

Pengaruh Sudut *Helix* pada Turbin Angin *Savonius Helix* terhadap Daya yang Dihasilkan

Muhammad Zaki Faishol Faruq^{1*}, Nurmuntaha Agung Nugraha², Lydia Indriaputri³, Isyti Karima⁴, Mahendra Maulana¹, Khoirul Mu'minin¹

¹Prodi Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo, Jawa Tengah 57169 Indonesia

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo, Jawa Tengah 57169 Indonesia

³Prodi Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo, Jawa Tengah 57169 Indonesia

⁴Prodi Sarjana Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo, Jawa Tengah 57169 Indonesia

*Corresponding author: d200220013@student.ums.ac.id

Abstract

A wind turbine is a medium for converting wind energy into electrical energy. The Savonius Helix turbine is a type of turbine with a vertical axis that is recommended because it can capture wind from all directions. Helix angle variation is used to optimize the capture of wind energy, while the use of PETG material is expected to increase the efficiency and durability of the turbine. PETG (Polyethylene Terephthalate Glycol) material is a thermoplastic polyester which is a derivative of PET plastic. This study aims to determine the effect of Helix angle variation on cut-in speed and power generated by the Savonius Helix wind turbine. The method used is the experimental method. In this study, the relationship between wind speed and electrical power was tested at Helix angles of 180°, 225°, and 270°. The results showed that the cut-in speed at the 180° Helix angle was 2.15 m/s, the 225° Helix angle was 1.58 m/s, and the 270° Helix angle was 2.5 m/s. The minimum power of the 180° Helix angle is 0.0141 Watt at a wind speed of 2.15 m/s and the maximum power is 6.22518 Watt at a wind speed of 13.3 m/s. The minimum power of the Helix 225° angle is 0.0168 Watt at a wind speed of 1.58 m/s and the maximum power is 6.1039 Watt at a wind speed of 13.14 m/s. The minimum power of the 270° Helix angle is 0.01645 Watt at a wind speed of 2.5 m/s and the maximum power is 8.56121 Watt at a wind speed of 13.3 m/s.

Keywords: helix angle, savonius helix turbine, renewable energy, PETG

Abstrak

Turbin angin merupakan media untuk mengubah energi angin menjadi energi listrik. Turbin *Savonius Helix* adalah jenis turbin dengan sumbu vertikal yang direkomendasikan karena dapat menangkap angin dari segala arah. Variasi sudut *Helix* digunakan mengoptimalkan penangkapan energi angin, sedangkan penggunaan material PETG diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan daya tahan turbin. Material PETG (*Polyethylene Terephthalate Glycol*) yaitu termoplastik *polyester* yang merupakan turunan dari jenis plastik PET. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh variasi sudut *Helix* terhadap *cut-in speed* dan daya yang dihasilkan oleh turbin angin *Savonius Helix*. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian hubungan antara kecepatan angin dan daya listrik pada sudut *Helix* 180°, 225°, dan 270°. Hasil penelitian didapatkan hasil *cut-in speed* pada sudut *Helix* 180° sebesar 2,15 m/s, sudut *Helix* 225° sebesar 1,58 m/s, dan pada sudut *Helix* 270° sebesar 2,5 m/s. Didapatkan daya minimum sudut *Helix* 180° sebesar 0,0141 Watt pada kecepatan angin 2,15 m/s dan daya maksimal sebesar 6,22518 Watt pada kecepatan angin 13,3 m/s. Daya minimum sudut *Helix* 225° sebesar 0,0168 Watt pada kecepatan angin 1,58 m/s dan daya maksimal sebesar 6,1039 Watt pada kecepatan angin 13,14 m/s. Daya minimum sudut *Helix* 270° sebesar 0,01645 Watt pada kecepatan angin 2,5 m/s dan daya maksimal sebesar 8,56121 Watt pada kecepatan angin 13,3 m/s.

Kata kunci: sudut *helix*, turbin *savonius helix*, energi terbarukan, PETG

1. Pendahuluan

Energi yang paling banyak digunakan di seluruh dunia saat ini masih

dipegang oleh bahan bakar fosil dengan angka penggunaan hingga 80%. Pemanfaatan energi terbarukan salah

DOI: <http://dx.doi.org/10.24127/trb.v14i2.3858>

Received December 01, 2024; Received in revised form June 29, 2025; Accepted June 29, 2025

Available online June 30, 2025



satunya adalah sebagai energi konvensional karena dapat diperbarui dan tidak mencemari lingkungan. Salah satu pemanfaatan energi alam yang dapat digunakan yaitu energi angin. Terjadinya angin karena pemanasan yang tidak merata dari sinar matahari, sehingga udara panas akan bergerak naik dan udara dingin bergerak menggantikan tempat udara panas. Angin akan terus ada bila matahari terus memancarkan cahayanya, sehingga orang-orang dapat memanfaatkannya sebagai sumber energi alternatif [1].

