
Potensi Energi Angin Sebagai Energi Alternatif Skala Mikro di Pesisir Pantai Puger Jember

Nurul Yunda Nanik Purwanti*¹, Sudarti², Yushardi³

^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember

e-mail: : [1nurulyundap@gmail.com](mailto:nurulyundap@gmail.com), [2sudarti.fkip@unej.ac.id](mailto:sudarti.fkip@unej.ac.id), [3yushardi.fkip@unej.ac.id](mailto:yushardi.fkip@unej.ac.id)

Abstrak

Penelitian ini berfokus pada potensi energi angin di daerah pesisir Pantai Puger yang dapat bermanfaat sebagai sumber energi alternatif skala mikro penduduk sekitarnya. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis potensi energi angin di kawasan Puger dengan mengidentifikasi beberapa masyarakat yang mengalami masalah kelistrikan. Metode yang digunakan adalah metode penelitian studi literatur dan survey dengan menggunakan Aplikasi Zephyrus WindMeter sebagai alat penunjang yang bekerja menggunakan sensor. Dengan survey yang dilakukan adalah pengambilan data kecepatan angin di sekitar Pantai. Dengan pengambilan data di pesisir Pantai Puger pada pukul 08.15-16.19 WIB pada 5 titik dengan pengukuran pada jam yang bervariasi. Hasil data yang didapatkan kecepatan angin yang dihasilkan berkisar 2,9 m/s-8 m/s dan daya yang diperoleh mencapai 844,26 Watt.

Kata kunci: energi alternatif, kecepatan angin, pembangkit listrik

Abstarct

This research focuses on the potential of wind energy in the coastal area of Puger Beach which can be useful as a micro-scale alternative energy source for the surrounding population. The purpose of this study is to analyze the potential of wind energy in the Puget area by identifying several communities experiencing electrical problems. The method used is a literature study and survey research method using the ZephyPro Wind Meter application as a supporting tool that works using sensors. The survey was carried out is collecting wind speed data around the coast. With data collection on the coast of Puger Beach at 08.15-16.19 WIB at 5 points with measurements at various hours. The results of the data obtained that the resulting wind speed ranges from 2.9 m/s-8 m/s and the power obtained reaches 844.26 watts.

Keywords: alternative energy, wind speed, power generation

1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari makhluk hidup tidak bisa dipisahkan dari energi, maka dari itu makhluk hidup khususnya manusia akan selalu hidup berdampingan dengan energi untuk menjalankan aktivitasnya. Energi ini sangatlah penting bagi manusia untuk menopang kehidupan. Untuk itu energi dalam penggunaannya tidak boleh berlebihan agar tidak merusak kondisi alam. Seiring berkembangnya waktu, kebutuhan energi terus meningkat dengan seiring dengan bertambahnya penduduk.

Untuk mengurangi penggunaan energi yang tidak dapat diperbaharui seperti energi fosil yang ketersediaannya terbatas, perlu dilakukan pengamanan energi alam dan energi alternatif sebagai energi terbarukan untuk menggantikan energi tak terbarukan.. Energi alternatif dapat berasal dari energi panas matahari, energi angin, air, dan lain-lain. Energi angin sangat fleksibel sehingga sekarang banyak digunakan sebagai sumber energi terbarukan. Indonesia yang

sebagian besar adalah lautan yang berpotensi pada energi angin di sekitar pesisir sehingga mampu untuk menggerakkan turbin sebagai pembangkit listrik tenaga angin sebagai sumber energi alternatif terbarukan dari penduduk pesisir[1].

