



NOZEL

Jurnal Pendidikan Teknik Mesin



Jurnal Homepage:

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

STUDI PERBANDINGAN PENGGUNAAN PANEL SURYA DENGAN TURBIN ANGIN SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK ALTERNATIF DI KAMPUS UNIVERSITAS SEBELAS MARET SURAKARTA

Hazis Muin¹, Dinar Susilo Wijayanto¹, Indah Widiastuti¹

¹Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, FKIP, Universitas Sebelas Maret
Kampus V UNS Pabelan Jl. Ahmad Yani Nomor 200, Surakarta

Email : hazismuin27@gmail.com

Abstract

Solar and wind are sources of potential energy that are not widely used. The kinetic energy of wind and thermal energy of solar can be converted into electrical energy source. Both of these energy sources in addition to not polluting are also available in unlimited quantities. This experimental research studying the effect of the slope angle of solar panel to determine the most optimal angle and the feasibility between solar panels and wind turbines in the area of Campus V UNS. Variations of the angle that is used in this research is the angle of 18°; 24°; 30°; and 36°. The measurement is done by measuring the electrical current and the voltage of the electricity produced in solar panels as well as to measure the wind speed as a comparison to find out the electrical power generated in wind turbines. This research was conducted in the area of campus V UNS Pabelan for 30 days. The results showed that the power generated influenced the angle of the slope in the solar panel. The Highest power produced is 41.1 Watt at the intensity of the sunlight 120000 lux on the slope angle of solar panel is 24°, while at the slope angel of solar panels an 18°, 30°, and 36°, in respectively is 37.4; 39.7; and 38.6 Watts. This research states that solar panels produce electrical power more effective and optimal than wind turbines. The highest average of electricity power for 30 days generated by solar panels is 40.19 Watt at 11:20 a.m. while wind turbines produce the highest average of electrical power is 7.88 Watt at 15:40 p.m.

Keywords: Power, solar panels, wind turbines.

A. PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi terbarukan saat ini mendapat perhatian yang besar di dunia salah satunya di Indonesia, karena jumlah energi

fosil diperkirakan semakin berkurang dan tidak dapat diperbarui. Menurut Pudjanarsa dan Djati (2013), jenis bahan bakar fosil dikategorikan sebagai energi yang kadar

polusinya cukup tinggi. Para ahli memprediksi gas alam juga akan habis kurang lebih 100 tahun lagi, sedangkan cadangan batubara habis kurang lebih 200 hingga 300 tahun yang akan datang.

Rencana strategis yang dikeluarkan oleh Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral (Renstra KESDM) tahun 2015, menyatakan bahwa cadangan minyak bumi di Indonesia diperkirakan habis 13 tahun kemudian, sedangkan gas bumi diperkirakan habis 34 tahun kemudian dan batubara 72 tahun kemudian dengan rasio cadangan produksi tahun tersebut (KESDM, 2015).

Kebutuhan energi semakin besar seiring pertambahan penduduk dan meningkatnya aktivitas masyarakat. Bertambahnya kebutuhan energi dapat diimbangi dengan penambahan sumber energi alternatif. Saat ini sebagian besar energi yang digunakan berasal dari fosil, tidak dapat diperbaharui dan dapat habis jika digunakan secara terus menerus.

Sumber energi alternatif yang memiliki potensi dan belum banyak digunakan saat ini adalah energi angin dan energi matahari. Angin dapat menghasilkan energi kinetik begitu juga dengan panas matahari dapat menghasilkan energi listrik jika dimanfaatkan sebagai sumber energi sel surya. Kedua sumber energi alternatif tersebut tidak menghasilkan polusi dan tidak terbatas jumlahnya.

