

Analisis Potensi Energi Angin Sebagai Pembangkit Energi Listrik Tenaga Angin di Daerah Banyuwangi Kota Menggunakan Database Online-BMKG

Miranda Evi Murniati¹, Sudarti²

^{1,2}Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember
Jember, Jawa Timur, Indonesia

murniatimiranda05@gmail.com¹, sudarti.fkip@unej.ac.id²

Received 11 Mei 2021 | Revised 05 April 2022 | Accepted 05 April 2022

ABSTRAK

Banyuwangi adalah salah satu kabupaten dari provinsi Jawa Timur. Banyuwangi berada di ujung paling timur dari pulau Jawa. Kabupaten Banyuwangi itu sendiri, pada tahun 2018 memiliki jumlah penduduk sekitar 1.735.845 sedangkan pada tahun 2019 memiliki jumlah penduduk sekitar 1.745.675, dan hal ini menunjukkan adanya pertambahan dari jumlah penduduk di Banyuwangi. Dengan adanya pertambahan penduduk tersebut, maka semakin meningkatnya kebutuhan akan adanya energi. diperlukan adanya energi alternatif yang dapat menggantikan energi yang sedang digunakan sekarang yaitu energi fosil, salah satunya yaitu dengan mengubah energi angin menjadi energi listrik. Sehingga diperlukannya penelitian-penelitian lebih lanjut terhadap konvergensi energi angin. Penelitian ini dilakukan di Banyuwangi Kota, Kabupaten Banyuwangi, Provinsi Jawa Timur yang terletak secara astronomis pada lintang -8.21500, bujur 114.35530, dan elevasi 52 pada tanggal 21 April 2021 s.d 30 April 2021 dengan database online Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Banyuwangi. Hasil analisa yang didapatkan yaitu kecepatan rata-rata angin pada 21-30 April 2021 adalah 2 m/s atau 3,89 knots yang tergolong dalam kecepatan angin kelas 4 yaitu diantara 3,4-5,4 knots. Dari hasil tersebut menyatakan bahwa energi angin yang terdapat pada daerah Banyuwangi Kota dapat dimanfaatkan sebagai penggerak turbin angin. Rata-rata daya efektif dari angin yang dihasilkan oleh turbin angin sebesar antara 0,24 s.d 6,48 W untuk diameter sapuan 1 m. Nilai energi listrik yang dihasilkan persatuan luas penampang turbin adalah 0,15 s.d 3,92 W/m².

Kata kunci: Energi Angin, Banyuwangi, Konversi, Turbin Angin

Banyuwangi is one of the districts of East Java province. Banyuwangi is located at the easternmost tip of the island of Java. In Banyuwangi Regency itself, in 2018 it had a population of around 1.735.845 while in 2019 it had a population of around 1.745.675, and this shows an increase in the population in Banyuwangi. With this population growth, the need for energy will increase. It is necessary to have an alternative energy that can replace the energy that is currently being used, namely fossil energy, one of which is by converting wind energy into electrical energy. So that further research is needed on the convergence of wind energy. This research was conducted in Banyuwangi City, Banyuwangi Regency, East Java Province which is located astronomically at latitude -8.21500, longitude 114.35530, and elevation 52 on April 21, 2021 to April 30, 2021 with the online database of the Banyuwangi Meteorology, Climatology and Geophysics Agency. The analysis results obtained are the average wind speed on 21-30 April 2021 is 2 m/s or 3.89 knots which are classified as class 4 wind speeds, namely between 3.4-5.4 knots. From these results, it is stated that the wind energy contained in the Banyuwangi City area can be used as a wind turbine driver. The average effective wind power generated by the wind turbine is between 0.24 to 6.48 W for a sweep diameter of 1 m. The value of electrical energy produced by the turbine cross-sectional area is 0.15 to 3.92 W/m².

