



NOZEL

Jurnal Pendidikan Teknik Mesin

Jurnal Homepage: <https://jurnal.uns.ac.id/nozel>



STUDI EKSPERIMENTAL PERFORMANSI TURBIN SAVONIUS DENGAN PENAMBAHAN PANEL SURYA 100 WP *POLYCRISTALLINE* DI PESISIR PANTAI KABUPATEN DEMAK TERHADAP DAYA LISTRIK YANG DIHASILKAN

Riza Ashari¹, Herman Saputro¹, dan Husin Bugis¹

¹Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Sebelas Maret Surakarta

Email : riza_ashari@student.uns.ac.id

Abstract

The use of fossil fuels in the form of petroleum, coal and natural gas in the long term as conventional power plants causes the scarcity of these fuels in the future. Then the use of new renewable energy such as wind and solar energy must be optimized. In Indonesia, both of these energies have the potential to be environmentally friendly power plants. Experimental research conducted on the coast of Demak Regency aims to determine the potential of wind and solar energy there and the use of both energy as pond lighting. The concept of a combination of solar panels and savonius turbines can produce complementary energy. During the day the battery charging is obtained from a combination of solar panels and savonius turbines while at night the Savonius turbine will still produce electricity. The S-type savonius turbine made from galvalum is mounted on a 6 m tall tower while the 100 WP solar panel is mounted beside it with a 90 slope. This penelitian use expermental methods. Data collection of wind speed, light intensity, electric current, and electric voltage is carried out periodically 20 minutes at 06.20 s.d. 17.20 Western Indonesian Time. Electrical power is obtained by multiplying curr Data analysis in this study uses quantitative descriptive analysisent and voltage. The combination produces enough electricity for lighting a pond in the village of Berahan Kulon, Kecamatan Wedung. The power generated from a combination of hybrid plants can reach 46,2 watts with the intensity of sunlight of 125000 luxmeter and constant wind speed around 2 to 4 m / s. From these results, a combination of turbine savonius and solar panels is more optimal compared to a stand-alone savonius turbine.

Keywords: Hybrid system, Savonius VAWT, Solar Panel, Demak

A. PENDAHULUAN

Di era digital seperti ini, kebutuhan energi nasional dari tahun ke tahun akan terus

meningkat sesuai dengan pertumbuhan penduduk, ekonomi, kemajuan teknologi, dan kebijakan pemerintah. Berdasarkan data

statistik BPPT, dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,71 % per tahun dan laju pertumbuhan PDB rata-rata 6,04% maka diperkirakan selama tahun 2016-2050z menyebabkan laju pertumbuhan kebutuhan energi final sebesar 5.3 % per tahun. Hal tersebut mengakibatkan kebutuhan energi meningkat dari 795 juta SBM pada tahun 2016 menjadi 4.596 juta SBM pada tahun 2050. Energi fosil yang terdiri dari minyak bumi, batu bara, gas alam sebagai pemenuhan kebutuhan energi masih sangat central di Indonesia, sedangkan penggunaan Energi Baru dan Terbarukan (EBT) masih sedikit. Berdasarkan data dari Dewan Energi Nasional , persentase pemanfaatan energi primer di Indonesia tahun 2015 yaitu penggunaan bahan bakar batu bara sebagai bahan bakar energi masih sangat vital berkisar 59,2%, kemudian untuk Bahan Bakar Minyak(BBM) berkisar 6,2 %, dan Gas bumi berkisar 22,3%, serta penggunaan EBT masih rendah hanya berkisar 12,3%. (DIRJEN EBTKE, 2016 : VII)

Di wilayah pesisir pantai Kabupaten Demak, Jawa Tengah mempunyai potensi energi angin dan surya yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik. Pesisir pantai Demak yang didominasi dengan perikanan berupa tambak terletak jauh dari pemukiman desa. Sehingga diperlukan biaya tinggi untuk instalasi listrik

PLN jika mengharapkan adanya penerangan di sekitar tambak. Berdasarkan data praeksperimen yang dilakukan pada waktu pagi hari, siang hari, sore hari, dan malam hari di pesisir pantai Kab. Demak, kecepatan angin yang konstan berkisar 2 s.d. 4 m/s pada sore hari. Bahkan mencapai 5 m/s pada saat sore hari. Energi surya di daerah tambak juga berpotensi tinggi mencapai 125.000 luxmeter. Teknologi yang digunakan untuk mengubah energi angin dan surya tersebut adalah turbin angin dan panel surya.