Sel surya adalah teknologi penghasil sumber energi terbarukan dengan mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Sel surya sangat berpotensi menjadi sumber energi terbarukan yang diterapkan di Indonesia karena Indonesia memiliki iklim tropis. Namun energi alternatif sel surya memiliki kekurangan yaitu daya listrik yang dihasilkan tidak dapat stabil karena bergantung pada intensitas cahaya matahari yang diterima oleh panel surya. Pemasangan panel surya dengan sudut kemiringan atau *slope* yang tepat dapat mengatasi ketidakstabilan daya yang berasal dari intensitas cahaya matahari.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Diah L (2013) tentang analisis sudut kemiringan sel surya menyatakan bahwa setiap bulan sudut kemiringan sel surya bervariasi dengan besaran 1° sampai 34° . Ketika musim hujan sudut kemiringan yang tepat sebesar 1° . Sedangkan pada musim kemarau sudut kemiringan sel surya yang sempurna menangkap cahaya matahari yaitu sebesar 24° .

Dari sumber energi angin dan cahaya yang dapat menghasilkan energi listrik, turbin angin memerlukan kecepatan yang konstan agar dapat memperoleh daya optimum. Begitu pula dengan sel surya hanya dapat memperoleh intensitas cahaya matahari di siang hari dimana kestabilan daya bergantung pada intensitas cahaya yang diterima sel. Selama ini telah dilakukan

berbagai penelitian demi mencapai efisiensi daya maksimum dari turbin angin dengan memvariasikan desain turbin dan memvariasikan desain pemasangan pada sel surya. Maka dari itu, diperlukan perbandingan keduanya untuk mengetahui kelayakan turbin angin dan sel surya.

Menurut Kadir dalam Bahri W (2014) menyatakan turbin angin merupakan sistem yang dapat merubah energi angin menjadi energi gerak pada rotor turbin sehingga dapat memutar generator untuk menghasilkan energi listrik.

Turbin angin memiliki berbagai jenis bentuk berdasarkan posisi sumbu. Salah satunya adalah turbin angin sumbu vertikal yang memiliki *self starting* baik dan mampu memutar rotor walaupun kecepatan angin rendah dan torsi yang dihasilkan relatif tinggi (Sargolzaei, 2007).

Turbin angin sumbu vertikal memiliki kelebihan dapat berputar secara efektif dengan dorongan angin dari segala arah, sehingga cocok pada daerah yang memiliki sumber angin bervariasi. Selain turbin angin sumbu vertikal, turbin angin sumbu horizontal harus mengarahkan kepada sumber arah angin untuk mendapatkan putaran turbin yang efektif. Ketika arah angin berubah, turbin harus menyesuaikan terhadap sumber arah angin terlebih dahulu. Efisiensi yang dihasilkan turbin vertikal kecil karena menimbulkan gaya *drag* (Vashali, dkk. 2014)

Solar cell (sel *photovoltaic*), merupakan alat semi konduktor terdiri dari dioda *p-n junction* yang dapat menghasilkan listrik dari cahaya matahari. Listrik yang dihasilkan cahaya matahari disebut efek *photovoltaic*. Bidang riset berhubungan dengan sel surya dikenal sebagai *photovoltaics* (Patel, 2006).

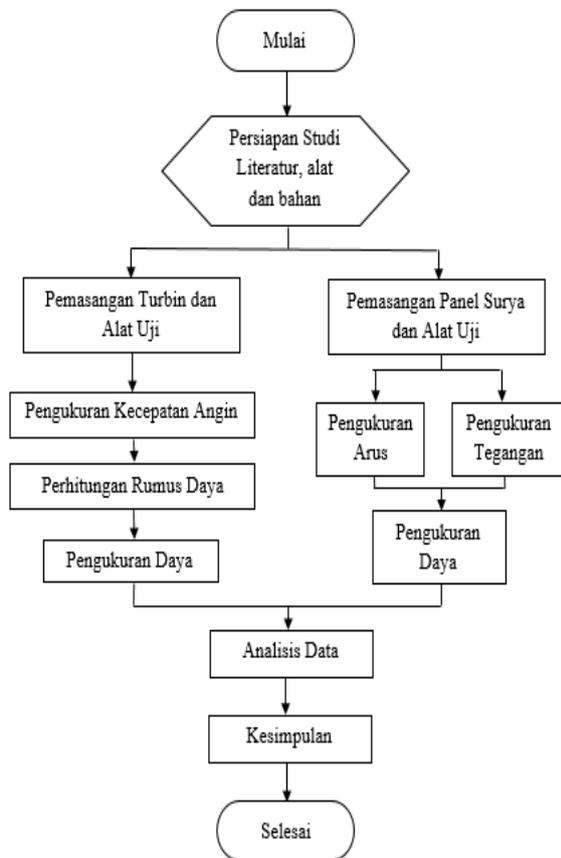
Intensitas cahaya dapat diukur menggunakan *lux meter* dengan perkiraan konversi $0,0079 \text{ W/m}^2$ per *Lux* (Hossain, 2011). Dengan rumus sebagai berikut:

$$1 \text{ lux} = 0.0079 \text{ W/m}^2 \quad (1)$$

Penggunaan konversi antara lux dan W/m^2 di atas juga telah digunakan oleh Hossain dkk (2011). Mereka semua menggunakan konversi $0,0079 \text{ W/m}^2$ per *Lux*.

B. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen langsung terhadap panel surya dan turbin angin yang digunakan. Kegiatan penelitian ini meliputi studi literatur, uji panel surya, *set up* alat, pengambilan data, dan analisis data. Pengambilan data dilakukan dengan mengukur arus listrik dan tegangan listrik serta mengukur kecepatan angin. Daya panel surya dihitung dengan data arus dan tegangan listrik yang sudah diperoleh. Kecepatan angin diukur untuk menghitung daya turbin angin dengan menggunakan rumus yang diperoleh pada penelitian sebelumnya. Analisis data dilakukan dengan teknik analisis deskriptif.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

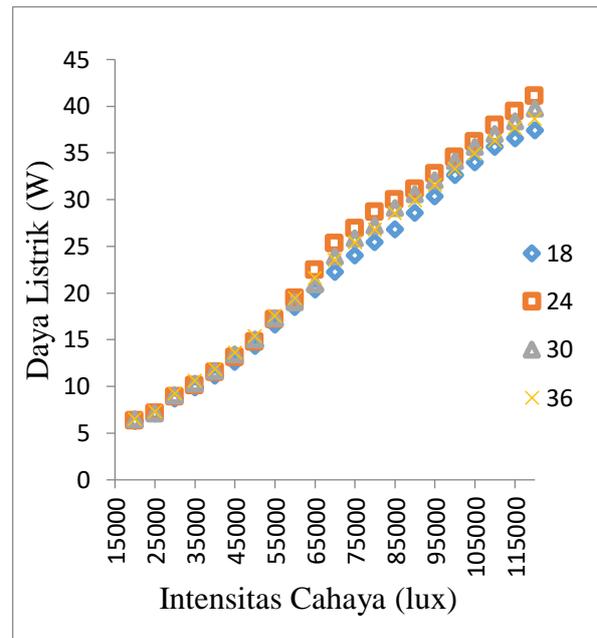
Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui komparasi dari turbin angin Savonius dengan panel surya tipe *array* terhadap daya yang dihasilkan selama 30 hari.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang telah didapatkan dari penelitian dapat disajikan dalam bentuk grafik. Berikut adalah data hasil semua pengujian pengaruh studi perbandingan penggunaan panel surya dengan turbin angin sebagai sumber energi listrik alternatif di kampus Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Berdasarkan data hasil penelitian pada pengukuran tegangan listrik dan arus listrik, maka didapatkan besar daya listrik yang

dihasilkan oleh panel surya. Data besar daya listrik tersebut kemudian dibuat grafik hubungan intensitas cahaya matahari antara dengan daya listrik (seperti pada Gambar 2).