Keyword : Wind Energy, Banyuwangi, Conversion, Wind Turbines

I. PENDAHULUAN

Indonesia termasuk dalam negara yang penduduknya sangatlah banyak, dan dengan itu Indonesia termasuk kedalam 5 besar negara dengan jumlah penduduk yang banyak. Indonesia berada di peringkat ke 4 dengan total jumlah populasi penduduk sebanyak 271.349.889 per tanggal 21 januari 2021. Banyuwangi adalah salah satu kabupaten dari provinsi Jawa Timur. Banyuwangi terletak di ujung paling timur dari pulau Jawa. Mayoritas dari penduduk Banyuwangi adalah suku Osing yaitu suku asli dari Banyuwangi, selain suku Osing terdapat juga suku lainnya seperti suku Jawa, Bali, dan Bugis. Di Kabupaten Banyuwangi itu sendiri, yaitu pada tahun 2017 memiliki jumlah penduduk sekitar 1.692.324 sedangkan pada tahun 2018 memiliki jumlah penduduk sekitar 1.735.845 sedangkan pada tahun 2019 memiliki jumlah penduduk sekitar 1.745.675, dan hal ini menunjukkan adanya pertambahan dari jumlah penduduk di Banyuwangi. Dengan adanya pertambahan penduduk tersebut, maka semakin meningkatnya kebutuhan akan adanya energi. Sedangkan sumber energi

utama yaitu fosil yang mana ketersediaannya sangatlah terbatas dan terus menerus mengalami penipisan dan kehabisan. Menurut (Budiastra, 2009) yaitu dampak dari penggunaan bahan bakar fosil akan meningkatkan emisi partikel CO₂, SO₂, dan NO₂ yang pada masa ini bahan bakar pembangkit listrik di Indonesia masih didominasi dengan menggunakan bahan bakar fosil, dan hal ini sangatlah berdampak pada lingkungan dan harus mendapatkan perhatian yang sangat serius. Jika tidak segera diciptakan energi alternatif yang dapat menggantikan peran energi fosil, maka kita akan kehabisan energi. Menurut (Azirudin, 2019), energi berperan sangat penting dari berbagai bidang kehidupan manusia, misalnya bidang pendidikan, transportasi, pertanian, kesehatan, dan ekonomi.

Dari permasalahan tersebut, penulis terdorong untuk berupaya dalam mencari alternatif. Energi terbarukan ialah energi yang dapat diperbaharui, dan dapat diperbaharui secara terus-menerus. Menurut (Al Hakim, 2020), Negara Indonesia mempunyai energi terbarukan yang melimpah diantaranya energi angin, energi surya, energi air, panas bumi, bioenergi, energi nuklir, dan energi arus laut. Salah satu dari energi terbarukan yang berkembang yaitu energi angin. Angin merupakan udara yang bergerak sejajar dengan permukaan bumi yang bergerak dari daerah yang memiliki tekanan udara yang tinggi ke daerah yang memiliki tekanan udara yang rendah. Perbedaan tekanan udara tersebut yang mengakibatkan angin mempunyai besaran fisis yaitu kecepatan dan arah. Kecepatan angin adalah kecepatan dari udara yang bergerak secara horizontal yang dipengaruhi oleh tinggi dari daerah, keadaan geografi daerah, topografi daerah, dan beometris daerah. Menurut (Nawawi, 2017) yaitu kondisi cuaca juga mempengaruhi kecepatan angin seperti kondisi cuaca yang berubah ubah akan mengakibatkan kecepatan angin menjadi tidak konstan dan cenderung rendah sehingga mengakibatkan energi listrik yang dihasilkan akan kurang optimal. Untuk menghasilkan energi listrik yang dihasilkan dari pengubahan atau bisa juga disebut dengan konversi. Maka dari itu dibuatlah penelitian ini yaitu analisis potensi energi angin sebagai pembangkit energi listrik tenaga angin di daerah Banyuwangi Kota menggunakan database online BMKG.

II. METODE PENELITIAN

A. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Banyuwangi Kota, Kabupaten Banyuwangi, Provinsi Jawa Timur yang terletak secara astronomis pada lintang -8.21500, bujur 114.35530, dan elevasi 52 pada tanggal 21 April 2021 s.d 30 April 2021 dengan database online Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Banyuwangi.

B. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dimulai dengan mengumpulkan dan mempelajari jurnal atau artikel yang bersangkutan dengan penelitian untuk digunakan sebagai acuan dan referensi. Kemudian dilanjutkan dengan menentukan dan mengobservasi daerah untuk dilakukan penelitian yaitu bertempat di Banyuwangi Kota. Tahap selanjutnya yaitu mengunjungi database online BMKG untuk mendapatkan data pada laman <https://dataonline.bmkg.go.id> selanjutnya dilakukan tahap mengolah data, menganalisa dan menyimpulkan. Dari tahap tersebut dapat menentukan hasil dari penelitian. Tahap terakhir yaitu dilakukan penyusunan laporan dan selesai.

