

Studi Pengaruh Kecepatan Angin terhadap Daya Generator pada Turbin Angin Archimedes

Eva Hertnacahyani Herraprastanti^{a*}, Muhammad Elanggio Risky Alamanda^a,
Hendri Suryanto^a

^aSekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu, Jl. Kampus Ronggolawe Blok B No. 1 Mentul Cepu, Blora

*E-mail: ev.hertna@gmail.com

Tentang naskah:

-diterima, 8 April 2023
-direview, 9 Mei 2023
-diterbitkan, 9 Mei 2023

Kata kunci:
Kecepatan angin,
Turbin angin
Archimedes, Daya
generator

Intisari

Archimedes Spiral Wind Turbine (ASWT) merupakan salah satu turbin berstruktur spiral yang menggunakan prinsip Archimedes. ASWT dengan memanfaatkan energi dari angin dengan mengubah arah aliran udara 90% relatif terhadap arah serangan angin, dengan perbedaan tekanan antara hulu dan hilir. Turbin Angin Archimedes dapat bekerja pada kecepatan angin antara 3,5 – 4,5 m/s. Dengan putaran yang dihasilkan antara 300 – 500 Rpm. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kecepatan angin yang dihasilkan oleh putaran Turbin Angin Archimedes dan untuk mengetahui daya yang dihasilkan oleh Turbin Angin Archimedes. Kesimpulan penelitian adalah pada kecepatan angin 3,4 (m/s) putaran turbin 69,3 (Rpm), kecepatan angin meningkat 8,3 (m/s) mendapatkan putaran turbin 83,9 (Rpm), dan pada saat kecepatan angin 12,8 (m/s) didapatkan putaran turbin 129,5 (Rpm). Sedangkan pada kecepatan angin 3,4 (m/s) mendapatkan Daya 1,2 (Watt), kecepatan angin meningkat 8,3 (m/s) mendapatkan Daya 1,68 (Watt), dan pada saat kecepatan angin 12,8 (m/s) mendapatkan Daya 4 (Watt).

Abstract

Archimedes Spiral Wind Turbine (ASWT) is a spiral structured turbine that uses the Archimedes principle. ASWT utilizes energy from the wind by changing the direction of air flow 90% relative to the direction of wind attack, with a pressure difference between upstream and downstream. The Archimedes Wind Turbine can work at wind speeds between 3.5 – 4.5 m/s, with rotations produced between 300 – 500 Rpm. The purpose of this study is to determine the wind speed generated by the rotation of the Archimedes Wind Turbine and to determine the power generated by the Archimedes Wind Turbine. The conclusion of the study is that at a wind speed of 3.4 (m/s) the turbine turns 69.3 (Rpm), the wind speed increases 8.3 (m/s) to get a turbine rotation of 83.9 (Rpm), and when the wind speed is 12.8 (m/s) obtained turbine rotation of 129.5 (Rpm). Whereas at a wind speed of 3.4 (m/s) you get 1.2 (Watts) of Power, the wind speed increases to 8.3 (m/s) you get 1.68 (Watts) of Power, and when the wind speed is 12.8 (m/s) gain Power 4 (Watt).

Keywords:
Wind speed, Archimedes
wind turbine, Generator
power

1. Pendahuluan

Konfigurasi baru bilah turbin diadopsi dalam turbin spiral yang dapat dianggap sebagai turbin angin jenis ketiga yaitu *Archimedes Spiral Wind Turbine* (ASWT). ASWT merupakan salah satu turbin berstruktur spiral yang menggunakan prinsip Archimedes. ASWT dengan memanfaatkan energi dari angin dengan mengubah arah aliran udara 90% relatif terhadap arah serangan angin, dengan perbedaan tekanan antara hulu dan hilir. Dengan melewati jalur spiral, menggunakan gaya angkat dan gaya hambat untuk memanfaatkan energi kinetik dari angin (Mustafa and Jaleel 2020).