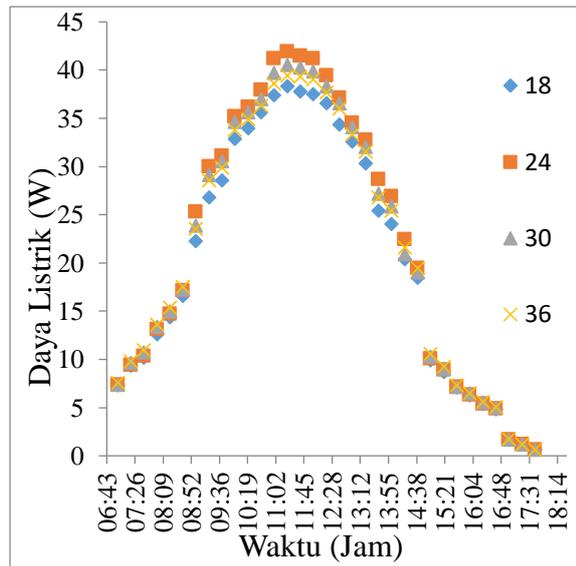


Gambar 2. Hubungan Intensitas Cahaya terhadap Daya Listrik pada Panel Surya

Gambar 2 menunjukkan daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya pada tingkat intensitas cahaya matahari yang berbeda. Semakin tinggi intensitas cahaya akan menghasilkan daya listrik yang semakin besar. Kondisi intensitas cahaya matahari kurang dari 65000 lux, tidak terlihat perbedaan yang signifikan antara beberapa variasi sudut panel surya. Sedangkan pada intensitas cahaya tinggi, sudut kemiringan panel surya 24° menghasilkan daya listrik yang paling besar. Intensitas cahaya matahari sebesar 120000 lux, sudut kemiringan panel surya 24° menghasilkan arus listrik sebesar 41,1 *Watt* sedangkan pada sudut kemiringan

panel surya 30°, 36° dan, 18° berturut-turut adalah 39,7; 38,6; dan 37,4 Watt.

Hasil ini mendukung penelitian yang dilakukan oleh Pangestuningtyas (2010) mengatakan bahwa sudut kemiringan panel surya yang dapat menghasilkan daya listrik paling tinggi yaitu 24° pada musim kemarau.



Gambar 3. Hubungan Waktu terhadap Daya Listrik pada Panel Surya

Gambar 3 menunjukkan posisi matahari mempengaruhi besarnya daya listrik yang dihasilkan pada panel surya dengan variasi sudut kemiringan yang berbeda. Kondisi rentang waktu pukul 09.00 s.d. 11.00 WIB cenderung mengalami peningkatan yang signifikan. Daya yang dihasilkan paling tinggi terjadi pada pukul 11.00 WIB dari semua variasi sudut kemiringan panel surya. Sudut kemiringan panel surya yang dapat menghasilkan daya listrik paling tinggi yaitu sudut 24° sebesar 41,9 Watt dibandingkan dengan sudut lainnya pada pukul 11.00 WIB.

Besarnya daya listrik yang dihasilkan pada sudut 24° adalah paling tinggi dibandingkan dengan sudut lainnya dalam rentang waktu pukul 09.00 s.d. 14.00 WIB. Hal ini menunjukkan bahwa posisi matahari pada rentang waktu tersebut cocok dengan pemasangan kemiringan sudut 24° pada panel surya. Data tersebut juga mendukung penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Pangestuningtyas (2010) bahwa posisi pemasangan sudut panel surya berpengaruh terhadap intensitas cahaya matahari yang dapat diterima panel surya.

Berdasarkan hasil pengujian sudut kemiringan panel surya didapatkan sudut paling optimal yang dapat menghasilkan daya listrik yaitu sudut 24°. Data yang didapatkan selama 30 hari adalah arus listrik dan tegangan listrik dengan sudut kemiringan panel surya 24°. Besar daya listrik didapatkan melalui persamaan :

