

PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRIDA MENGUNAKAN TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL TIPE *DOUBLE-STAGE SAVONIUS* DAN PANEL SURYA

Shinta Wuriyandani^{1*)}, Cecep E Rustana¹, Hadi Nasbey¹

¹Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Jakarta
Jl. Pemuda No. 10, Rawamangun, Jakarta 13220

^{*)}Email: wuriyandanishinta@gmail.com

Abstrak

Penelitian pengembangan pembangkit listrik tenaga hibrida dengan menggunakan turbin angin sumbu vertikal tipe *double-stage savonius* dan panel surya telah dilakukan. Dengan turbin angin memiliki 2 buah sudu tiap stage dan 1 buah panel surya tipe ESM50W dengan spesifikasi Vmp 17.2V, Imp 2.91A dan daya maksimum 50 W. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya *output* yang dihasilkan panel surya, turbin angin dan sistem hibrida keduanya. Kemudian dilakukan pengujian skala laboratorium dan pengambilan data tegangan, kuat arus listrik, kecepatan angin, kecepatan turbin, dan intensitas cahaya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem hibrida mempengaruhi daya *output* yang dihasilkan yaitu sebesar 46,03 W. Sistem hibrida turbin angin sumbu vertikal tipe *double-stage savonius* dan panel surya merupakan pengoptimalan potensi energi angin dan matahari sebagai sistem pembangkit listrik tenaga hibrida.

Abstract

The research development of hybrid power plant using vertical axis wind turbine type double-stage savonius and solar panels has been done. Wind turbine have 2 blades of each stage and 1 piece of solar panels type ESM50W with specification Vmp 17.2V, Imp 2.91A and maximum power of 50 W. This study aims to determine the output power produced by the solar panels, wind turbines and hybrid systems of both. Then the laboratory scale testing and data retrieval voltage, electrical currents, wind speed, turbine speed, and light intensity. Results showed that the test of the hybrid system affects the output power generated is equal to 46.03 W. Hybrid system of vertical axis wind turbine type double-stage savonius and solar panels are optimizing the potential of wind and solar energy as power generation hybrid system.

Keywords: hybrid system, double-stage savonius, solar panels, power output, and efficiency

1. Pendahuluan

Potensi tenaga surya Indonesia secara umum ada pada tingkat satisfy (cukup). Suplai energi surya dari sinar matahari yang diterima oleh permukaan bumi yaitu mencapai 3×10^{24} joule pertahun, energi ini setara dengan 2×10^{17} Watt. Jumlah energi sebesar itu setara dengan 10.000 kali konsumsi energi di seluruh dunia saat ini. Dengan kata lain, dengan menutup 0,1 persen saja permukaan bumi dengan divais solar sel yang memiliki efisiensi 10% sudah mampu untuk menutupi kebutuhan energi di seluruh dunia saat ini (Ristek, 2012).

Indonesia memiliki kapasitas angin yang cukup, karena kecepatan angin di Indonesia rata-rata berkisar antara 3 – 6 m/s. Kecepatan yang lebih tinggi dapat diperoleh di daerah Nusa Tenggara yang berkisar antara 3,5 – 6,5 m/s. Sedangkan pulau-pulau seperti Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua hanya memiliki kecepatan

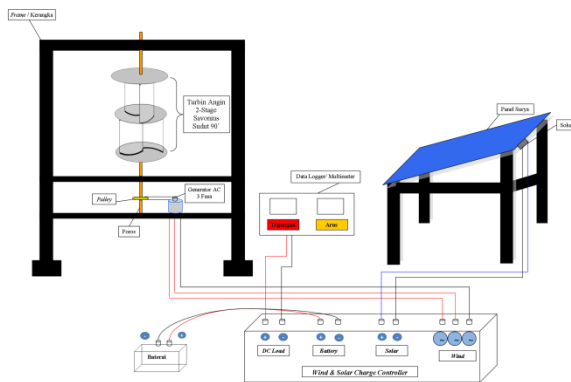
angin sekitar 2,7 – 4,5 m/s. Sedangkan turbin pada umumnya merujuk pada desain dari Eropa dan Amerika yang merupakan benua penghasil angin terbesar dengan kecepatan sekitar 9 – 12 m/s (Sukamto, 2012)

