

PENGUJIAN PROTOTYPE TURBIN ANGIN SAVONIUS PADA KECEPATAN ANGIN RENDAH

Muhammad Zaki Faishol Faruq*, Nurmuntaha Agung Nugraha

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani, Mendungan, Pabelan, Kec. Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, Jawa tengah 57162.

*Email: mzakiff@gmail.com

Abstrak

Turbin angin Savonius bertujuan untuk menciptakan pembangkit listrik alternatif. Hal ini berdasarkan pada kurangnya pemanfaatan angin di Indonesia. Peneliti merancang bangun turbin untuk memanfaatkan energi angin. Tujuan penelitian ini mengetahui performa yang dapat dihasilkan turbin angin Savonius yang didesain oleh peneliti. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Prototype Turbin Savonius yang diproduksi memiliki 3 blade dengan diameter rotor 290 mm. Turbin Savonius dibuat menggunakan mesin 3D printer dengan material PLA+. Hasil yang didapat dalam penelitian ini yaitu, turbin angin Savonius menghasilkan cut in speed sebesar 2,11 m/s. Turbin ini juga menghasilkan tegangan sebesar 20,25 Volt, arus listrik sebesar 14,6 mA dan daya listrik sebesar 0,296 Watt pada kecepatan angin 6,69 m/s.

Kata kunci: daya listrik, PLA+, turbin angin Savonius,

PENDAHULUAN

Penggunaan energi di Indonesia masih didominasi oleh penggunaan energi tidak terbarukan yang berasal dari fosil, khususnya minyak bumi dan batu bara (Azhar and Satriawan, 2018). Menurut Budi and Suparman (2013), menyatakan bahwa pembangkit listrik berbahan bakar fosil mempunyai emisi CO₂ yang cukup besar. Ketersediaan energi fosil belakangan ini mengalami penurunan, sehingga harganya cenderung naik. Hal ini dapat membahayakan bagi keamanan energi listrik masyarakat Indonesia yang kian hari kian menipis. Maka dari itu, perlu adanya alternatif lain dari energi terbarukan.

Energi angin merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang menjanjikan karena ketersediaannya (Abdelaziz et al., 2021). Saat ini pemerintah Indonesia terus mendorong penggunaan energi terbarukan sesuai dengan target yang tercantum dalam Peraturan Pemerintah No.79 Tahun 2014 mengenai Kebijakan Energi Nasional (Maulana et al., 2021). Target bauran energi terbarukan pada tahun 2025 paling sedikit 23% dan tahun 2030 sebesar 31%. Secara teori, mendirikan pembangkit listrik tenaga angin tidak sesulit pembangkit listrik lainnya. Menurut Ismail dan Saleh (2015), Indonesia mempunyai kecepatan rata-rata berkisar antara 3 m/s hingga 5 m/s. Hal ini diperkuat oleh penelitian yang dilakukan Azirudin (2019), bahwa pada ketinggian 30

meter di waktu tertentu mencapai 4,5 m/s, sedangkan di waktu yang lain kecepatan angin hanya sebesar 1,19 m/s. Kondisi angin di Indonesia ini tergolong rendah, untuk itu dibutuhkan turbin angin yang sesuai dengan kecepatan angin di Indonesia dan lokasi dengan ketinggian yang rendah tapi memiliki potensi kecepatan angin yang tinggi.

Dari hal tersebut peneliti ingin merancang turbin angin yang memanfaatkan energi terbarukan, yaitu energi angin. Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui dan menelaah tentang daya tertinggi yang dapat dihasilkan oleh turbin angin Savonius pada kecepatan angin rendah. Selain itu, penelitian ini dilakukan sebagai bahan pembuktian bahwa energi angin dapat menjadi salah satu alternatif dari energi terbarukan yang dapat digunakan di masa depan secara berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan mendesain turbin angin *Savonius* menggunakan *software Solidworks*, kemudian pembuatan *prototype* turbin menggunakan mesin 3D *printer*. Pada penelitian ini sudu turbin menggunakan bahan filamen yaitu PLA+. Setelah turbin jadi, kemudian melakukan pembuatan *prototype* rangka turbin angin untuk meletakkan turbin angin dan generator. Spesifikasi turbin yang digunakan dalam penelitian ini terdapat dalam Tabel 1.

