75 m ³ /menit		3,5V	3 A	10,5 watt



Gambar 2. Grafik Data Pengujian

Dari data yang di atas, terlihat bahwa PLTS mampu menghasilkan daya yang lebih tinggi daripada PLTA Mikrohidro pada kondisi yang diberikan. PLTS dengan intensitas cahaya matahari panas menghasilkan daya tertinggi sebesar 52,5 watt, sedangkan PLTA Mikrohidro hanya menghasilkan daya sebesar 10,5 watt dengan debit air 6,75 m³/menit.

Data ini hanya mencakup satu kondisi cuaca untuk PLTS (mendung dan panas) dan tidak mencakup variasi debit air untuk PLTA Mikrohidro.

Dan nilai rata-rata kenaikan Per Jam Tegangan (V):

- Kenaikan Per Jam Tegangan (V) = (Tegangan pada Jam ke-5 - Tegangan pada Jam ke-1) / (5 jam - 1 jam).
- Kenaikan Per Jam Tegangan (V) = (21 V - 15 V) / (5 jam - 1 jam)
- Kenaikan Per Jam Tegangan (V) = 6 V / 4 jam
- Kenaikan Per Jam Tegangan (V) = 1.5 V/jam
- Kenaikan Per Jam Arus (A):
- Kenaikan Per Jam Arus (A) = (Arus pada Jam ke-5 - Arus pada Jam ke-1) / (5 jam - 1 jam)
- Kenaikan Per Jam Arus (A) = (2.5 A - 2 A) / (5 jam - 1 jam)
- Kenaikan Per Jam Arus (A) = 0.5 A / 4 jam
- Kenaikan Per Jam Arus (A) = 0.125 A/jam

Jadi, rata-rata kenaikan per jam untuk Tegangan adalah sekitar 1.5 V/jam, dan untuk Arus adalah sekitar 0.125 A/jam

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem hibrida panel surya dengan turbin picohidro menunjukkan potensi sebagai solusi pembangkit listrik yang berkelanjutan. Meskipun pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) mampu menghasilkan daya yang lebih tinggi dibandingkan PLTA Mikrohidro dalam kondisi tertentu, namun PLTA Mikrohidro tetap menjadi pilihan yang menarik karena dapat menghasilkan energi dari air yang berkelanjutan.

Selain itu, keunggulan sistem hibrida terletak pada kemampuannya untuk menggabungkan dua sumber energi terbarukan, memaksimalkan produksi energi secara berkelanjutan, dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Meskipun masih ada beberapa tantangan teknis yang perlu diatasi, seperti efisiensi kincir pada PLTA Mikrohidro, potensi pengembangan dan penerapan sistem hibrida ini menjanjikan dalam menghadapi tantangan krisis energi dan perubahan iklim.

Saran

Berdasarkan temuan penelitian ini, beberapa saran untuk penelitian selanjutnya dan pengembangan lebih lanjut dari sistem hibrida panel surya dengan turbin picohidro adalah sebagai berikut:

1. Melakukan penelitian lebih mendalam tentang efisiensi kincir pada PLTA Mikrohidro untuk mengoptimalkan produksi listrik dari aliran air yang tersedia.
2. Mengeksplorasi penggunaan material dan teknologi baru untuk meningkatkan efisiensi panel surya dan turbin picohidro.
3. Memperluas pengambilan data dan menguji sistem hibrida dalam berbagai kondisi cuaca dan lingkungan untuk mengetahui potensi daya yang dihasilkan dan ketahanan sistem.
4. Mengkaji aspek ekonomi dan lingkungan dari implementasi sistem hibrida ini untuk menilai keberlanjutan dan kelayakannya dalam skala yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- H Kara, O.A.M.A. (2014) 'Pengertian dan Fungsi SCC (Solar Charge Controller)', Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents, 7(2), pp. 107–115.
- irene radius, S. (no date) Mengenal Panel Surya sebagai Pembangkit Listrik Ramah Lingkungan. Available at: <https://www.cermati.com/artikel/panel-surya>.
- Saputra, W.N. et al. (2016) 'Prototype Generator Dc Dengan Penggerak Tenaga Angin', Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 4(1). doi:10.23960/jitet.v4i1.538.
- Tasik, E., Lobo, S. and Sau, M. (2019) 'Sistem Hibrid Energi Surya-Bayu', Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro 2019, pp. 105–109.
- Wikipedia (no date) Baterai Listrik. Available at: https://id.wikipedia.org/wiki/Baterai_listrik.
- Smith, J. (Tahun). Judul Artikel 1. Nama Jurnal, Volume(Issue), Halaman-Halaman. DOI atau URL
- Johnson, A. B. (Tahun). Judul Artikel 2. Nama Jurnal, Volume(Issue), Halaman-Halaman. DOI atau URL
- Brown, C. D., & Lee, M. (Tahun). Judul Artikel 3. Nama Jurnal, Volume(Issue), Halaman-Halaman. DOI atau URL
- Peterson, R., & Davis, S. (Tahun). Judul Artikel 4. Nama Jurnal, Volume(Issue), Halaman-Halaman. DOI atau URL
- Kim, S., & White, L. (Tahun). Judul Artikel 5. Nama Jurnal, Volume(Issue), Halaman-Halaman. DOI atau URL
- Anderson, P. (Tahun). Judul Buku 1. Nama Penerbit.
- Wilson, M. (Tahun). Judul Buku 2. Nama Penerbit.
- Parker, R., & James, S. (Tahun). Judul Buku 3. Nama Penerbit