Energi angin adalah suatu energi yang berasal dari energi matahari melalui radiasi panas matahari di permukaan bumi yang bervariasi. Hal tersebut mengakibatkan perbedaan suhu dan rapat massa di permukaan bumi sehingga terjadi perbedaan tekanan udara antara tempat satu dengan tempat lainnya. Akhirnya akibat perbedaan tekanan udara tersebut menyebabkan aliran udara dari tekanan tinggi menuju tekanan rendah. Selain itu kecepatan aliran udara juga dipengaruhi oleh perputaran bumi pada porosnya dengan kecepatan putaran yang konstan. (Sudarto & Saragih, 2010 :10). Energi matahari bisa mencapai bumi dalam waktu 24 jam sehari secara terus menerus. Sinar matahari yang mengandung banyak sekali energi. Sehingga sebagian cahaya matahari yang jatuh di gurun Sahara akan cukup memenuhi kebutuhan energi umat

manusia. Pada saat siang hari, energi surya mampu mencapai $1 \text{ kW/m}^2/\text{jam}$. Jadi jika semua energi ini bisa ditampung, maka semua kebutuhan tenaga listrik bisa terpenuhi di setiap negara. Intinya energi surya merupakan energi yang berasal dari matahari. (Contained Energi Indonesia, 2018: 16-21)

Dengan penggunaan jenis turbin serta pengaturan sudut kemiringan panel surya yang tepat, potensi energi angin dan surya di Demak bisa dimanfaatkan secara maksimal. Turbin savonius yang ditemukan oleh S.J. Savonius seorang sarjana Finlandia, mempunyai keunggulan bisa berputar dengan kecepatan angin relatif rendah dan menerima angin dari segala arah, mudah dan murah pembuatannya, serta menghasilkan torsi awal yang relatif besar (Akwa, Vielmo & Petry, 2012 : 3055). Turbin ini merupakan drag type turbine yaitu turbin yang mengubah energi angin menjadi energi kinetik dalam bentuk gaya dorong (drag Force). Sehingga turbin tipe ini tidak dapat berputar melebihi kecepatan angin. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Diah L (2013) tentang analisis sudut kemiringan panel surya menyatakan sudut kemiringan panel surya setiap bulan besarnya bervariasi antara 10° sampai 34° , sudut kemiringan yang digunakan pada musim kemarau sebesar 24° sedangkan pada musim penghujan sebesar

10° . Di kota Semarang, sudut kemiringan panel surya sebesar 9° dalam kurun waktu tahunan.

Dengan dilakukan penelitian studi eksperimental ini digunakan untuk Mengetahui profile daya listrik yang dihasilkan oleh turbin angin savonius yang terpasang di pesisir pantai Kab. Demak tanpa penambahan panel surya, mengetahui profile daya listrik yang dihasilkan oleh turbin angin savonius yang terpasang di pesisir pantai Kab. Demak dengan penambahan panel surya dan mengetahui perbandingan *profile* daya listrik yang dihasilkan antara turbin angin tanpa penambahan panel surya dan turbin angin dengan penambahan panel surya.

B. METODE PENELITIAN

Metode eksperimen digunakan dalam penelitian yaitu berupa penelitian performansi dari turbin angin *savonius* dan panel surya yang terpasang pada tower. Aktivitas yang dikerjakan dalam penelitian ini meliputi, studi literatur, mempersiapkan instalasi turbin angin dan panel surya, pengambilan data, dan analisis data. Pengambilan data dilakukan dengan cara pengukuran kecepatan angin, intensitas cahaya, arus dan tegangan listrik. *Profile* daya listrik didapatkan dari perkalian arus dan tegangan listrik. Pengukuran kecepatan angin dan intensitas cahaya dilakukan untuk

mengetahui pengaruh terhadap listrik yang dihasilkan. Analisis data menggunakan teknik analisis deskriptif.