Pengembangan turbin angin dengan sudut *Archimedes spiral* mempunyai sebuah keunggulan yang mana memanfaatkan gaya angkat dan gaya hambat dalam pemanfaatan *energy kinetic* angin untuk memutarakan sebuah motor listrik. Polines Negeri Semarang melakukan pengujian pada turbin angin menggunakan variabel kecepatan angin sebagai berikut: 6,42 m/s, 7,05 m/s, 8,11 m/s, 9,57 m/s, dan 10,11 m/s. Dalam pengujian tersebut, turbin angin jenis Archimedes menunjukkan efisiensi terbaik sebesar 23,43% pada putaran 140,3 rpm saat kecepatan angin mencapai 7,05 m/s dengan 3 beban lampu, tegangan 15 volt, arus 1 Ampere. Selain itu, turbin angin ini memiliki daya kinetik sebesar 64,02 watt

dan daya generator sebesar 15 watt, seperti yang dilaporkan oleh Bono dkk. (2020). Darwin (2018) dalam penelitian berjudul Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Jumlah Blade Pada Turbin Angin *Archimedes Spiral*. Turbin Angin Archimedes dapat bekerja pada kecepatan angin antara 3,5 – 4,5 m/s, Dengan putaran yang dihasilkan antara 300 – 500 Rpm.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kecepatan angin yang dihasilkan oleh rotasi Turbin Angin Archimedes serta untuk mengevaluasi daya yang dihasilkan oleh turbin tersebut.

2. Kerangka Teori

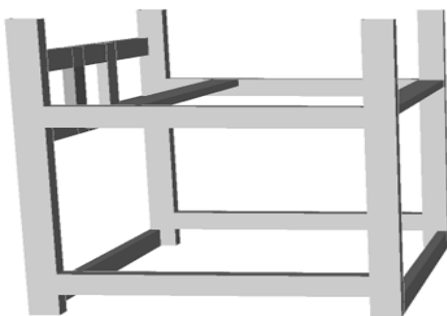
2.1. Komponen Turbin Angin Archimedes

Turbin Angin yang dirancang untuk berfungsi pada kecepatan angin rendah memiliki tiga bilah melingkar yang membentuk sebuah sumbu. Bilah-bilah ini terhubung satu sama lain dan memperluas di sisi-sisinya, dan desain turbin ini terinspirasi oleh bentuk cangkang keong



Gambar 1. Turbin Archimedes

Penyangga dibuat dengan menggunakan baja ringan dengan tebal 0,7 mm, Dihubungkan dengan Turbin Angin Archimedes dengan panjang 30 mm Dan lebar 20 mm. Kerangka bawah ini memiliki kaki berbentuk empat persegi yang berperan dalam menahan tekanan angin yang terjadi selama pengujian.



Gambar 2. Kerangka Turbin Angin Archimedes

Generator merupakan mesin yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik dari sumber energi mekanik, Energi mekanik digunakan untuk memutar kumparan kawat penghantar di dalam medan magnet.



Gambar 3. Generator

Komponen dasar generator arus searah biasanya mirip dengan komponen mesin listrik lainnya. Secara umum, generator arus searah adalah perangkat yang mengubah energi mekanis berupa gerakan menjadi energi listrik arus searah. Energi mekanis digunakan untuk memutar kumparan kawat penghantar di dalam medan magnet. Menurut hukum Faraday, kawat penghantar akan menghasilkan gaya gerak listrik yang tergantung pada seberapa cepat fluks magnetik berubah di sekitar kawat penghantar tersebut. Apabila kumparan kawat tersebut membentuk rangkaian tertutup, arus induksi akan terjadi. Perbedaan antara setiap generator umumnya terletak pada komponen yang menghubungkan keluaran generator dengan beban, yaitu komutator dan sikat (Wan Novri dkk.2016).