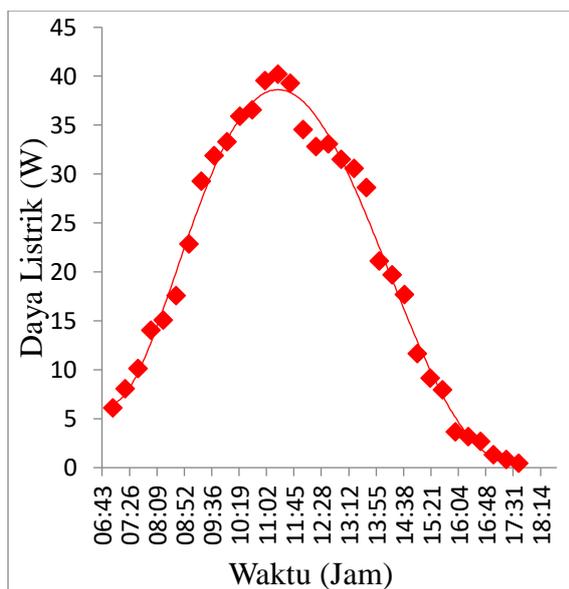
$$P = I \times V \quad (2)$$

dimana, P : Daya Listrik

I : Arus Listrik

V : Teganga Listrik

Data besar daya listrik tersebut kemudian dibuat grafik rata-rata selama 30 hari hubungan antara daya listrik dengan waktu (seperti pada Gambar 4).



Gambar 4. Hubungan Rata-rata Waktu terhadap Daya Listrik pada Panel Surya selama 30 Hari

Gambar 4 menunjukkan bahwa waktu berpengaruh terhadap daya listrik yang dihasilkan panel surya. Pukul 07.00 WIB daya listrik yang dihasilkan sebesar 6,09 Watt. Daya listrik tertinggi dihasilkan pada pukul 11.20 WIB yaitu sebesar 40,19 Watt sedangkan daya listrik terendah pada pukul 17.40 WIB yaitu sebesar 0,46 Watt. Hal ini menunjukkan posisi matahari yang berbeda setiap waktu sehingga intensitas cahaya matahari juga berpengaruh terhadap daya listrik yang dihasilkan. Semakin besar intensitas cahaya matahari yang diterima panel surya semakin besar pula daya listrik yang dihasilkan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Pamungkas (2017), telah didapatkan persamaan untuk mengetahui daya listrik turbin angin dengan

menggunakan data kecepatan angin. Besar daya listrik didapatkan melalui persamaan :

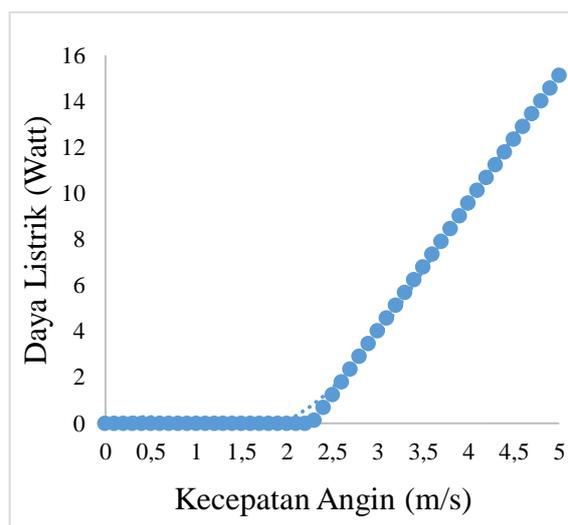
$$Y = 5,55X - 12,63 \quad (3)$$

Keterangan : 2

Y : Daya Listrik (Watt)

X : Kecepatan Angin (m/s)