Tabel 1. Spesifikasi rangkaian pembangkit sistem *hybrid*

Spesifikasi	Nilai
Tinggi tower/menara	6000 mm
Generator	200 Watt
Rasio Transmisi pulley	1 : 6
Diameter poros	20 mm
Diameter blade/sudu	700 mm
Tinggi blade/sudu	1400 mm
Overlap sudu	200 mm
Jumlah sudu	2 buah
Material sudu	Galvalum
Ukuran panel surya	1320 mm x 670 mm
Kapasitas panel surya	100 Watt Peak
Rangkaian	Paralell
Charging Controller	Merk Venus
Baterai	120 AH
Kelembaban	40 % s.d. 90 %

Spesifikasi turbin angin *savonius* seperti turbin yang digunakan oleh Pamungkas (2017). Perbedaannya hanya material sudu yang terbuat dari galvalum. Penelitian ini dilakukan di tambak, Desa Berahan Kulon, Kec. Wedung, Kab. Demak.

Teknik pengumpulan data dilakukan menggunakan anemometer, luxmeter, voltmeter, dan amperemeter. Angka yang ditampilkan pada alat ukur dicatat dalam tabel yang telah disiapkan. Pengambilan data pada turbin angin tanpa penambahan panel surya dilakukan selama 3 hari mulai pukul 06.20 s.d. 17.20 WIB secara periodik pada

menit ke 20 dilakukan pengambilan data sebanyak 12 kali. Sehingga data digunakan untuk menggambarkan profile daya listrik pada turbin angin tanpa penambahan panel surya. Teknik pengumpulan data pada turbin angin dengan penambahan panel surya menggunakan alat ukur tersebut. Pengambilan data dilakukan selama 7 hari pada tanggal 25 s.d. 31 Maret 2019. Dimulai pukul 06.20 s.d. 17.20 WIB, data kecepatan angin, intensitas cahaya, arus dan tegangan listrik diambil secara periodik pada menit ke 20 dilakukan sebanyak 12 kali. Data daya listrik didapatkan dari arus dan tegangan listrik yang telah dirata-rata selama 7 hari. Sehingga profile daya listrik dapat digambarkan melalui data tersebut. Kemudian profile daya listrik antara turbin angin *savonius* tanpa penambahan panel surya dan turbin angin *savonius* dengan penambahan panel surya dibandingkan untuk mengetahui pengaruh penambahan panel surya pada turbin angin terhadap *profile* daya listrik yang dihasilkan.

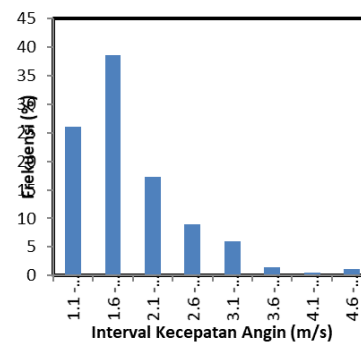
Data hasil pengukuran akan diolah dalam diagram-diagram kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan metode penyelidikan deskriptif kuantitatif. Penyelidikan deskriptif kuantitatif berusaha menyelidiki permasalahan pemanfaatan EBT berupa angin dan surya yang belum maksimal dengan cara menganalisis

hubungan-hubungan sebab akibat dengan membandingkan faktor-faktor yang diteliti.