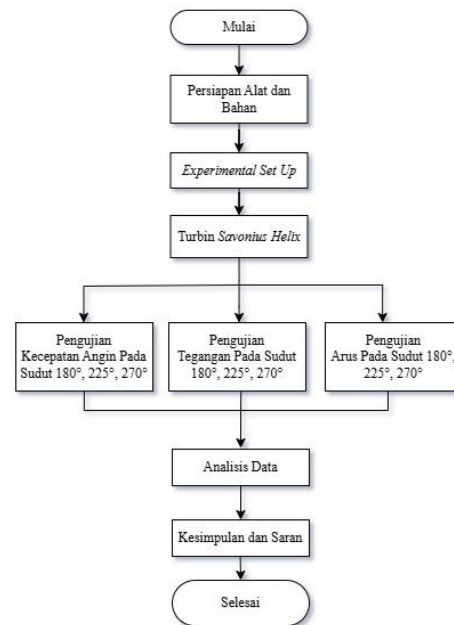
Angin sebagai sumber yang tersedia di alam dapat dimanfaatkan sebagai salah satu energi listrik. Angin merupakan sumber energi yang tak ada habisnya sehingga pemanfaatan sistem konversi energi angin akan berdampak positif terhadap lingkungan. Angin merupakan salah satu bentuk energi yang tersedia di alam yang diperoleh melalui konversi energi kinetik. Energi dari angin diubah menjadi energi kinetik atau energi listrik [2].

Kecepatan angin rata-rata di Indonesia yang terbilang cukup ini dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber energi listrik jika dapat diolah dengan cara yang tepat yaitu dengan mengkonversi energi angin menjadi energi listrik, baik dalam skala kecil maupun skala yang lebih besar. Dengan menggunakan turbin angin, energi angin dapat digunakan sebagai sumber pembangkit tenaga listrik [3]. Energi angin yang dibangkitkan ini masih jauh dari potensi yang Indonesia miliki, yaitu sekitar 60,6 GW atau hanya 0,24% yang dibangkitkan, hal ini dipaparkan dalam *Indonesian Outlook Energy* [4].

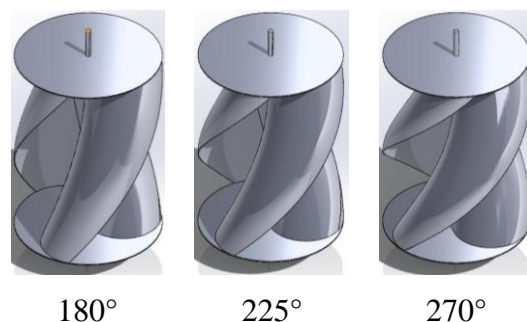
Dengan tujuan untuk mencari alternatif energi yang berkelanjutan, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja turbin angin *Savonius Helix* dengan sudut yang bervariasi. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan desain turbin yang paling efisien dan memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi energi angin.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan diawali studi literatur yang relevan dengan turbin angin *Savonius Helix*. Kemudian dilakukan tahap desain turbin dan kerangka menggunakan *software Solidworks*. Setelah desain turbin jadi, dilakukan pembuatan bilah turbin menggunakan *3D Printing Machine type Fused Deposition Modeling (FDM)*. Material yang digunakan pada sudu turbin menggunakan PETG (*Polyethylene Terephthalate Glycol*). Setelah pembuatan turbin selesai, dilakukan pembuatan rangka atau penopang turbin dan generator. Spesifikasi rinci yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada Tabel 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Variasi Sudut Helix

Tabel 1. Spesifikasi Turbin Angin *Savonius Helix*

No.	Spesifikasi	Nilai
1	Jumlah Sudu	3 buah
2	Material Turbin	PETG
3	Diameter Turbin	21,8 cm
4	Diameter Poros	1 cm
5	Diameter Sudu	11,3 cm
6	Tinggi Sudu	32 cm
7	Variasi Sudut <i>Helix</i>	180°, 225°, 270°
8	Generator	220 volt DC