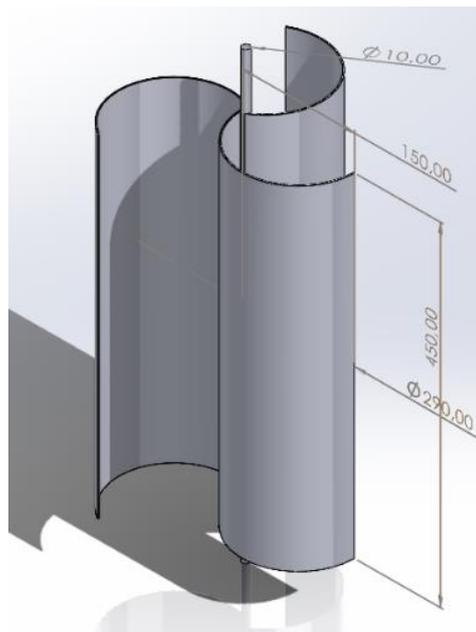
Tabel 1. Spesifikasi Turbin Angin Savonius

Spesifikasi	Nilai
Jumlah <i>blade</i>	3 buah
Material <i>blade</i>	PLA+
Generator	220v DC
Diameter rotor	290 mm
Diameter poros utama	10 mm
Diameter <i>blade Savonius</i>	150 mm
Tinggi <i>blade Savonius</i>	450 mm

Penelitian ini menganalisis daya yang dihasilkan ketika energi angin mengenai turbin, sehingga turbin dapat berputar secara optimal. Pengambilan data dilakukan dengan mengukur dan menganalisis besar kecepatan angin menggunakan sensor anemometer berbasis Arduino, tegangan listrik dan arus listrik yang dihasilkan turbin angin *Savonius* menggunakan sensor MAX471. Daya listrik diperoleh melalui perhitungan antara tegangan listrik dan arus listrik yang didapatkan. Besar daya listrik ditentukan dengan rumus:

$$P = VI \tag{1}$$

Dimana P merupakan Daya, V merupakan Tegangan dan I merupakan Arus (Hendrawan, 2022: 01).



Gambar 1. Desain Turbin Angin Savonius 3 Sudu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Cut in speed merupakan kemampuan turbin untuk berputar dari keadaan diam pada kecepatan angin tertentu. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan *cut in speed* yang terjadi pada kecepatan angin sebesar 2,11 m/s.

Tabel 2. Data Kecepatan Angin dan Tegangan Listrik

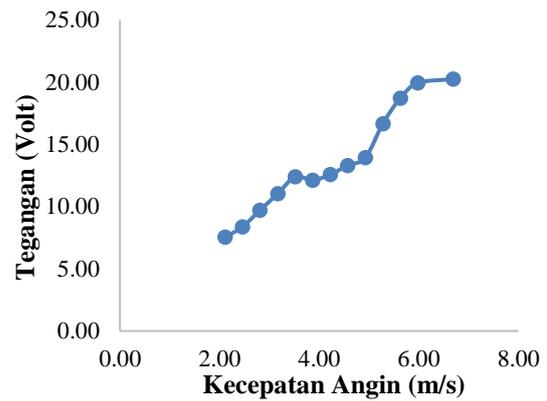
Kecepatan Angin (m/s)	Tegangan (Volt)
2,11	7,536
2,46	8,3711
2,81	9,696
3,17	11,046
3,52	12,396
3,87	12,126
4,22	12,568
4,57	13,305
4,93	13,943
5,28	16,668
5,63	19,761
5,98	19,932
6,69	20,252

Data hasil tegangan listrik didapat dengan cara melakukan pengukuran tegangan menggunakan alat ukur multimeter berbasis Arduino. Dari hasil pengukuran dan perhitungan diperoleh dalam Tabel 2. Data hasil kuat arus listrik didapat dengan cara melakukan pengukuran kuat arus menggunakan alat ukur multimeter berbasis Arduino. Dari hasil pengukuran dan perhitungan diperoleh dalam Tabel 3.

Hasil Pengujian Kecepatan Angin Terhadap Daya Listrik. Data dari hasil pengujian pada pengukuran tegangan dan arus listrik dapat digunakan untuk menentukan daya listrik yang diperoleh oleh generator turbin angin. Besar daya listrik didapatkan melalui perhitungan antara tegangan dengan arus listrik. Data hasil daya listrik yang diperoleh melalui perhitungan yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Data Kecepatan Angin dan Arus Listrik

Kecepatan Angin (m/s)	Arus Listrik (mA)
2,11	4,7
2,46	5,2
2,81	6,5
3,17	8,7
3,52	8,7
3,87	9,0
4,22	9,2
4,57	8,8
4,93	9,2
5,28	11,5
5,63	13,7
5,98	13,5
6,69	14,6