C. Tinjauan Pustaka

Angin adalah udara yang bergerak sejajar dengan permukaan bumi yang bergerak dari daerah yang memiliki tekanan udara yang tinggi ke daerah yang memiliki tekanan udara yang rendah. Angin memiliki besaran fisis yaitu arah dan kecepatan yang mengakibatkan perbedaan tekanan udara. Menurut (Suwarti, 2017) kecepatan angin adalah kecepatan dari udara yang bergerak secara horizontal yang dipengaruhi oleh tinggi dari suatu daerah, keadaan geografi daerah, topografi daerah, dan beometris daerah. Arah angin adalah arah dari mana angin tersebut berhembus yang dinyatakan dalam *direction degree*. Angin dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu angin global dan angin lokal. Angin global disebabkan karena adanya pemanasan matahari dengan intensitas yang besar di dekat khatulistiwa, dan hal ini menyebabkan peningkatan suhu udara pada daerah tropis yang selanjutnya mengalir melalui atmosfer atas ke arah kutub dan udara dingin dari kutub mengalir kembali ke daerah khatulistiwa (Saputra, 2015).

Menurut (Abdullah, 2016) angin dapat dibedakan dalam beberapa jenis yaitu angin darat, angin laut, angin gunung, angin lembah, angin muson, angin fohn, angin musim timur dan barat. Alat yang dapat digunakan untuk mengukur kecepatan angin adalah Anemometer. Prinsip kerja dari anemometer yaitu dengan adanya hembusan angin yang mengenai baling-baling pada anemometer. Selanjutnya putaran dari baling-baling tersebut akan dikonversi menjadi sebuah besaran. Setelah baling-baling tersebut berputar maka akan menggerakkan alat pengukur kecepatan angin yang berhembus dari putaran baling-baling.

Tingkat kecepatan dari angin adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Tingkatan Kecepatan Angin 10 Meter di Atas Permukaan Tanah Dalam Satuan Knots (Habibie M. Najib., 2011)

Tingkat Kecepatan Angin 10 meter di Atas Permukaan Tanah	
Kelas	Kecepatan (m/s) Kondisi Alam di Daratan
1	0,00 - 0,02 -
2	0,3 - 1,5 Angin tenang, asap lurus ke atas
3	1,6 - 3,3 Asap bergerak mengikuti arah angin
4	3,4 - 5,4 Wajah terasa ada angin, daun-daun bergoyang pelan, petunjuk arah angin bergerak
5	5,5 - 7,9 Debu jalan, kertas berterbangan, ranting pohon bergoyang
6	8,0 - 10,7 Ranting pohon bergoyang, bendera berkibar
7	10,8 - 13,8 Ranting pohon besar bergoyang, air plumpung berombak kecil
8	13,9 - 17,1 Ujung pohon melengkung, hembusan angin terasa di telinga
9	17,2 - 20,7 Dapat mematahkan ranting pohon, jalan berat melawan arah angin
10	20,8 - 24,4 Dapat mematahkan ranting pohon, rumah rubuh
11	24,5 - 28,4 Dapat merubuhkan pohon, menimbulkan kerusakan
12	28,5 - 32,6 Menimbulkan kerusakan parah
13	32,7 - 36,9 Tornado

Dari tabel 1 terdapat syarat-syarat kecepatan dan kondisi angin yang dapat dikonversikan menjadi energi listrik. Dari 13 kelas kecepatan angin yang ada, kelas yang dapat mengubah energi angin menjadi energi listrik berada di kelas 3 dan kelas 8. Kecepatan angin kelas 3 adalah batas minimum, sedangkan batas maksimumnya adalah kelas 8.