2.2 Prinsip Kerja Turbin Angin Archimedes

- Mempersiapkan alat yang akan digunakan untuk mengukur Rancang Turbin Angin Archimedes
- Memasang Rangka penyangga Turbin dengan memasang poros diujung depan Turbin ke lubang portal rangka penyangga dan sebaliknya,
- Memasang Bearing pillow block dibagian depan dan belakang Rangka Turbin Angin Archimedes

2.3 Persamaan Daya Keluaran

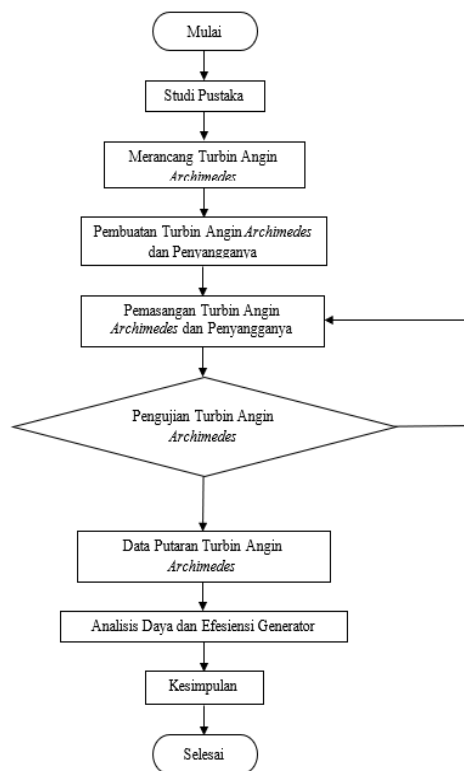
Kerapatan fluks magnet di dalam celah udara memiliki pengaruh langsung terhadap jumlah energi listrik yang dihasilkan. Persamaan dapat digunakan untuk menghitung daya output dan torsi yang dihasilkan dapat diselesaikan dengan persamaan :

1. Daya Generator (P), Besarnya Daya (P) pada *Permanent Magnet Synchronous Generator* PMSG dapat dihitung dengan rumus:

$$P = V.I$$

3. Metodologi

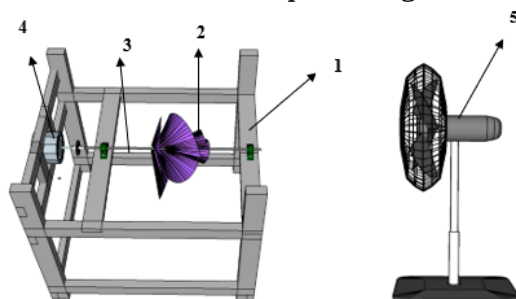
Tahapan penelitian ini disajikan dalam diagram alir pada gambar 1.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

3.1 Disain Penelitian

Desain penelitian berisi penjelasan tentang bahan yang digunakan, alat atau instrumen dan metode perhitungan.



Gambar 2. Desain Penelitian

Keterangan Gambar :

1. Rangka Baja Ringan
2. Turbin Angin Archimedes

3. Besi Poros Ø 20 mm
4. Generator DC
5. Kipas Angin

3.2 Bahan Penelitian

Bahan-Bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Bearing pillow 2 unit.
2. Plat Besi 0,8 mm.
3. Diameter poros Ø 20 mm.
4. Baja ringan 2 mm.
5. Lampu DC 1 unit (2 Watt).
6. Turbin Angin Archimedes spesifikasi :
 - a. Panjang Pitch : 85 cm.
 - b. Radius : 50 cm.
7. Rangka Turbin Angin Archimedes terbuat dari baja ringan dengan ukuran sebagai berikut :
 - a. Panjang : 85 cm.
 - b. Lebar : 65 cm.
 - c. Tinggi : 85 cm.