Data yang diperoleh dalam proses pengukuran pada penelitian ini meliputi: tegangan listrik, arus listrik, daya listrik, kecepatan angin dan *cut in speed*. Pengukuran dalam penelitian ini berbasis arduino, tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh generator diukur menggunakan sensor INA219 dan kecepatan angin diukur menggunakan anemometer krisbow. Persamaan yang digunakan untuk mengetahui daya listrik adalah sebagai berikut (Manik, 2021):

$$P = V \times I \quad (1)$$

$$P = I^2 R \quad (2)$$

$$P = V^2 / R \quad (3)$$

Keterangan:

P = Daya Listrik dengan satuan Watt (W)

V = Tegangan Listrik dengan satuan Volt (V)

I = Arus Listrik dengan satuan Ampere (A)

3. Hasil dan Pembahasan

Cut in speed adalah kecepatan minimal yang diperlukan bagi turbin untuk mulai berputar dari kondisi diam dan menghasilkan daya listrik, dengan kata lain *cut in speed* diperoleh berdasarkan data kecepatan angin pertama pada setiap variasi sudut *Helix* yang mampu menggerakkan turbin hingga menghasilkan daya listrik. Data hasil pengukuran *cut in speed* pada berbagai variasi sudut *Helix* dapat ditemukan pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Data *Cut in Speed* pada Sudut *Helix* 180°, 225°, dan 270°

<i>Helix Angle</i>	<i>Cut in Speed</i> (m/s)
180°	2,15
225°	1,58
270°	2,5

Tabel 2 menunjukkan variasi sudut *Helix* memiliki *cut in speed* yang berbeda-beda, dimana pada sudut *Helix* 225° menunjukkan variasi sudut *Helix* dengan memiliki *cut in speed* yang lebih baik sebesar 1,58 m/s, jika dibandingkan dengan *cut in speed* pada variasi sudut *Helix* 180° sebesar 2,15 m/s dan pada sudut *Helix* 270° sebesar 2,5 m/s.

Hasil penelitian ini didukung oleh hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [5] yang menunjukkan turbin dengan 3 sudu yang memiliki jarak antara satu sudu dengan sudu lain ke poros sudu turbin sehingga aliran turbulensi dalam turbin relatif kecil dan *cut in speed* rendah. Selain itu variasi sudut *Helix* dapat mempengaruhi nilai perolehan *cut in speed*, dimana semakin besar sudut *Helix* maka dapat mempengaruhi *cut in speed* yang fluktuatif.

Data hasil pengukuran kecepatan angin, tegangan, dan arus listrik pada berbagai variasi sudut *Helix* dapat ditemukan pada Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5. Tabel-tabel disajikan sebagai berikut:

Tabel 3. Data Kecepatan Angin, Tegangan dan Arus Listrik pada Sudut *Helix* 180°

Kecepatan Angin (m/s)	Tegangan (V)	Arus (A)
2,15	4,7	0,003
4,5	15,7	0,0164
5,7	34,7	0,0265
7,22	49,3	0,0483
8,15	51,7	0,0546
10,1	64,8	0,0704
13,3	69,4	0,0897

Tabel 4. Data Kecepatan Angin, Tegangan dan Arus Listrik pada Sudut *Helix* 225°

Kecepatan Angin (m/s)	Tegangan (V)	Arus (A)
1,58	4,2	0,004
3,4	5,2	0,0049
4,3	9,6	0,0085
5,4	33,8	0,0336
6,78	24	0,0263
8,15	43,6	0,0556
10,8	55,4	0,0701
13,14	68,2	0,0895

Tabel 5. Data Kecepatan Angin, Tegangan dan Arus Listrik pada Sudut *Helix* 270°

Kecepatan Angin (m/s)	Tegangan (V)	Arus (A)
2,5	4,7	0,0035
5,2	26,5	0,0243
7,5	51,7	0,0475
8,2	56,6	0,0559
10,3	65,7	0,0755
13,3	77,9	0,1099

Tabel 6. Data Kecepatan Angin dan Daya listrik pada Sudut *Helix* 180°

Kecepatan Angin (m/s)	Daya (Watt)
2,15	0,0141
4,5	0,25748
5,7	0,91955
7,22	2,38119
8,15	2,82282
10,1	4,56192
13,3	6,22518

Berdasarkan data yang telah disajikan dalam Tabel Data Kecepatan Angin, Tegangan dan Arus Listrik pada Sudut *Helix* 180°, 225° dan 270°, dilakukan perhitungan untuk menghubungkan antara tegangan dan arus listrik guna memperoleh nilai daya. Dengan menggunakan persamaan daya listrik (1). Data hasil pengukuran kecepatan angin dan daya listrik

pada berbagai variasi sudut *Helix* dapat ditemukan pada Tabel 6, Tabel 7, dan Tabel 8.