Pada penelitian ini, penulis bermaksud untuk melakukan penelitian mengenai pengembangan pembangkit listrik tenaga hibrida dengan menggunakan turbin angin tipe *double-stage savonius* dan panel surya. Kemudian penelitian ini memiliki variasi pembanding yaitu ketika panel surya dan turbin angin tipe *double-stage savonius* bekerja masing-masing dan ketika keduanya dalam sistem hibrida, hal ini dilihat pengaruhnya terhadap daya keluaran (*output*) yang dihasilkan.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode riset dan pengembangan. Dimana

penelitian mengembangkan sistem hibrida turbin angin tipe *double-stage* savonius dan panel surya, dengan melihat pengaruh variasi pembanding yaitu panel surya dan turbin angin tipe *double-stage* turbin bekerja secara mandiri dan sistem hibrida keduanya. Kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi perancangan turbin angin vertikal tipe *double-stage* savonius, pembuatan turbin, *set up* panel surya dan turbin angin, dan pengambilan data. Berikut desain sistem hibrida turbin angin – panel surya:



Gambar 1. Desain Sistem Hibrida Turbin Angin – Panel Surya

Dimensi dan Spesifikasi:

Tinggi Turbin = 0,39 m

Diameter Turbin = 0,35

Panjang Panel Surya = 0,67 m

Lebar Panel Surya = 0,61 m

Panel Surya Tipe ESM50W

Turbin angin tipe *double-stage* savonius dibuat dengan sudut antar *stage* 90° dan jarak celah sudu 3 cm. Frame untuk turbin dibuat dengan menggunakan besi, sedangkan bahan untuk pembuatan rotor savonius adalah acrylic.

Panel surya ditempatkan pada lantai 4 gedung FMIPA UNJ untuk memperoleh sinar matahari secara langsung, sedangkan untuk turbin angin diletakkan di depan *wind tunnel* dengan *blower* sebagai sumber angin. Pada bagian ujung ulir turbin angin dipasang sistem puli beserta generator AC 3 fasa untuk mengetahui tegangan dan arus listrik keluaran turbin. Kemudian kabel dari panel surya dari soket dan keluaran generator AC dihubungkan dengan *charge controller* dan baterai sebagai pensuplai energi pada *charge controller*. Kecepatan angin diambil dengan cara menaruh digital anemometer di depan *wind tunnel* dengan jarak 0.5 meter dan tidak disertakan dengan turbin angin.

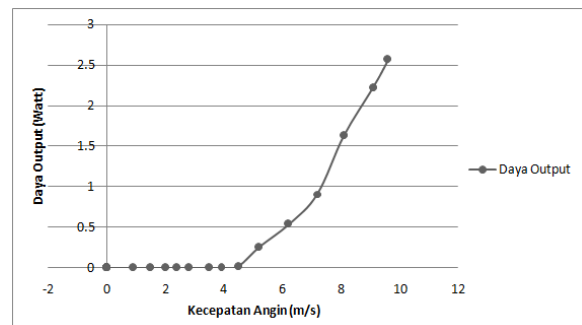
Menguji daya keluaran dari panel surya, turbin angin, dan sistem hibrida turbin angin dan panel surya. Data RPM diambil dengan menggunakan tachometer digital laser, intensitas cahaya diukur dengan menggunakan luxmeter, tegangan dan kuat arus diukur dengan menggunakan multimeter digital.