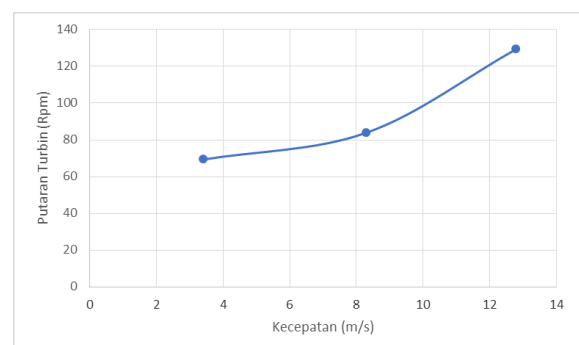
4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data Hasil Pengujian

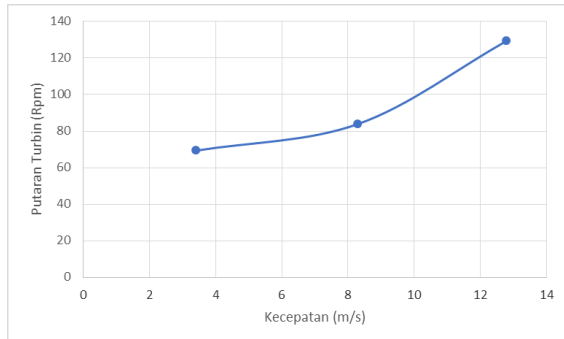
Hasil pengujian turbin angin Archimedes dengan dengan variasi kecepatan angin dan beban lampu sebesar 2 Watt disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Turbin Angin Archimedes

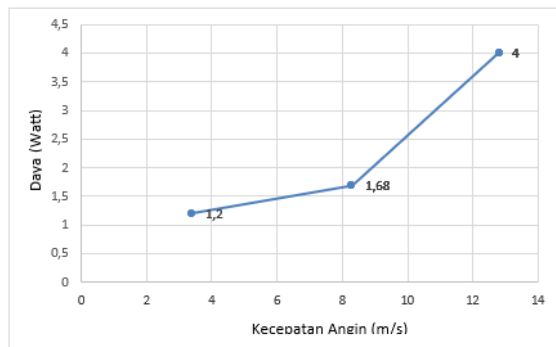
Kecepatan Angin (m/s)	Putaran Tachometer (Rpm)	Beban Lampu 2 Watt	Tegangan (V)	Arus (Amphere)	Daya (Watt)
3,4	65,1	2,73	1	1,2	1,2
	67,4	3,60	1	1,2	1,2
	75,4	3,93	1	1,2	1,2
Rerata	69,3	3,42	1	1,2	1,2
8,3	80,1	2,96	1,2	1,4	1,68
	85,6	3,52	1,2	1,4	1,68
	86,1	3,85	1,2	1,4	1,68
Rerata	83,9	3,44	1,2	1,4	1,68
12,8	92,9	3,77	2	2	4
	129,9	3,87	2	2	4
	165,9	4,04	2	2	4
Rerata	129,5	3,89	2	2	4



Gambar 3. Grafik Uji Kecepatan Angin dengan Putaran Turbin (Rpm)
Dari data pengujian Putaran Tachometer dan Beban Lampu yang dipakai di hitung rata-rata dari 3 kali pengujian kemudian dari rata-rata data di buat grafik seperti disajikan pada gambar 1, 2 dan 3.



Gambar 4. Grafik Uji Kecepatan Angin dengan Putaran Turbin (Rpm)



Gambar 5. Grafik Uji Kecepatan Angin dengan Daya Lampu 2 (Watt)

4.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan Kecepatan Angin yang dihasilkan dari Turbin Angin *Archimedes* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara perhitungan pada kecepatan angin 3.4 m/s, 8.3 m/s, 12.8 m/s. Berdasarkan pada tabel diatas menunjukkan bahwa semakin bertambahnya kecepatan angin maka putaran turbin yang dihasilkan semakin tinggi, Pada kecepatan angin 3.4 m/s dengan beban lampu 2 Watt menghasilkan 65.1 Rpm dalam jangka waktu putar turbin 15 detik, dalam jangka waktu putar turbin 30 detik menghasilkan 67.4 Rpm dan dalam jangka waktu putar turbin pada titik stabil menghasilkan 75.4 Rpm. Dengan menghasilkan rata rata 69.3 Rpm, Semakin bertambahnya Kecepatan Angin maka semakin tinggi hasil Putaran Turbin yang dihasilkan.