Turbin angin digunakan untuk menghasilkan energi dari energi kinetik menjadi energi listrik, yang mana semakin meningkatnya kecepatan angin akan membuat energi yang dihasilkan juga meningkat. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) memiliki prinsip kerja yaitu menggunakan kincir angin untuk mengubah energi angin menjadi energi kinetik, faktor dari daya turbin yaitu seperti densitas, volume, dan kecepatan angin (Adistia, 2020). Menurut (Nawawi, 2017) yaitu sebagian besar turbin angin secara umum akan mulai menghasilkan daya listrik pada kecepatan angin 4 m/s dan akan berhenti tidak menghasilkan energi pada kecepatan angin sebesar 25 m/s. Yang menentukan kondisi dan kecepatan angin adalah tipe dan ukuran rotor, dengan rata-rata kecepatan angin mulai dari 3 m/s dapat digunakan untuk turbin ukuran kecil, sedangkan rata-rata kecepatan angin 5 m/s dapat digunakan untuk turbin menengah, dan sedangkan rata-rata kecepatan angin diatas 6 m/s digunakan untuk turbin angin besar (Yunginger, 2015).

D. Rumus Perhitungan Energi Angin

Menurut (Sam, 2015) yaitu kecepatan dari energi angin akan mengakibatkan adanya energi kinetik (E) yang mana akan digunakan untuk memutar turbin angin. Energi kinetik (E) adalah perkalian antara laju aliran udara (\dot{m}) dengan kecepatan angin pangkat dua (V^2) yang kemudian dikali dengan setengah atau dapat ditulis dengan persamaan seperti berikut:

$$E = \frac{1}{2} \cdot \dot{m} \cdot V^2 \tag{1}$$

Menurut (Sam, 2015) yaitu apabila balok udara bergerak dengan kecepatan V (m/s) dan mempunyai luas penampang A (m^2) maka jumlah massa udara yang mengalir setiap detik seperti berikut ini:

$$\dot{m} = A \cdot V \cdot \rho \tag{2}$$

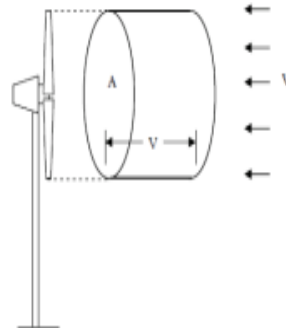
yang mana kerapatan udara (kg/m^3) adalah ρ .

Menurut (Sam, 2015) kemudian didapatkan energi yang dihasilkan persatuan waktu atau bisa disebut dengan daya P (watt) seperti berikut ini :

$$P = \frac{E}{\text{satuan waktu}} \tag{3}$$

$$P = \frac{1}{2} \cdot A \cdot V^3 \cdot \rho \tag{4}$$

Bidang udara yang beristeraksi dengan luas penampang yaitu rotor persatuan waktu (A) dan ketebalannya sama dengan kecepatan angin (V), maka menghasilkan energi persatuan waktu yang disebut dengan daya (P) (Saputra, 2015).



Gambar 1. Udara Bergerak ke Arah Turbin

Menurut (Sam, 2015) yaitu daya efektif dari energi angin yang dihasilkan oleh turbin angin (E_a) sebagai berikut :

$$E_a = \frac{1}{2} \cdot C_p \cdot \rho \cdot D^2 \cdot V^3 \quad (5)$$

Yang mana nilai dari C_p adalah 0,4. C_p adalah koefisien daya dan D adalah diameter turbin angin.

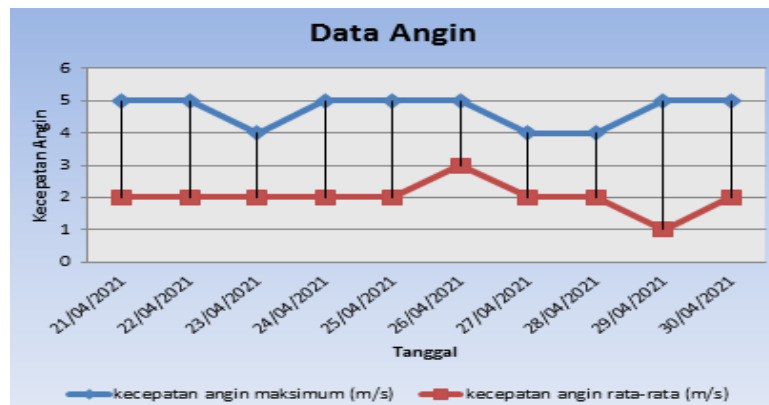
Menurut (Sam, 2015) yaitu konversi energi angin ke tenaga listrik $(P_s/A)_{wp}$ dapat dihitung menggunakan persamaan seperti berikut ini:

$$(P_s/A)_{wp} = \frac{1}{2} \cdot C_p \cdot \eta_{tr} \cdot \eta_g \cdot \eta_b \cdot \rho \cdot V^3 \quad (6)$$