3. Hasil dan Pembahasan

Telah dikembangkan pembangkit listrik tenaga hibrid menggunakan turbin angin sumbu vertikal tipe *double-stage* savonius dan panel surya. Hasil yang diperoleh dari pengujian variasi pembanding adalah sebagai berikut:

a. Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Double-Stage Savonius

Pada pengujian turbin angin sumbu vertikal menggunakan *blower* sebagai sumber anginnya. Variasi kecepatan angin yang dilakukan ialah dengan mengatur tegangan *input* dari *blower* menggunakan *voltage regulator*. Variasi tegangan *input* yang diberikan ke *blower* dimulai dari 0 V dengan kenaikan setiap 10 V dan dibatasi hingga 210 V. *Blower* mulai berputar dan menghasilkan angin ketika tegangan *input* yang diberikan sebesar 80 V, dan pada saat inilah terukur kecepatan angin minimum sebesar 0,9 m/s. Sedangkan ketika tegangan *input* pada *voltage regulator* dinaikkan hingga 210 V, diperoleh kecepatan angin maksimum yang besarnya 9,6 m/s. sedangkan turbin mulai berputar pada kecepatan angin 2.4 m/s.

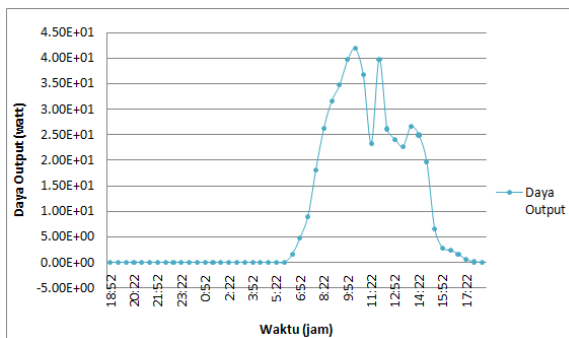


Gambar 2. Grafik Hubungan Daya Output Turbin Angin terhadap Kecepatan Angin

Gambar 2 merupakan grafik hubungan daya output yang dihasilkan turbin angin terhadap kecepatan angin, daya output maksimum yang dihasilkan turbin angin yaitu sebesar 2,5635 W dengan tegangan sebesar 25,98 V dan arus sebesar 0,09867 A. Dari grafik dapat disimpulkan bahwa daya output turbin angin berbanding lurus dengan kecepatan angin. Semakin meningkatnya kecepatan angin, maka kecepatan putar turbin juga semakin meningkat, sehingga daya output yang dihasilkan juga semakin meningkat.

b. Panel Surya

Pada pengujian panel surya ini dilakukan dengan menggunakan sinar matahari langsung selama 24 jam.

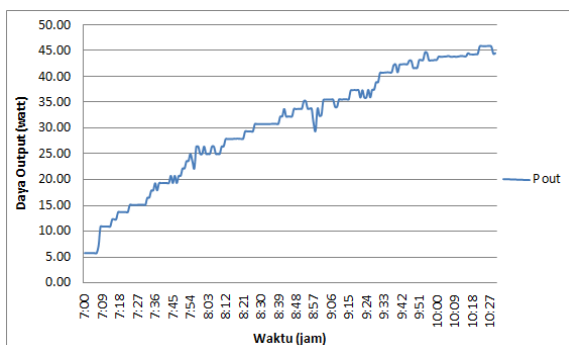


Gambar 3. Grafik Hubungan Daya Output Panel Surya terhadap Waktu

Gambar 3 merupakan grafik hubungan daya output panel surya terhadap waktu, dari grafik dapat dilihat pada pukul 6.22 – 17.22 WIB daya output panel surya yang dihasilkan mengalami peningkatan, hal ini sesuai dengan intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya. Namun pada pukul 11.22 WIB mengalami penurunan daya, hal ini dikarenakan adanya faktor bayangan (*shading*) dapat memengaruhi intensitas yang dihasilkan karena bayangan dapat menutupi cahaya matahari yang dipancarkan, faktor bayangan ini dapat berupa awan yang bergerak. Daya *output* maksimum yang dihasilkan panel surya adalah sebesar 41,91 W dengan tegangan 14,402 V dan arus 2,91 A pada intensitas cahaya 787,235 W/m². Daya *output* panel surya dipengaruhi oleh tegangan dan arus yang dihasilkan, untuk arus yang dihasilkan panel surya berubah-ubah hal ini dikarenakan intensitas cahaya sangat berpengaruh terhadap arus yang dihasilkan.