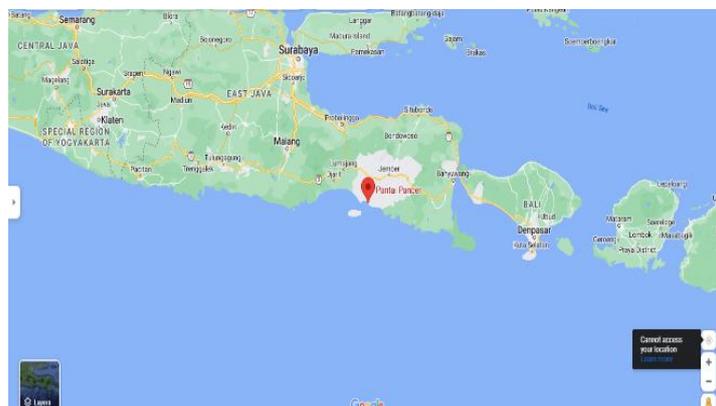
Indonesia adalah negara kepulauan yang merupakan salah satu dari Negara yang terletak di garis khatulistiwa yang menjadi faktor melimpahnya potensi energi angin dengan memiliki kecepatan angin yang berkisar antara 3,5 – 7 m/s [9]. Dapat identifikasikan bahwa Indonesia memiliki potensi angin sekitar 978 MW. Dengan hal itu Indonesia cukup sesuai untuk dibuat teknologi turbin angin skala rumah tangga untuk suatu daerah yang memiliki kecepatan angin dibawah 5 m/s dengan turbin poros vertikal untuk didapatkan listrik yang lebih baik [8].

Kecamatan Puger merupakan bagian dari wilayah pesisir selatan Kabupaten Jember. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis potensi energi angin di kawasan Puger dengan mengidentifikasi beberapa masyarakat yang mengalami masalah kelistrikan. Pemanfaatan energi angin menyediakan energi alternatif turbin angin sumbu vertikal dengan skala mikro untuk penerangan rumah tangga di daerah pesisir yang memiliki potensi angin yang relatif stabil.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan studi literatur dan studi lapang atau survey dengan menggunakan Aplikasi Zephyrus Wind Meter sebagai alat penunjang yang bekerja menggunakan sensor. Dalam pengumpulan data terdapat dua teknik yang digunakan yaitu teknik pengumpulan data primer dan data sekunder. Dimana data sekunder diperoleh dari studi literatur dari jurnal penelitian sebelumnya . Sedangkan data primer didapatkan hasil dari survey dengan mengamati secara langsung kondisi dan kecepatan angin sehingga dapat menghitung daya yang diperoleh.

Penelitian ini dilakukan pada hari Minggu tanggal 16 Oktober 2022 di sekitar pesisir Pantai Pancer Puger, Kabupaten Jember. Pantai Pancer Puger merupakan pantai yang tergolong dalam Pantai selatan yang dikenal dengan gelombang yang cukup tinggi, sehingga dapat diketahui bahwa Berikut ini merupakan peta letak pantai Puger yang di tunjukkan melalui google maps.



Gambar 1. Peta Pantai Pancer Puger (google maps)

2.1 Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan alat ZephyrPro Wind Meter untuk mengukur kecepatan angin yang bekerja menggunakan sensor . Berikut Tampilan dari aplikasi yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 2. Tampilan Aplikasi ZephyrPro Wind Meter

Pada percobaan ini menggunakan beberapa titik yaitu 5 titik acuan untuk mendapatkan data kecepatan angin yang ada di pesisir pantai, sehingga dapat mengetahui perbedaan kecepatan yang terjadi disetiap titik penelitian. Berikut ini merupakan gambaran titik penelitian yang dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 3. Titik 1



Gambar 4. Titik 2



Gambar 5. Titik 3



Gambar 6. Titik 4



Gambar 7. Titik 5

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Angin merupakan udara yang bergerak yang diakibatkan oleh rotasi bumi dan dikarenakan adanya perbedaan tekanan udara di sekitarnya. Dimana angin bergerak dari tekanan tinggi ke tekanan rendah [4] (Jamludin, 2019). Perbedaan tekanan udara yang terjadi dipengaruhi oleh sinar matahari. Dalam hal ini, daerah yang terkena pancaran sinar matahari akan memiliki temperature lebih tinggi dibandingkan dengan daerah yang sedikit terkena pancaran sinar matahari. Hal ini sesuai dengan konsep dari gas ideal. Artinya suhu berbanding terbalik dengan tekanan, dengan suhu yang lebih tinggi akan memiliki tekanan yang lebih rendah dan sebaliknya [7].