Yang mana η_{tr} adalah efisiensi transmisi yang bernilai 0,95; η_g adalah efisiensi generator yang bernilai 0,85; dan η_b adalah efisiensi baterai yang bernilai 0,75.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data kecepatan angin pada penelitian ini menggunakan database online BMKG pada tanggal 21 sampai dengan 30 April 2021 ditampilkan pada gambar 2. Pada gambar 2 menunjukkan nilai kecepatan angin maksimum berkisar antara 4-5 m/s, sedangkan nilai kecepatan angin rata-rata berkisar antara 1-3 m/s, dengan kecepatan angin minimum sebesar 1 m/s. Pada tanggal 26 April 2021 mempunyai kecepatan rata-rata angin tertinggi yaitu 3 m/s sedangkan kecepatan rata-rata angin terkecil yaitu pada tanggal 29 April 2021. Maka nilai dari rata-rata kecepatan angin selama sepuluh hari tersebut adalah 2 m/s atau 3,89 knot. Berdasarkan nilai rata-rata kecepatan angin tersebut maka kecepatan angin termasuk dalam kelas 4 (3,4-5,4 knots) yang mengakibatkan kondisi alam di daratan seperti wajah terasa ada angin, daun-daun bergoyang pelan, dan petunjuk arah angin bergerak yaitu batas minimum kecepatan angin yang bisa dimanfaatkan seperti pada tabel 1.



a) Grafik kecepatan angin



ID WMO : 96987
 Nama Stasiun : Stasiun Meteorologi Banyuwangi
 Lintang : -8.21500
 Bujur : 114.35530
 Elevasi : 52

Tanggal	ff_x	ddd_x	ff_avg	ddd_car
21-04-2021	5	150	2	W
22-04-2021	5	200	2	W
23-04-2021	4	130	2	W
24-04-2021	5	150	2	SE
25-04-2021	5	140	2	C
26-04-2021	5	150	3	SE
27-04-2021	4	120	2	C
28-04-2021	4	140	2	C
29-04-2021	5	130	1	C
30-04-2021	5	140	2	C

Keterangan :
 8888: data tidak terukur
 9999: Tidak Ada Data (tidak dilakukan pengukuran)
 ff_x: Kecepatan angin maksimum (m/s)
 ddd_x: Arah angin saat kecepatan maksimum (°)
 ff_avg: Kecepatan angin rata-rata (m/s)
 ddd_car: Arah angin terbanyak (°)

b) Database kecepatan angin Online BMKG
Gambar 2. Data Kecepatan Angin Pada Tanggal 21-30 April 2021

Untuk menghitung nilai dari laju aliran massa udara yang mengalir maka dihsruskan untuk menghitung nilai dari luas penampang balok udara (A), diasumsikan diameter turbin 1 m maka jari-jari turbin 0,5m adalah :

$$A = \pi r^2$$

$$A = 3,14 \times 0,5^2$$

$$A = 0,785 \text{ m}^2$$

Kemudian dilanjutkan menghitung laju aliran udara yang sesuai pada tanggal 21 April 2021 dengan kecepatan angin rata-rata sebesar 2 m/s atau 3,88769 knot yang sesuai dengan persamaan (2), apabila kerapatan udara dianggap konstan yaitu 1,2 kg/m³ adalah :

$$\dot{m} = A \cdot V \cdot \rho$$

$$\dot{m} = 0,785 \text{ m}^2 \times 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 1,2 \text{ kg/m}^3$$

$$\dot{m} = 1,884 \text{ kg/s}$$

Kemudian energi kinetik yang dapat dihasilkan pada tanggal 21 April 2021 yaitu dengan menggunakan persamaan (1) :

$$E = \frac{1}{2} \cdot \dot{m} \cdot V^2$$

$$E = \frac{1}{2} \times 1,884 \text{ kg/s} \times (2 \text{ m/s})^2$$

$$E = 3,768 \text{ J}$$

Besar energi yang dihasilkan persatuan waktu atau bisa disebut daya (P) pada tanggal 21 April 2021 yaitu dengan menggunakan persamaan (3) :