Pada kecepatan angin 8.3 m/s dengan beban lampu 2 Watt menghasilkan 80.1 Rpm dalam jangka waktu putar turbin 15 detik, dalam jangka waktu putar turbin 30 detik menghasilkan 85.6 Rpm dan dalam jangka waktu putar turbin pada titik stabil menghasilkan 86.1 Rpm. Dengan menghasilkan rata rata 83.9 Rpm.

Pada kecepatan angin 12.8 m/s dengan beban lampu 2 Watt menghasilkan 92.9 Rpm dalam jangka waktu putar turbin 15 detik, dalam jangka waktu putar turbin 30 detik menghasilkan 129.9 Rpm dan dalam jangka waktu putar turbin pada titik stabil menghasilkan 165.9 Rpm. Dengan menghasilkan rata rata 129.5 Rpm.

Dari grafik diatas menunjukkan semakin bertambahnya kecepatan angin semakin tinggi hasil keluaran yang dihasilkan pada putaran Turbin Angin *Archimedes*.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, terlihat bahwa adanya peningkatan hasil pengukuran terhadap Daya apabila dikasih beban lampu 2 Watt, saat Turbin Angin *Archimedes* berputar dengan kecepatan angin 3,4 m/s, 8,3 m/s, dan 12,8 m/s. Pada kecepatan angin tersebut mendapatkan hasil tegangan sebesar 1,2 V pada kecepatan angin 3,4 m/s, pada tegangan 1,68 V pada kecepatan angin 8,3 m/s dan tegangan 4 V pada kecepatan angin 12,8 m/s. Semakin bertambahnya Kecepatan Angin maka semakin tinggi hasil Daya yang dihasilkan. Dikarenakan Turbin mendapatkan tekanan dari angina yang menyebabkan turbin bergerak memutar.

5. Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian Kecepatan Angin, Putaran turbin dan Daya diketahui:

1. Pada kecepatan angin 3,4 (m/s) putaran turbin 69,3 (Rpm), kecepatan angin meningkat 8,3 (m/s) mendapatkan putaran turbin 83,9 (Rpm), dan pada saat kecepatan angin 12,8 (m/s) didapatkan putaran turbin 129,5 (Rpm).
2. Pada kecepatan angin 3,4 (m/s) mendapatkan Daya 1,2 (Watt), kecepatan angin meningkat 8,3 (m/s) mendapatkan Daya 1,68 (Watt), dan pada saat kecepatan angin 12,8 (m/s) mendapatkan Daya 4 (Watt).

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami berikan kepada tim Turbin *Archimedes* yang selalu memberi support untuk bisa menyelesaikan riset ini.

Daftar Pustaka

Mustafa, A. T., & Jaleel, H. A. (2020, March). A comparison study between Archimedes spiral turbine and propeller turbine with wind attack angle effect. In *AIP conference proceedings* (Vol. 2213, No. 1, p. 020058). AIP Publishing LLC.

Bono, B., Priyoatmojo, S., Haryono, A. A., Febriyani, D. K., Habibullah, M. S., & Rahmah, Z. (2020). Rancang Bangun Turbin Angin Archimedes Spiral Dengan Tiga Blade Sebagai Penggerak Mula Pembangkit Listrik Tenaga Bayu. *Eksergi*, 16(1), 20-27.

Harun, D., Maulana, M. I., & Mirza, R. (2018). Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Jumlah Blade pada Turbin Angin Archimedes Spiral. *Jurnal Teknik Mesin*, 6(2), 42-46.

Saputra, W. N., Despa, D., Soedjarwanto, N., & Samosir, A. S. (2016). Prototype Generator Dc Dengan Penggerak Tenaga Angin. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 4(1)