Udara yang bergerak dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu energi kinetic dan energi potensial. Potensi angin yang berbeda juga dipengaruhi oleh ketinggian, dimana perbedaan kecepatan angin akan menghasilkan daya . Berikut pada tabel 1 menunjukkan hasil data dari kecepatan angin di pesisir pantai Pancer Puger yang disajikan pada tabel sebagai berikut:

Tanggal	Lokasi									
	Titik 1		Titik 2		Titik 3		Titik 4		Titik 5	
	Jam	v (m/s)								
16 Oktober 2022	8.15- 08.20	3.9	08.30- 08.35	2.9	08.45- 08.50	4.1	09.00- 09.05	3.2	09.11- 09.16	4.1
	10.03- 10.08	6.1	10.14- 10.19	4.6	10.26- 10.31	7.2	10.40- 10.45	5.8	10.51- 10.56	6.2
	12.00- 12.05	6.4	12.09- 12.14	5.7	12.21- 12.24	7.6	12.30- 12.35	5.7	12.42- 12.47	6.9
	14.07- 14.12	4.0	14.19- 14.25	3.2	14.32- 14.37	3.9	14.45- 14.50	3.6	14.59- 15.54	4.2
	15.15- 15.20	3.9	15.29- 15.34	3.3	15.48- 15.53	4.1	16.05- 16.10	3.1	16.14- 16.19	3.9

Berdasarkan Tabel 1 data hasil penelitian kecepatan angin diatas diketahui bahwa data yang tercantum diatas adalah data kecepatan rata-rata (*average*) pada waktu yang telah ditentukan. Pada jam penelitian pertama masih didapatkan kecepatan yang masih tergolong rendah, dengan kecepatan maksimum di titik 3 pada pukul 12.21-12.24 WIB. Kecepatan angin mengalami peningkatan pada penelitian ke 2,3 dan mengalami penurunan pada penelitian ke 3,4 dikarenakan cuaca mendung yang kemudian hujan . Kecepatan angin maksimum terdapat pada titik 3 di percobaan ke-3 pukul 12.21-12.24 WIB yaitu 7,6 m/s dan kecepatan minimum pada titik 2 pada percobaan pertama pukul 08.15-08.20 WIB yakni 2,9 m/s.

Dari penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa temperature mempengaruhi kecepatan angin. Dimana saat cuaca sekitar pantai yang mendung/ hujan akan mempengaruhi kecepatan angin yang dihasilkan, seperti halnya saat pukul 13.00-16.00 cuaca yang tidak stabil sehingga kecepatan angin yang dihasilkan semakin menurun. Selain itu juga di pengaruhi adanya angin laut, dimana arah angin yang bergerak dari lautan ke dataran. Hal tersebut yang menyebabkan angin yang mulai bergerak lebih lambat dibandingkan siang hari, biasanya digunakan nelayan untuk mencari ikan.

[9]Kecepatan angin yang menyebabkan adanya energi kinetis dapat digunakan untuk memutar sudu- sudu turbin angin yang dapat diselesaikan menggunakan persamaan sebagai berikut ;

$$EK = \frac{1}{2}mv^2 \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

Ek : Energi kinetic (J)

m : Massa Udara (kg/s)

v : Kecepatan angin (m/s)

Untuk mengetahui massa udara dengan permisalan satuan blok udara yang memiliki luas penampang A dan bergerak dengan kecepatan v , maka untuk menentukan massa udara yang mengalir diatas suatu lokasi atau tempat secara umum yang nilainya 1,225 kg/s dapat dirumuskan:

$$m = A \cdot v \cdot \rho \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

m = Massa udara yang yang melewati suatu tempat (kg/s)

A = Penampang (m²)

v = Kecepatan angin (m/s)

ρ = Kerapatan udara (kg/m³)

Dari persamaan 1 dan 2, kita dapat menghitung jumlah listrik yang dihasilkan dari energi angin yaitu:

$$P = \frac{1}{2} A v^3 \rho \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

P = Daya yaitu energi persatuan waktu (Watt)

A = Luas penampang (m²)

v = Kecepatan angin (m/s)

ρ = Kerapatan udara (kg/m³)