C. PEMBAHASAN

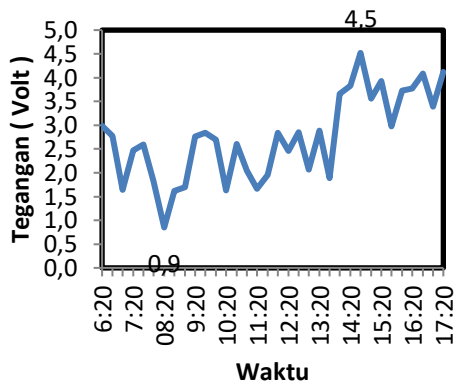
Pengambilan data dilakukan selama 7 hari yaitu pada tanggal 25 s.d 31 Maret 2019 pukul 06.20 s.d. 17.20 WIB interval 20 menit sekali. Berdasarkan pengambilan data praeksperimen pada panel surya mulai menghasilkan arus listrik pada pukul 06.20 WIB, dan sudah tidak menghasilkan arus listrik setelah pukul 17.20 WIB. Pengambilan data kecepatan angin, intensitas cahaya, tegangan listrik, dan arus listrik setiap menit ke-20 dilakukan pengambilan data 12 kali sehingga dalam sehari didapatkan $34 \times 12 = 408$ data untuk masing-masing variabel. Sedangkan pengambilan data kelembaban dan suhu lingkungan setiap menit ke-20 dilakukan sekali saja. Data tersebut dicatat pada tabel yang telah disiapkan secara manual. Kemudian data-data di masukkan ke dalam Ms. Excel untuk dilakukan pengolahan data.

Pengukuran pada Turbin Angin Tanpa Penambahan Panel Surya



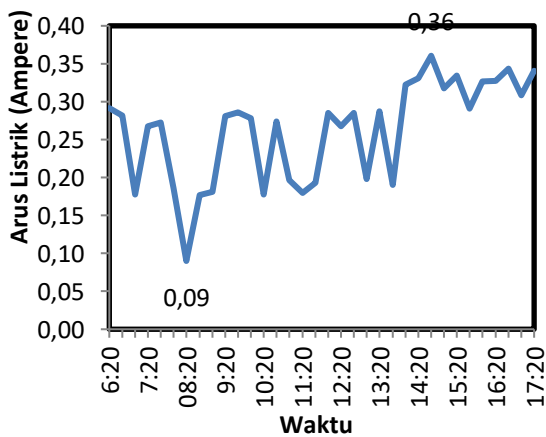
Gambar 1. Frekuensi Kecepatan Angin

Berdasarkan Gambar 1 interval kecepatan angin 1,6 – 2,0 m/s memiliki frekuensi yang paling tinggi yaitu 38,6 % (495). Sedangkan yang kedua yaitu interval 1,1 – 1,5 m/s dengan 26,07 % (334). Dan yang ketiga adalah interval 2,1 – 2,5 sebanyak 17,25 % (114). Sisanya memiliki frekuensi yang lebih rendah daripada ketiga interval tersebut. Padahal turbin angin mulai berputar pada kecepatan angin 2,0 m/s. Data tersebut didapatkan selama seharian penuh. Kemungkinan data yang diambil pada menit ke 20 tersebut, banyak data kecepatan angin yang berada dibawah *cut in speed* turbin angin.



Gambar 2. Tegangan Listrik pada Turbin Angin Tanpa Penambahan Panel Surya

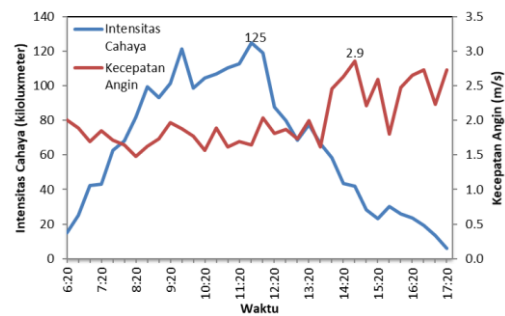
Dari Gambar 2 menunjukkan bahwa tegangan listrik yang dihasilkan berdasarkan waktu yang berbeda. Tegangan listrik yang dihasilkan dari turbin angin tanpa panel surya maksimal mencapai 4,5 Volt pada pukul 14.40 WIB. Sedangkan tegangan listrik paling kecil yaitu 0,9 Volt pada pukul 8.20 WIB.



Gambar 3. Arus Listrik pada Turbin Angin Tanpa Penambahan Panel Surya

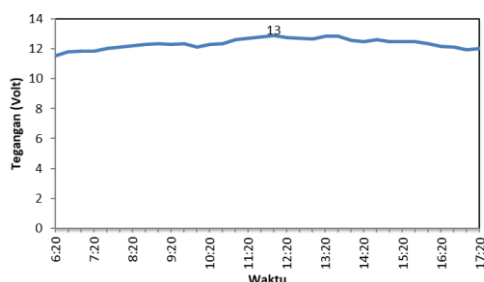
Berdasarkan Gambar 3 arus listrik yang dihasilkan oleh turbin angin *savonius* tanpa penambahan panel surya terhadap waktu berbeda menunjukkan arus listrik maksimalnya adalah 0,36 A pada pukul 14.20 WIB. Sedangkan rata-rata arus listrik yang dihasilkan turbin selama selama 3 hari adalah 0,26 A. Arus paling rendah yaitu pada pukul 08.20 WIB sebesar 0.09 A.