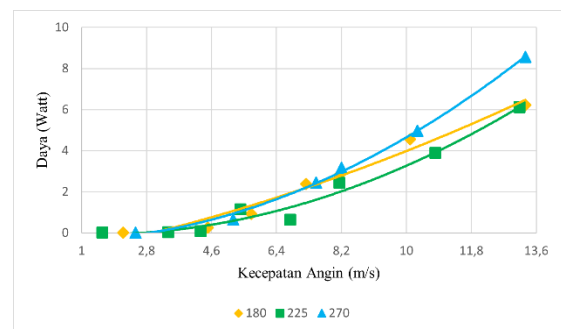
Tabel 7. Data Kecepatan Angin dan Daya listrik pada Sudut *Helix* 225°

Kecepatan Angin (m/s)	Daya (Watt)
1,58	0,0168
3,4	0,02548
4,3	0,0816
5,4	1,13568
6,78	0,6312
8,15	2,42416
10,8	3,88354
13,14	6,1039

Tabel 8. Data Kecepatan Angin dan Daya listrik pada Sudut *Helix* 270°

Kecepatan Angin (m/s)	Daya (Watt)
2,5	0,01645
5,2	0,64395
7,5	2,45575
8,2	3,16394
10,3	4,96035
13,3	8,56121

Berdasarkan data yang telah disajikan dalam Tabel Data Kecepatan Angin dan Daya listrik pada Sudut *Helix* 180°, 225° dan 270°, kemudian diberikan grafik dari data yang telah disajikan. Grafik data kecepatan angin dan daya listrik terdapat pada Grafik 1 berikut ini:



Gambar 3. Hubungan antara kecepatan angin dan daya listrik

Berdasarkan Gambar 3 dapat disimpulkan bahwa pada sudut *Helix* 180° dan 270°, diperoleh daya listrik yang semakin tinggi seiring pertambahan kecepatan angin yang digunakan. Daya maksimal yang dihasilkan pada sudut *Helix* 180° diperoleh pada kecepatan angin 13,3 m/s dengan nilai 6,22518 Watt, dan daya maksimal yang dihasilkan pada sudut *Helix* 270° diperoleh pada kecepatan angin 13,3 m/s pula dengan nilai 8,56121 Watt. Sedangkan pada sudut *Helix* 225° daya listrik yang dihasilkan mengalami fluktuatif, dimana daya maksimal yang diperoleh sebesar 6,1039 Watt pada kecepatan angin 13,14 m/s.

Hasil penelitian ini didukung oleh hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [6] yang menunjukkan bahwa semakin besar sudut *Helix* yang digunakan, maka daya listrik yang dihasilkan juga semakin besar karena akan meningkatkan torsi turbin dan menghilangkan gaya yang tidak produktif.

4. Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah diperoleh dan dianalisis, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Pertama, *Cut-in speed* adalah kecepatan minimal yang diperlukan bagi turbin untuk mulai berputar dari kondisi diam dan menghasilkan daya listrik. Pengujian yang telah dilakukan didapatkan *cut in speed* dari sudut *Helix* 180° sebesar 2,15 m/s, sudut *Helix* 225° sebesar 1,58 m/s, dan pada sudut *Helix* 270° sebesar 2,5 m/s.

Kedua, Variasi sudut *Helix* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 180°, 225° dan 270°. Dari sudut tersebut diperoleh bahwa daya minimum pada sudut *Helix* 180° tercatat sebesar 0,0141 Watt pada kecepatan angin 2,15 m/s, sedangkan daya maksimal sebesar 6,22518 Watt pada kecepatan angin 13,3 m/s. Daya minimum pada sudut *Helix* 225° sebesar 0,0168 Watt pada kecepatan angin 1,58 m/s, sedangkan daya maksimal yang diperoleh sebesar 6,1039 Watt pada kecepatan angin 13,14

m/s. untuk daya minimum pada sudut *Helix* 270° sebesar 0,01645 Watt pada kecepatan angin 2,5 m/s, sedangkan daya maksimal yang dihasilkan sebesar 8,56121 Watt pada kecepatan angin 13,3 m/s.