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

$$P = \frac{1}{2} \times 0,785 \text{ m}^2 \times (2 \text{ m/s})^3 \times 1,2 \text{ kg/m}^3$$

$$P = 3,768 \text{ W}$$

Dengan menggunakan persamaan (4) dapat digunakan dalam mencari daya efektif dari energi angin yang dihasilkan oleh turbin angin pada tanggal 21 April 2021 sebagai berikut :

$$Ea = \frac{1}{2} \cdot Cp \cdot \rho \cdot D^2 \cdot V^3$$

$$Ea = \frac{1}{2} \times 0,4 \times 1,2 \text{ kg/m}^3 \times (1 \text{ m})^2 \times (2 \text{ m/s})^3$$

$$Ea = 1,92 \text{ W}$$

Kemudian mengkonversikan energi angin menjadi tenaga listrik pada tanggal 21 April 2021 yaitu dengan persamaan (5) :

$$\left(\frac{Ps}{A}\right)_{wp} = \frac{1}{2} \cdot Cp \cdot \eta_{tr} \cdot \eta_g \cdot \eta_b \cdot \rho \cdot V^3$$

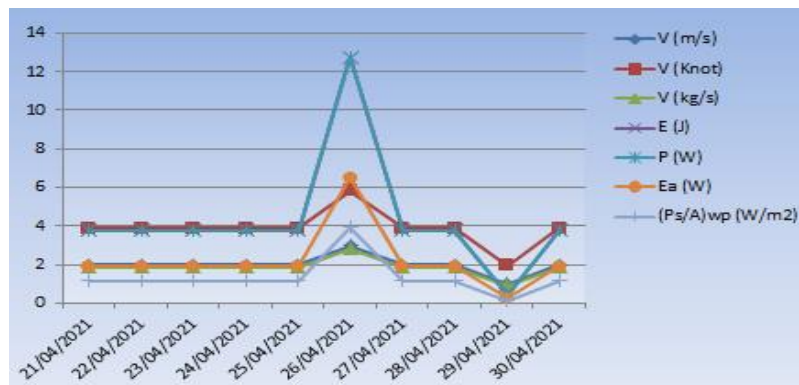
$$\left(\frac{Ps}{A}\right)_{wp} = \frac{1}{2} \times 0,4 \times 0,95 \times 0,85 \times 0,75 \times 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \left(2 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^3$$

$$\left(\frac{Ps}{A}\right)_{wp} = 1,1628 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Dan kemudian dilakukan proses perhitungan pada tanggal 22 s.d 30 April 2021 yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Data Kecepatan Angin dan Hasil Perhitungan Energi Listrik Yang Dapat di Hasilkan Oleh Kincir Angin Pada 21-30 April 2021

Tanggal	V		m	E	P	Ea	(Ps/A) _{wp}
	(m/s)	(Knot)					
21/04/2021	2	3,89	1,88	3,77	3,77	1,92	1,16
22/04/2021	2	3,89	1,88	3,77	3,77	1,92	1,16
23/04/2021	2	3,89	1,88	3,77	3,77	1,92	1,16
24/04/2021	2	3,89	1,88	3,77	3,77	1,92	1,16
25/04/2021	2	3,89	1,88	3,77	3,77	1,92	1,16
26/04/2021	3	5,83	2,83	12,72	12,72	6,48	3,92
27/04/2021	2	3,89	1,88	3,77	3,77	1,92	1,16
28/04/2021	2	3,89	1,88	3,77	3,77	1,92	1,16
29/04/2021	1	1,94	0,94	0,47	0,47	0,24	0,15
30/04/2021	2	3,89	1,88	3,77	3,77	1,92	1,16
Nilai Max.	3	5,83	2,83	12,72	12,72	6,48	3,92
Nilai Min.	1	1,94	0,94	0,47	0,47	0,24	0,15
Nilai Ave.	2	3,89	1,88	4,34	4,34	2,21	1,34



Gambar 3. Grafik Data Kecepatan Angin dan Hasil Perhitungan Energi Listrik Yang Dapat di Hasilkan Oleh Kincir Angin Pada 21-30 April 2021

Pada tabel 2 diatas, dapat diperlihatkan hasil sebagai berikut:

1. Rata-rata daya efektif dari angin yang dihasilkan oleh turbin angin sebesar antara 0,24 s.d 6,48 W dengan rata-rata 2,21 W untuk diameter sapuan 1 m.
2. Nilai energi listrik yang dihasilkan persatuan luas penampang turbin adalah 0,15 s.d 3,92 W/m² dengan rata-rata 1,34 W/m².