Tabel 2. Data Hasil Perhitungan Daya Angin di Pantai Puger

Lokasi			
Titik 1			
Jam	V (m/s)	P (Watt)	
8.15-08.20	3.9	114.09	
10.03- 10.08	6.1	436.54	
12.00- 12.05	6.4	504.17	
14.07- 14.12	4	123.09	
15.15- 15.20	3.9	114.09	
Titik 2			
Jam	V (m/s)	P (Watt)	
08.30- 08.35	2.9	46.91	
10.14- 10.19	4.6	187.20	
12.09- 12.14	5.7	356.17	
14.19- 14.25	3.2	63.02	
15.29- 15.34	3.3	69.12	
Titik 3			
Jam	V (m/s)	P (Watt)	
08.45- 08.50	4.1	132.55	

**16 Oktober
2022**

	10.26-10.31	7.2	717.85
	12.21-12.24	7.6	844.26
	14.32-14.37	3.9	114.09
	15.48-15.53	4.1	132.55
Titik 4			
	Jam	V (m/s)	P (Watt)
	09.00-09.05	3.2	63.02
	10.40-10.45	5.8	375.25
	12.30-12.35	5.7	356.17
	14.45-14.50	3.6	89.73
	16.05-16.10	3.1	57.30
Titik 5			
	Jam	V (m/s)	P (Watt)
	09.11-09.16	4.1	132.55
	10.51-10.56	6.2	458.36
	12.42-12.47	6.9	631.80
	14.59-15.54	4.2	142.49
	16.14-16.19	3.9	114.09

Perhitungan daya dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

Jika diasumsikan diameter dari turbin adalah 2 m maka dapat diketahui luas penampang blok udara adalah:

$$\begin{aligned}
 A &= \pi r^2 \\
 &= 3,14 \times 1^2 \\
 &= 3,14 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Jika kerapatan udara dianggap konstan yaitu $1,225 \text{ kg/m}^3$, maka laju aliran udara sesuai dengan persamaan 2 yakni

$$\begin{aligned}
 m &= A \cdot v \cdot \rho \\
 &= 3,14 \cdot 3,9 \cdot 1,225 \\
 &= 15,001 \text{ kg/s}
 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan energi yang dihasilkan per satuan waktu yaitu:

$$P = \frac{1}{2} A v^3 \rho$$

$$P = 0,5 \times 3,14 \times 3,9^3 \times 1,225$$
$$= 114,09 \text{ Watt}$$

Dalam hal ini dapat diketahui bahwa apabila semakin siang, daya yang dihasilkan akan meningkat dikarenakan kekuatan dan kecepatan angin yang bergerak naik. Sebaliknya jika semakin sore daya yang dihasilkan akan menurun dikarenakan kecepatan angin dan intensitas yang menurun. Tetapi daya yang diperoleh tidak menentu dikarenakan cuaca yang tidak menentu seperti mendung/ hujan, sehingga pohon atau terdapat penghalang yang dapat menghalangi intensitas cahaya dan membelokkan arah angin [11].

Berdasarkan Analisa perhitungan yang telah dilakukan diatas menunjukkan bahwa temperatur dan kecepatan angin berperan penting akan daya yang dihasilkan, hal tersebut dikarenakan semakin besar kecepatan angin maka akan memutarakan suatu turbin dengan mengakibatkan daya yang dihasilkan oleh pembangkit listrik. Begitu pula sebaliknya, semakin rendah kecepatan angin maka daya yang dihasilkan akan kecil pula. Selain kecepatan angin, temperature juga mempengaruhi terhadap kerapatan udara . Dimana semakin rendah temperature udara maka akan semakin rapat udara sehingga menyebabkan massa jenis udara semakin besar dan daya yang dihasilkan akan semakinn besar [2]. Begitupun sebaliknya , jika udara yang semakin panas maka molekul udara tersebut akan menyebar sehingga massa jenis udara akan semakin kecil dan mengakibatkan daya yang dihasilkan akan semakin kecil pula.