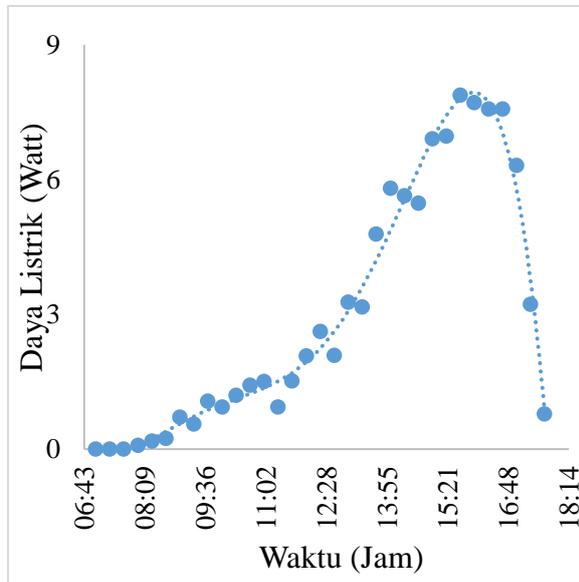
Data kecepatan angin diukur selama 30 hari dengan interval waktu 20 menit mulai pukul 07.00 s.d. 17.40 WIB. Berdasarkan persamaan di atas dan data kecepatan angin yang diperoleh, maka dapat diketahui besarnya daya listrik yang dihasilkan. Data besar daya listrik tersebut kemudian dibuat grafik hubungan kecepatan angin terhadap daya listrik dan rata-rata selama 30 hari hubungan antara daya listrik dengan waktu (seperti pada Gambar 5 dan Gambar 6).



Gambar 5. Hubungan Kecepatan Angin terhadap Daya Listrik pada Turbin Angin

Gambar 5 menunjukkan bahwa turbin angin mulai menghasilkan daya listrik pada kecepatan angin 2,3 m/s sebesar 0,13 Watt. Daya listrik tertinggi pada kecepatan angin 5

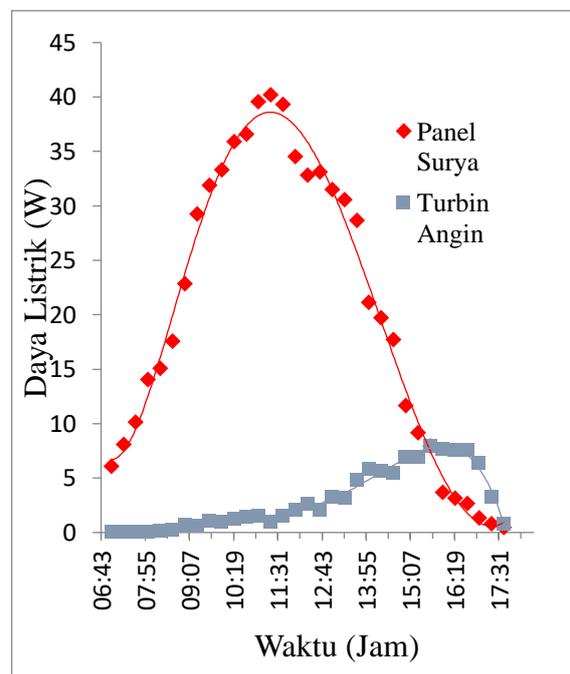
m/s sebesar 15,12 Watt. Peningkatan daya cukup signifikan pada rentang kecepatan angin 2,3 s.d. 5 m/s. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan angin berpengaruh terhadap daya listrik yang dihasilkan turbin angin.



Gambar 6. Hubungan Waktu terhadap Rata-rata Daya Listrik pada Turbin Angin selama 30 Hari

Gambar 6 menunjukkan bahwa daya listrik yang dihasilkan pada turbin angin setiap waktu berbeda karena kondisi kecepatan angin yang berbeda. Daya listrik tertinggi dihasilkan pada pukul 15.40 WIB sebesar 7,88 Watt. Daya listrik mulai mengalami peningkatan signifikan yaitu pukul 12.00 WIB yaitu sebesar 36,15% dari pukul sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa keefektifan turbin angin menghasilkan daya listrik antara pukul 11.40 s.d. 17.40 WIB dikarenakan kecepatan angin cenderung meningkat pada waktu tersebut.

Berdasarkan data hasil penelitian pada pengujian sudut kemiringan panel surya, maka dilakukan penelitian lanjut pada panel surya dengan sudut kemiringan 24° untuk mengetahui besarnya daya yang dihasilkan selama 30 hari pengujian. Pengujian pada turbin angin dilakukan dengan pengukuran kecepatan angin selama 30 hari pengujian untuk mengetahui daya listrik yang dihasilkan melalui persamaan yang telah didapatkan pada penelitian sebelumnya. Kemudian dari kedua pengujian tersebut dibuatkan grafik hubungan antara waktu terhadap daya listrik (seperti pada Gambar 7).