Pengukuran pada Turbin Savonius dengan Penambahan Panel Surya



Gambar 4. Grafik Intensitas Cahaya dan Kecepatan Angin terhadap Waktu Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan

rata-rata intensitas dan kecepatan angin berdasarkan waktu. Intensitas cahaya matahari paling tinggi adalah 125000 luxmeter pada pukul 11.40 WIB. Sedangkan kecepatan angin paling tinggi adalah 2,9 m/s pada pukul 14.40 WIB. Kecepatan angin mengalami kenaikan dimulai pada pukul 14.00 WIB. Selain intensitas cahaya yang mampu menghasilkan dengan dikonversi oleh panel surya.



Gambar 5. Grafik Tegangan Listrik pada Waktu Tertentu

Berdasarkan Gambar 5 menunjukkan rata-rata tegangan listrik yang dihasilkan oleh turbin *savonius* dengan penambahan panel surya. Tegangan listrik berkisar dari 11 volt sampai dengan 13 volt. Tegangan tertinggi adalah 13 volt pada pukul 12.00 WIB. Sedangkan terendah adalah 11 volt.



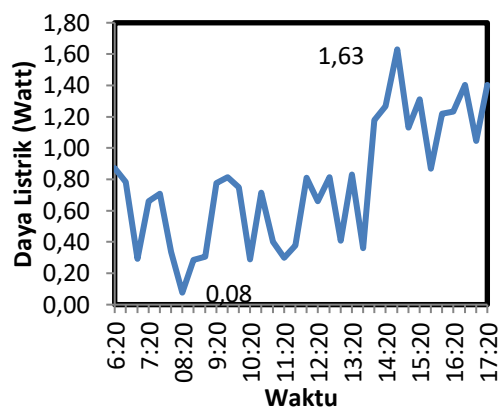
Gambar 6. Grafik Arus Listrik terhadap Waktu

Dari Gambar 6 menunjukkan arus listrik yang dihasilkan dari kombinasi turbin angin dan panel surya terhadap waktu. Mulai pukul 06.20 WIB sudah menghasilkan arus listrik sebesar 0,4 A. Arus listrik paling tinggi terjadi pada pukul 12.00 WIB yaitu sebesar 2,7 A. Grafik tersebut berbentuk fluktuatif dikarenakan pengambilan data dilakukan pada saat musim penghujan. Sehingga

terkadang ada mendung yang menghalangi cahaya ke panel surya. Selain itu arus listrik yang dihasilkan dipengaruhi oleh turbin *savonius* yang berputar menghasilkan arus listrik.

D. PEMBAHASAN

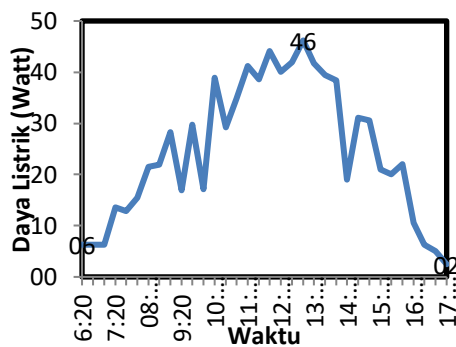
Profile daya listrik pada turbin angin *savonius* tanpa penambahan panel surya



Gambar 7. *Profile* Daya Listrik pada Turbin Angin Tanpa Penambahan Panel Surya

Berdasarkan Gambar 7 daya listrik yang dihasilkan dari turbin angin tanpa panel surya menurut waktu yang berbeda. Daya listrik maksimal yang dihasilkan adalah 1.63 Watt pada pukul 17.00 WIB. Sedangkan daya listrik terkecil adalah 0.08 Watt pada pukul 10.20 WIB. Alasannya sama seperti arus listrik dan tegangan listrik yang tidak menghasilkan listrik yaitu saat waktu tersebut turbin angin tidak berputar karena kecepatan angin berada dibawah *cut in speednya*.