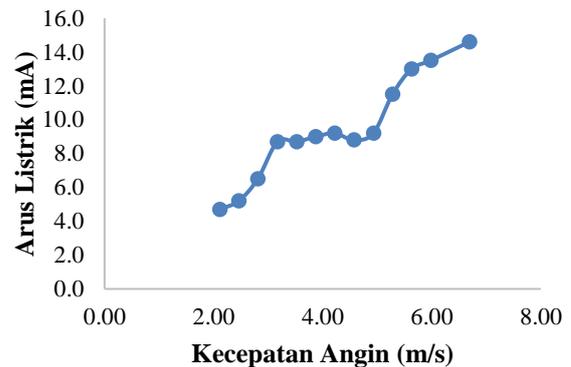


Gambar 2. Grafik Hubungan antara Kecepatan Angin Terhadap Tegangan Listrik

Pengaruh kecepatan angin terhadap arus listrik. Dari hasil data yang diperoleh pada Tabel 3 selanjutnya dibuat grafik hubungan antara arus listrik dengan kecepatan angin, dapat dilihat pada Gambar 3 berikut:

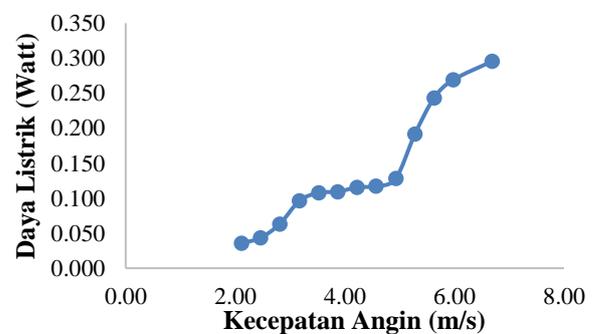
Tabel 4. Data Kecepatan Angin Terhadap Daya Listrik

Kecepatan Angin (m/s)	Daya Listrik (Watt)
2,11	0,03542
2,46	0,04353
2,81	0,06302
3,17	0,09610
3,52	0,10785
3,87	0,10913
4,22	0,11563
4,57	0,11708
4,93	0,12828
5,28	0,19168
5,63	0,27073
5,98	0,26908
6,69	0,29568



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Kecepatan Angin Terhadap Arus Listrik

Pengaruh kecepatan angin terhadap tegangan listrik. Dari hasil data yang diperoleh pada Tabel 2 selanjutnya dibuat grafik hubungan antara tegangan listrik dengan kecepatan angin dilihat pada Gambar 2 berikut:



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Daya Listrik dan Kecepatan Angin

Pengaruh kecepatan angin terhadap daya listrik. Dari hasil data yang diperoleh pada Tabel 4 selanjutnya dibuat grafik hubungan antara daya listrik dengan kecepatan angin, dapat dilihat pada gambar 4.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data yang dilakukan untuk mengevaluasi daya yang dihasilkan oleh turbin angin Savonius, beberapa kesimpulan dapat ditarik. Pertama, terdapat hubungan langsung antara kecepatan angin yang mengenai sudu-sudu turbin dengan jumlah daya yang dihasilkan oleh generator turbin tersebut, dimana semakin besar kecepatan angin, semakin besar pula daya yang dihasilkan. Kedua, *cut in speed*, yaitu kecepatan angin minimum yang dibutuhkan agar turbin dapat mulai menghasilkan daya, ditemukan pada kecepatan angin 2,11 m/s. Ketiga, daya tertinggi yang tercatat adalah pada kecepatan angin 6,69 m/s, mencapai 0,296 Watt.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdy, M. And Sanusi, W. (2020) 'Karakteristik Kategori Kecepatan Angin Di Kota Majene Dengan Pendekatan Rantai Markov', *Jurnal Matematika, Sains, Dan Pembelajarannya*, 6(1), Pp. 85–90. Available At: <https://doi.org/10.31605/saintifik.v6i1.305>.
- Ardiansyah, G. And Wahyono, E.B. (2022) 'Pemanfaatan Daya Listrik Bagi Pelanggan Tegangan', *Jurnal Sains & Teknologi Fakultas Teknik Universitas Darma Persada*, 12(1), Pp. 19–27.
- Azirudin, T. (2019) 'Potensi Energi Angin Di Atas Bangunan Bertingkat Di Pangkalan Kerinci, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau', *Ketenagalistrikan Dan Energi Terbarukan*, 18(1), Pp. 23–28.
- Azhar, M. And Satriawan, D. A. (2018) 'Implementasi Kebijakan Energi Baru Dan Energi Terbarukan Dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional', *Administrative Law And Governance Journal*, 1(4). 398–412.
- Budi, R.F.S. And Suparman (2013) 'Calculation Of Co2 Emission Factor For Coal Power Plant And Nuclear Power Plant', *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 15(1), Pp. 1–8.
- Gandhini, K.S. And Yuwono, T.Y. (2021) 'Studi Eksperimen Kinerja Turbin Angin Savonius Yang Terintegrasi Dengan Gedung Dengan Rasio G/D = 1,4558', *Jurnal Teknik Its*, 10(2). Available At: <https://doi.org/10.12962/J23373539.V10i2.64638>.
- Gressová, I. (2014) 'Use Of The Savonius Wind Turbine For The Needs Of Public Lighting', *Advanced Materials Research*, 1008(1009), Pp. 179–182. Available At: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/Amr.1008-1009.179>.
- Hariato, D. (2013) 'Optimasi Desain Sistem Pembangkit Listrik Pada Vertikal Axis Wind Turbine (Vawt) Kapasitas 50 W', *Jurnal Ilmiah Teknobiz*, 3(2), Pp. 77–83.
- Irfansyah, M., Mujirburrahman And Royandi, M. (2017) 'Studi Eksperimental Turbin Angin Savonius Sudu U Dengan Penambahan Sudu Naca 0012', *Jurnal Teknik Mesin Uniska*, 3(1), Pp. 34–41.
- Kristanto, V.H.(2018). *Metodologi Penelitian Pedoman Penulisan Karya Tulis Ilmiah:(Kti)*. Deepublish.
- Maulana, E. Et Al. (2021) 'Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Turbin Angin Savonius Tipe-U Untuk Kapasitas 100 W', *Jurnal Asimetri: Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi*, 3(2), Pp. 183–190. Available At: <https://doi.org/10.35814/asimetri.v3i2.2164>.
- Nakhoda, Y. And Saleh, C. (2016) 'Rancang Bangun Generator Magnet Permanen Untuk Pembangkit Tenaga Listrik Skala Kecil Menggunakan Kincir Angin Savonius Portabel', *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 5(2), P. 71. Available At: <https://doi.org/10.36055/setrum.v5i2.967>.
- Nawawi, I. And Fatkhurrozi, B. (2017) 'Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Skala Kecil Pada Bangunan Bertingkat', *Theta Omega: Journal Of Electrical Engineering, Computer And Information Technology*, 1(1), Pp. 2–7.
- Padmika, M., Wibawa, I.M.S. And Trisnawati, N.L.P. (2017) 'Perancangan

- Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Turbin Ventilator Sebagai Penggerak Generator’, *Buletin Fisika*, 18(2), P. 68. Available At: <https://doi.org/10.24843/Bf.2017.V18.I02.P05>.
- Ricci, R. *Et Al.* (2016) ‘Experimental Study On A Savonius Wind Rotor For Street Lighting Systems’, *Applied Energy*, 161(104), Pp. 143–152. Available At: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.10.012>.
- Rohmanu, A. And Widiyanto, D. (2018) ‘Sistem Sensor Jarak Aman Pada Mobil Berbasis Mikrokontroler Arduino Atmega328’, *Jurnal Informatika Simantik*, 3(1), Pp. 7–14.
- Rus, T. (2020) ‘Tests Upon Savonius Turbine And Its Usage In Street Lighting Pole’, *Iop Conference Series: Materials Science And Engineering*, 789(1), Pp. 1–9. Available At: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/789/1/012056>.
- Siregar, A.M. And Lubis, F. (2019) ‘Uji Keandalan Prototype Turbin Angin Savonius Tipe-U’, *Jurnal Ilmiah “Mekanik” Teknik Mesin Itm*, 5(1), Pp. 39–40.
- Sudirman, S. And Santoso, H. (2020) ‘Pengaruh Pengarah Angin Dan Kecepatan Angin Pada Turbin Savonius Tiga Sudu Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan’, *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 16(2), P. 255. Available At: <https://doi.org/10.36055/Tjst.V16i2.9073>.
- Susanti, E. And Candra, N. (2018) ‘Perancangan Wirless Starter Kendaraan Bermotor Memanfaatkan Bluetooth Berbasis Arduino’, *Sigma Teknika*, 1(2), Pp. 207–225. Available At: <https://doi.org/10.33373/Sigma.V1i2.1528>.
- Tarchoun, A.F. *Et Al.* (2022) ‘Towards Investigating The Characteristics And Thermal Kinetic Behavior Of Emergent Nanostructured Nitrocellulose Prepared Using Various Sulfonitric Media’, *Journal Of Nanostructure In Chemistry*, 12(5), Pp. 963–977. Available At: <https://doi.org/10.1007/S40097-021-00466-X>.
- Triyosusti, S. (2021) ‘Gambaran Pelayanan Informasi Obat Pada Pasien Kolesterol Di Puskesmas Margadana’, *Frontiers In Neuroscience*, 14(1), Pp. 1–13.
- Utami, I.R., Jumarang, M.I. And Apriansyah (2018) ‘Perhitungan Potensi Energi Angin Di Kalimantan Barat’, *Prisma Fisika*, 66(1), Pp. 65–69. Available At: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jpfu/article/viewfile/23617/pdf>.