Dengan hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa potensi energi angin yang dikonversikan menjadi tenaga listrik di Banyuwangi Kota berdasarkan pengujian pada tanggal 21-30 April 2021 dapat dimanfaatkan sebagai penggerak turbin angin akan tetapi masih tergolong rendah. Berikut referensi dan alasan mengapa hasil pada daerah Banyuwangi kota tersebut tergolong rendah. Menurut (Nawawi, 2017) dengan rata-rata kecepatan angin sebesar 1,53 m/s tidak bisa menghasilkan tegangan keluaran, dengan rata-rata kecepatan angin sebesar 5,52 m/s dapat menghasilkan tegangan keluaran 78,47 volt AC. Generator akan menghasilkan tegangan keluaran minimal kecepatan angin sebesar 2,5 m/s. Oleh karena itu masih diperlukan penelitian lebih lanjut.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisa dari kecepatan energi angin pada daerah Banyuwangi Kota tanggal 21-30 April 2021 dapat disimpulkan bahwa kecepatan angin yang terjadi berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pembangkit energi listrik tenaga angin karena tergolong dalam kecepatan angin kelas 4 (3,4 sampai 5,4 knots) akan tetapi masih tergolong pada tingkatan yang rendah. Penelitian ini masih kajian awal terhadap potensi kecepatan angin di daerah Banyuwangi Kota, jadi diperlukan penelitian lebih lanjut supaya ditemukan inovasi laninnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, I. N. (2016). Kajian Potensi Energi Angin di Daerah Kawasan Pesisir Pantai Serdang Bedagai untuk Menghasilkan Energi Listrik. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 31-38.
- Adistia, N. A. (2020). Potensi Energi Panas Bumi, Angin, Dan Biomassa Menjadi Energi Listrik Di Indonesia. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 105-116.
- Al Hakim, R. R. (2020). Model Energi Indonesia, Tinjauan Potensi Energi Terbarukan untuk Ketahanan Energi di Indonesia: Sebuah Ulasan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1.
- Azirudin, T. (2019). Potensi Energi Angin Di Atas Bangunan Bertingkat Di Pangkalan Kerinci, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau. *Ketenagalistrikan Dan Energi Terbarukan*, 23-28.
- Banyuwangikab. *Kependudukan Banyuwangi Online*. Retrieved from <https://banyuwangikab.go.id/profil/kependudukan-dan-naker.html>
- BMKG. *Data Online Angin BMKG*. Retrieved from <https://dataonline.bmkg.go.id>
- Budiastra, I. N. (2009). Pemanfaatan Energi Angin Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik di Nusa Penida dan Dampaknya Terhadap Lingkungan. *Bumi Lestari Journal of Environment*, 263-267.
- Habibie M. Najib., A. S. (2011). Kajian Potensi Energi Angin di Wilayah Sulawesi dan Maluku. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 181-187.
- Nawawi, I. &. (2017). Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Skala Kecil pada Bangunan Bertingkat. *THETA OMEGA: Journal Of Electrical Engineering, Computer And Information Technology*, 1-6.
- Sam, A. &. (2015). Studi Potensi Energi Angin Di Kota Palu Untuk Membangkitkan Energi Listrik. *Jurnal SMARTek*, 21-26.
- Saputra, M. (2015). Studi Analisis Potensi Energi Angin Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Angin Di Kawasan Meulaboh. *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, 32-43.

- Suwarti, S. M. (2017). Pembuatan Monitoring Kecepatan Angin Dan Arah Angin Menggunakan Mikrokontroler Arduino. *In Prosiding Seminar Nasional & Internasional*, 56-64.
- Yunginger, R. (2015). Analisis Potensi Energi Angin Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik Di Kota Gorontalo. *Penelitian Dasar Keilmuan*, 1-15.