Data kecepatan dan daya yang dihasilkan berdasarkan suvey di pesisir pantai Pancer Puger menghasilkan kecepatan angin sekitar 2,9 m/s- 8 m/s sehingga Pantai Pancer Puger dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif skala mikro dengan turbin angin dengan perolehan daya yang dapat disalurkan mencapai 844,5 Watt. Di kawasan Merak Banten kecepatan angin rata- rata berkisar 2,9 m/s hingga 8,2 m/s dengan menggunakan turbin angin horizontal bertipe DIFG yang dapat menyesuaikan perubahan kecepatan angin sedangkan daya maksimum tetap stabil dapat memperoleh hasil 422-1459 Watt pada efisiensi 67% untuk sistem turbin. Sehingga Pantai Pancer Puger cukup berpotensi untuk pembangkit listrik tenaga angin dengan desain *Horizontal Wind Turbine* [2].

4. KESIMPULAN

Angin merupakan energi dari alam yang sangat fleksibel untuk dimanfaatkan dalam mengatasi keterbatasan energi fosil. Dengan adanya energi angin mampu dimanfaatkan untuk mengasilkan energi listrik bagi penduduk sekitar pantai yang mengalami keterbatasan listrik. Berdasarkan penelitian di pesisir pantai Pancer Puger Kabupaten Jember dengan melakukan pengukuran menggunakan Zepgyrus Wind Meter yang bekerja menggunakan sensor dengan diambil data dari kecepatan rata-rata (*Average*) didapatkan hasil kecepatan angin berkisar 2,9 m/s hingga 8 m/s dan daya yang diperoleh mencapai 844,26 Watt. Sehingga menunjukkan bahwa Pantai Pancer Puger Kabupaten Jember cukup berpotensi dengan menggunakan turbin angin sebagai energi alternatif skala mikro.

5. SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan terdapat saran yang harus ditingkatkan oleh peneliti selanjutnya, dengan lebih teliti dalam melakukan pengukuran sehingga menghasilkan data yang akurat dan lebih bervariasi. Diharapkan peneliti selanjutnya dapat melihat kondisi di tempat penelitian untuk mendapatkan data yang spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

-
- [1] Abdullah, I., Nurdin, J., & Teknik Mesin, J. (2016). Mekanik. *Teknik Mesin ITM*, 2(1), 31–38.
 - [2] Hetharia, M. S., Hernowo, Irianto, S., & Wicaksono, K. (2021). *Pemanfaatan Energi Angin Untuk Menghasilkan Listrik*.
 - [3] Hindiyati, S. H., & Sudarti, S. 2022. Analisis Potensi Energi Menjadi Listrik Menggunakan Aplikasi Zephyrus Wind Meter Di Pesisir Pantai Utara Tuban . *SIBATIK JOURNAL: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, dan Pendidikan*. 1(5):607-616.
 - [4] Jamludin, J. (2019). Analisa Pemanfaatan Turbin Ventilator Sebagai Sumber Listrik Skala Rumah Tangga. *Jurnal Teknik*, 8(2). <https://doi.org/10.31000/jt.v8i2.1451>
 - [5] Mirza., R.S.Lubis, dan M.Gapy. 2019. Pemanfaatan Alternator Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB). *Jurnal Online Teknik Elektro*. 4(4):19-24.
 - [7] Nakhoda, Y. I., & Saleh, C. (2017). Pembangkit Listrik Tenaga Angin Sumbu Vertikal Untuk Penerangan Rumah Tangga Di Daerah Pesisir Pantai. *Institut Teknologi Nasional Malang*, 7(1), 20–28. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/industri/article/view/875>
 - [8] Prasetya, A., Notosudjono, D., & Soebagja, H. (2019). Studi potensi penerapan dan pengembangan pembangkit listrik tenaga angin di Indonesia. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro*.
 - [9] Sheptiawan, A., Notosudjono, D., & Fiddiansyah, D. (2001). Studi Potensi Energi Angin di Merak Banten untuk Membangkitkan Energi Listrik. *Universitas Pakuan Bogor*, 1–16.
 - [10] Sinaga, N., & Al Muhajir, F. 2021. Tinjauan Singkat Pemanfaatan Energi Angin Sebagai Pembangkit Listrik Di Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmiah Bidang Ilmu Rekayasa*: 15(1):55-61.
 - [11] Sudarti, S., & Dani, F. A. (2021). Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin di Pantai Blimbingsari Kabupaten Banyuwangi. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 5(2), 93. <https://doi.org/10.22373/crc.v5i2.9565>
-