c. Sistem Hibrida Turbin Angin dan Panel Surya

Pada pengujian sistem hibrida turbin angin dan panel surya dibatasi hanya pada kondisi optimal panel surya dan turbin angin. Pengambilan data dilakukan pada pukul 07.00-10.30 WIB dan kecepatan angin 0,9 - 9,6 m/s.



Gambar 4. Grafik Hubungan Daya Output Sistem Hibrida dengan Waktu

Dari hasil pengujian diperoleh daya maksimum yang dihasilkan sistem hibrida sebesar 46,03 W dengan daya *output* panel surya 43,44 W dan turbin angin 2,59 W. Dapat disimpulkan bahwa sistem hibrida dapat meningkatkan daya *output* yang dihasilkan dan hal ini dapat menjadi acuan

selanjutnya dalam melakukan pengembangan penelitian pembangkit listrik tenaga hibrida dengan turbin angin dan panel surya.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sistem hibrida turbin angin dan panel surya dapat meningkatkan daya output yang dihasilkan dibandingkan dengan turbin angin dan panel surya bekerja secara mandiri. Hal ini dapat menjadi acuan untuk penelitian berikutnya.

Ucapan Terimakasih

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh rekan-rekan Fisika 2011, Laboratorium Energi Baru Terbarukan dan Laboratorium Mekanik Jurusan Fisika Universitas Negeri Jakarta serta kepada Bapak Cecep E Rustana, PhD dan Bapak Hadi Nasbey, M.Si atas semua bimbingan dan diskusi selama penelitian.

Daftar Acuan

- [1] Vitali, Daniele. 2013. *Design, testing and simulation of hybrid wind-solar energy systems*. Doctoral School on Engineering Sciences, Universita Politecnica Delle Marche
- [2] Eko, Sugiyanto. 2013. *Potensi Pembangkitan Listrik Hybrid Menggunakan Vertical Axis Wind Turbine Tipe Savonius dan Panel Sel Surya*. Jurnal Teknologi, Volume 6 Nomor 2, Universitas Gajah Mada
- [3] Nakajima, M., Lio, S., dan Ikeda, T., 2008. "Performance of Double-step Savonius Rotor for Environmentally Friendly Hidroulic Turbine". Journal of FluidScience And Technology. Volume 3 No. 3, pp 410-419.
- [4] Ristek. 2012. *Bantul Jadi Percontohan Energi Hibrid*. Jakarta: Kementrian Riset dan Teknologi.
- [5] Sukamto. 2012. *Karakteristik Turbin Angin Vertical Axis Profil NACA 0018 dengan 3 Blade Berbantuan Guide Vane*. Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
- [6] Salah, Mahmoud. 2008. *Simulation of a Hybrid Power System Consisting of Wind Turbine, PV, Storage Battery and Diesel Generator with Compensation Network: Design, Optimization and Economical Evaluation*. Faculty of Graduate Studies, An-Najah National University

- [7] Harsanto, Tedy. 2013. *Rancang Bangun Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Triple- Stage Savonius Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Angin*. Skripsi, Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Jakarta : Jakarta.
- [8] Prananto, Haryo Dwi. 2014. *Rancang Bangun Turbin Angin Vertikal Tipe Hibrid Savonius-Darrieus Dengan Perbedaan Jumlah Sudu*. Skripsi, Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Jakarta