Gambar 7. Hasil Perbandingan Rata-rata Daya Listrik yang dihasilkan Panel Surya dan Turbin Angin selama 30 Hari

Gambar 7 menunjukkan rata-rata daya listrik yang dihasilkan panel surya dan turbin angin selama 30 hari. Daya listrik yang dihasilkan panel surya meningkat dalam

rentang waktu 07.00 s.d. 11.00 WIB dan menurun dalam waktu di atas pukul 11.00 WIB. Hal ini dikarenakan kondisi intensitas cahaya yang berbeda dalam setiap waktu. Hal ini juga membuktikan bahwa besarnya daya listrik dipengaruhi besarnya intensitas cahaya dan besarnya intensitas cahaya dipengaruhi oleh posisi matahari.

Daya listrik yang dihasilkan turbin angin cenderung konstan dalam rentang waktu pukul 07.00 s.d. 11.00 WIB. Mulai mengalami kenaikan daya listrik pada pukul 12.00 WIB. Daya listrik tertinggi terjadi pada pukul 15.00 WIB. Hal ini membuktikan bahwa potensi angin yang dapat menghasilkan energi listrik pada waktu diatas pukul 12.00 WIB.

Daya listrik yang dihasilkan panel surya lebih efektif dan optimal dibandingkan turbin angina ditunjukkan pada gambar 7. Energi listrik yang dihasilkan sebesar 40,19 Watt pada pukul 11.20 WIB oleh panel surya, sedangkan 7,88 Watt pada pukul 15.40 WIB energi listrik yang dihasilkan oleh turbin angin. Hal ini membuktikan bahwa panel surya menghasilkan daya listrik optimal selama rentang waktu yang cukup lama dibandingkan turbin angin. Hal ini juga menunjukkan bahwa panel surya lebih cocok digunakan untuk pengganti sumber energi terbarukan di wilayah kampus V UNS Pabelan. Model *hybrid* bisa menjadi alternatif sumber energi terbarukan untuk wilayah kampus V UNS Pabelan.

NOZEL Volume 02 Nomor 04, November 2020, 301 – 311
DOI :

D. PENUTUP

Kesimpulan dari hasil penelitian ini sebagai berikut :

1. Sudut kemiringan panel surya paling efektif digunakan sebesar 24° untuk wilayah UNS Kampus V Pabelan dengan daya listrik tertinggi 41,9 *Watt* pada intensitas cahaya matahari 120000 *lux*.
2. Daya listrik harian yang dihasilkan panel surya maksimum sebesar 40,19 *Watt* pada pukul 11.20 WIB.
3. Daya listrik harian yang dihasilkan oleh turbin angin maksimum sebesar 7,88 *Watt* pada pukul 15.40 WIB.
4. Penggunaan sumber energi terbarukan untuk wilayah UNS Kampus V Pabelan yang paling efektif menghasilkan daya listrik adalah panel surya dengan sudut kemiringan sebesar 24°. Daya listrik yang dihasilkan panel surya lebih besar dibandingkan dengan turbin angin.

DAFTAR PUSTAKA

- Diah L, Pangestyuningtyas. (2013). *Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya terhadap Radiasi Matahari yang Diterima oleh Panel Surya Tipe Array Tetap*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Kadir, A. (1995). *Energi: Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik dan Potensial Ekonomi*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2015). *Rencana Strategis Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral 2015-2019*. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

- 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.
- Pudjanarsa, Astu. & Djati Nursuhud. (2013). *Mesin Konversi Energi Edisi 3*. Yogyakarta: Andi.
- Sargolzaei, J. (2007). *Prediction of The Power Ratio in Wind Turbine Savonius Rotors Using Artifical Neural Networks*. Zahedan, Baluchestan University.
- Vaishali, A.V., Patil.S.A., & Thakur,A.G. (2014) “Optimization of Savonius Rotor for Wind Turbine”, *International Journal of Advances in Engineering and Technology*, .7, 1294- 1299