Profile daya listrik pada turbin dengan penambahan panel surya

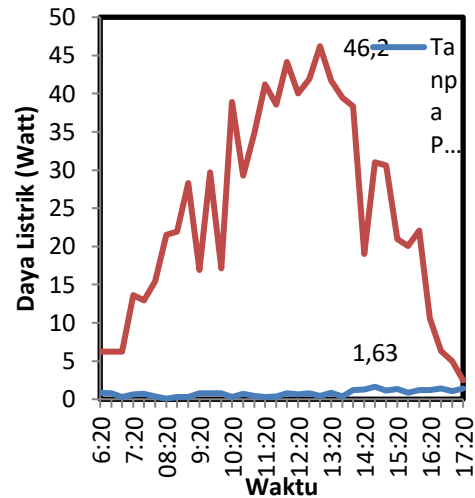


Gambar 8. Profile Daya Listrik pada Turbin Angin dengan Penambahan Panel Surya

Dari Gambar 8 menunjukkan bahwa waktu terpengaruh terhadap daya listrik yang dihasilkan panel surya. Mulai pukul 06.20 WIB kombinasi turbin angin dan panel surya sudah menghasilkan daya listrik sebesar 6,3 Watt. Daya listrik tertinggi adalah 46,2 Watt pada pukul 13.00 WIB. Sedangkan daya listrik yang paling rendah yaitu 2,5 Watt pada pukul 17.20 WIB. Pada pukul 06.20 s.d. 13.00 WIB, daya listrik yang dihasilkan mengalami kenaikan secara terus menerus tetapi terdapat ketidakstabilan daya listrik. Nah ini disebabkan oleh kondisi langit yang kadang mendung, terdapat awan-awan yang menghalangi sinar matahari. Kemudian pada pukul 14.40 WIB daya listrik mengalami kenaikan lagi disebabkan daya listrik yang dihasilkan turbin bertambah. Karena turbin angin pada pukul 14.00 s.d. 17.20 WIB berputar lebih kencang daripada jam-jam sebelumnya.

NOZEL, Volume 02 Nomor 04, November 2020, 256 – 265
DOI: <https://doi.org/10.20961/nozel.v1i4.45216>

Perbandingan profile daya listrik antara turbin angin savonius tanpa penambahan panel surya dan turbin angin savonius dengan penambahan panel surya



Gambar 9. Perbandingan Profile Daya Listrik

Dari Gambar 9 menunjukkan bahwa daya listrik yang dihasilkan dengan penambahan panel surya lebih besar dibandingkan tanpa penambahan panel surya. Hasil daya listrik dengan penambahan panel surya mampu mencapai 46,2 Watt sedangkan tegangan listrik yang dihasilkan dari turbin angin tanpa panel surya hanya berkisar 1,63 Watt saja. Hal ini membuktikan bahwa turbin angin dengan penambahan panel surya menghasilkan daya listrik yang lebih optimal jika dibandingkan dengan turbin angin tanpa panel surya dalam rentang waktu di siang hari. Pada siang hari, panel surya mampu menutupi kekurangan turbin angin ketika kecepatan angin tidak mampu memutarakan turbin. Sehingga ketika turbin angin tidak

berputar untuk menghasilkan listrik disiang hari, maka masih ada panel surya yang menghasilkan listrik untuk melakukan pengisian pada baterai. Pemanfaatan kombinasi pembangkit listrik *hybrid* dengan menggunakan turbin angin panel surya ini sebagai penerangan di daerah tambak Desa Berahan Kulon, Kec. Wedung, Kab. Demak.

E. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah didapatkan, kemudian dilakukan pembahasan untuk membandingkan daya listrik yang dihasilkan antara turbin angin *savonius* tanpa penambahan panel surya dan turbin angin *savonius* dengan penambahan panel surya. Sehingga dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut : *profile* daya listrik turbin angin *savonius* yang terpasang di pesisir pantai Kab. Demak tanpa penambahan panel surya menghasilkan daya listrik mencapai 1,63 Watt dengan rata-rata kecepatan angin 2,0 m/s. Profile daya listrik turbin angin *savonius* yang terpasang di pesisir pantai Kab. Demak dengan penambahan panel surya menghasilkan daya listrik mencapai 46,2 Watt dengan kecepatan angin 2,0 m/s dan intensitas cahaya mencapai 130 luxmeter. Perbandingan *profile* daya listrik antara turbin angin tanpa penambahan panel surya dan turbin angin dengan penambahan panel surya mengalami peningkatan yang signifikan. Pembangkit

listrik *hybrid* turbin angin dengan penambahan panel surya menghasilkan daya listrik maksimal 46,2 Watt pada pukul 13.00 WIB Sedangkan PLTB yang menggunakan turbin *savonius* menghasilkan daya listrik maksimal 1,63 watt saja. Penambahan panel surya pada pembangkit listrik menutupi kekurangan turbin angin yang tidak bisa berputar secara konstan selama seharian penuh. Sehingga pengisian baterai tetap dilakukan oleh panel surya ketika kecepatan angin yang berhembus tidak mampu memutarakan turbin. Dari hal tersebut pengisian baterai tetap maksimal sebagai sumber energi yang digunakan untuk penerangan di sekitar tambak saat malam hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Affifudin, F., & Farid, S.H. (2012). Optimalisasi Tegangan Keluaran Dari Solar Cell Menggunakan Lensa Pemfokus Cahaya Matahari, *Jurnal Neutrino*, 4 (2), 164-177.
- Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi. (2014). *Outlook Energi Indonesia 2014*. Jakarta : Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi
- Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi. (2018). *Outlook Energi Indonesia 2018*. Jakarta : Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi
- Contained Energi Indonesia. (2018). *Buku Panduan Energi yang Terbaru*. Jakarta : PNPM Mandiri
- Daryanto. (2007). *Energi Masalah dan Pemanfaatannya bagi Kehidupan*

- Manusia. Yogyakarta: Pustaka Widyatama.
- Dewi, Marizka Lustia. (2010). *Analisis Kinerja Turbin Angin Poros Vertikal dengan Modifikasi Rotor Savionus L untuk Optimasi Kinerja Turbin*. Skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Diah L, Pangestyuningtyas. (2013). *Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya terhadap Radiasi Matahari yang Diterima oleh Panel Surya Tipe Array Tetap*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Direktur Jenderal Energi Baru Terbarukan Dan Konservasi Energi. (2016). *Statistik Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi 2016*. Jakarta : DIRJEN EBTKE
- Hossain, M.A. (2011). *Performance Evaluation of 1.68 kWp DC Operated Solar*
- Muin, H. (2017). *Studi Perbandingan Penggunaan Panel Surya Dengan Turbin Angin Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif Di Kampus Universitas Sebelas Maret*. Skripsi. Surakarta : Universitas Sebelas Maret
- Pamungkas, S.F. (2017). *Performansi Turbin Angin Savonius Tipe S dengan Variasi Penambahan Fin pada Sudu dan Kecepatan Angin*. Skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Patel. M.R. (2006). *Wind and Solar Power Systems Design, Analysis, and Operation*. USA: Taylor & Francis Group, LLC. *Pump with Auto Tracker using Microcontroller Based Data Acquisition System*. ICME 11-RT-030. *Savonius Wind Turbines. Renewable and Sustainable Energi Riviews*, 16,3054-3064.
- Soelaiman F.A.T, Tandian P.N, dan Rosidin, N. (2007) *Perancangan, Pembuatan dan Pengujian Prototipe SKEA menggunakan Rotor Savonius dan Windside untuk Penerangan Jalan Tol*, Laporan Penelitian ITB Bandung.
- Sudarto, Aris & B. Saragih. (2010). *Resume Pemanfaatan dan Pengembangan Energi Angin*. Jakarta: Kementrian ESDM-Dirjen EBTKE.
- Sugiyono, A. (2015). *Permasalahan dan Kebijakan Energi Saat Ini*. Tangerang : Pusat Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi, BPPT