Referensi

- [1] Andi Mulkan. 2022. Analisis Pemanfaatan Energi Angin Sebagai Sumber Pembangkit Energi Listrik, *Jurnal Ilmiah Teknik Unida*, 3(1), pp. 74–83.
- [2] Hidayat, S. N. dkk. 2022. Pengaruh Torsi terhadap Daya Keluaran pada Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Solar Panel dan Turbin Helix, pp. 1903–1912.
- [3] Mustika, L. 2020. Pengembangan Media Konversi Energi Angin Menjadi Energi Listrik, *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 3(2), p. 20.
- [4] Octari, K. D. 2024. Analisis Pemanfaatan Energi Angin sebagai Pembangkit Listrik Alternatif pada Turbin Angin Sumbu Vertikal dan Horizontal, *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8, pp. 23497–23502.
- [5] Prabowo, H., dkk. 2023. The Optimization of Savonius Helix Wind Turbine Cut-in Speed with the Variation of Blades-twist Rotor and Number of Blades, *JIPTEK: Journal Technical and Vocational Education Science*, 16(2), pp. 81-89.
- [6] Sulaiman, dkk. 2023. Pengaruh Jenis Material Blade Turbin Angin Terhadap Putaran dan Daya Listrik yang Dihasilkan, *Jurnal Teknologi dan Vokasi*, 1(2), pp. 103-110.
- [7] Prasetya, H.Y., dkk. 2022. Studi Eksperimental Pengaruh Jumlah Sudu dan Penggunaan End Plate Terhadap Cut in Speed Turbin Angin Savonius Heliks, *NOZEL: Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 4(1), pp. 91-98.
- [8] Faruq, M.Z.F. dan Nugraha, N.A. 2024. Pengujian Prototype Turbin Angin Savonius Pada Kecepatan

- Angin Rendah, *Momentum: Majalah Ilmiah Teknik Mesin*, 20(1), pp. 20–24.
- [9] Afianto, N. dan Jamaaluddin, J. 2020. Rancang Bangun Alat Ukur Temperatur Bearing Pada Pompa Industri Berbasis Arduino UNO, *SinarFe7*, pp. 1–5.
- [10] Agustianingsih, W. N., dkk. 2020. Analisis Ketepatan Pengukur Daya dan Faktor Daya Listrik Berbasis Arduino Uno R3 328P, *Avitec*, 3(1), pp. 15–27.
- [11] Ahadiatullah, W., dkk. 2023. Aplikasi Produk 3D Printing Menggunakan Material PLA Pada Sistem Waterjet Thruster Mini Dengan Variasi Type Impeller 3 Blade Terhadap Daya Dorong Menggunakan Metode Taguchi, *02(1)*, pp. 123–129.
- [12] Desti, I. 2022. Literature Rview : Upaya Energi Bersih dan Terjangkau, *Jurnal Sains Edukatika Indonesia*, 4(1), pp. 8–11.
- [13] Melinda, S., dkk. 2023. Pemanfaatan Data Arah dan Kecepatan Angin sebagai Potensi Energi Alternatif di Sorong, *Buletin GAW Bariri*, 4(2), pp. 9–17.
- [14] Novit, A., dkk. 2023. Analisis Penggunaan Kincir Angin Sebagai Sumber Energi Alternatif Cadangan Yang Terbarukan, *PHYDAGOGIC : Jurnal Fisika dan Pembelajarannya*, 6(1).
- [15] Novrita, R. R. 2021. The Analisis Potensi Energi Angin Tambak Untuk Menghasilkan Energi Listrik, *Journal of Research and Education Chemistry*, 3(2), p. 96.
- [16] Rawal, A. R., dkk. 2023. Analisis potensi angin dan penggunaan turbin angin pada bangunan tinggi yang terletak di sisi barat Kota Makassar (Studi kasus: Delft Apartemen), *Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi*, 17(2), pp. 252–261.
- [17] Wijianti, E. S., dkk. 2020. Experimental study of helical savonius rotor profiles with different number of blade, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 599(1).
- [18] Zakaria, S., dkk. 2023. Optimasi Parameter Proses 3D Printing Terhadap Kuat Tarik Filament PETG Menggunakan Metode Taguchi, *JUSTI (Jurnal Sistem dan Teknik Industri)*, 3(4), p. 538.