

## **Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Di Wisata Sumber Klampok Kabupaten Nganjuk**

*Potential Analysis of Wind Power Plant (PLTB) in Sumber Klampok Tourism,  
Nganjuk Regency*

Divo Putra Prasetya<sup>1</sup>, Ina Sunaryantiningsih<sup>1\*</sup>, Ridam Dwi Laksono<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas PGRI Madiun; Indonesia, Fakultas Teknik, Prodi Teknik Elektro

E-mail: [inas@unipma.ac.id](mailto:inas@unipma.ac.id)\*

*Disubmit : 14-08-2023; Direvisi:28-08-2023; Dipublikasikan:10-09-2023*

### **Abstrak**

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan angin sebagai penggerak utama turbin dan generator untuk menghasilkan energi listrik. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi angin sebagai pembangkit listrik alternatif di Wisata Sumber Klampok. Daya yang dihasilkan oleh PLTB tergantung dengan kecepatan angin yang tersedia di Wisata Sumber Klampok. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi dan pengukuran dengan alat. Dalam pengukuran kecepatan angin menggunakan aplikasi *wind meter lab* dan anemometer sebagai pembandingan keakuratan hasil pengukuran kecepatan angin. Pengukuran kecepatan angin dilakukan selama 24 jam dalam kurun waktu 7 hari pada 4 titik acuan. Berdasarkan hasil analisa data diketahui potensi daya angin dalam 1 tahun maksimal berada pada titik acuan 1 dengan pengukuran kecepatan angin menggunakan *wind meter lab* sebesar 2.445,53 Kwh/tahun dan pengukuran kecepatan angin menggunakan anemometer menghasilkan daya angin sebesar 1.700,80 Kwh/tahun pada titik acuan 3. Hal ini di pengaruhi dengan kecepatan angin yang tersedia di Wisata Sumber Klampok. Maka dapat disimpulkan bahwa Wisata Sumber Klampok berpotensi untuk pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) skala kecil maupun besar.

**Kata kunci** - Anemometer, PLTB, Wisata Sumber Klampok, Wind Meter Lab.

### **Abstract**

*Wind Power Plant is a power plant that utilizes wind as the prime mover for turbines and generators to produce electricity. In this study aims to determine the potential of wind as an alternative power plant in Sumber Klampok Tourism. The power generated by the PLTB depends on the wind speed available at Wisata Sumber Klampok. The research method used in this study is observation and measurement with tools. In measuring wind speed using wind meter lab applications and anemometers as a comparison of the accuracy of wind speed measurement results. Wind speed measurements were carried out for 24 hours within 7 days at 4 reference points. Based on the results of data analysis, it is known that the potential for maximum wind power in 1 year is at reference point 1 by measuring wind speed using a lab wind meter of 2,445.53 Kwh/year and measuring wind speed using an anemometer to produce wind power of 1,700.80 Kwh/year at point reference 3. This is influenced by the wind speed available at Sumber Klampok Tourism. So it can be concluded that Sumber Klampok Tourism has the potential to utilize Wind Power Plants (PLTB) on both small and large scales.*

**Keywords** : Anemometer, PLTB, Sumber Klampok Tourism, Wind Meter Lab.

## PENDAHULUAN

Listrik adalah salah satu kebutuhan yang sangat penting bagi manusia dan sebagai sumber daya ekonomis yang paling utama bagi manusia [1]. Menyebabkan semakin banyak kebutuhan energi listrik yang cukup tinggi [2]. Namun saat ini masih banyaknya pembangkit listrik di Indonesia yang masih memanfaatkan bahan bakar fosil untuk membangkitkan energi listrik. Dikarenakan bahan bakar fosil yang bersifat sementara yang akan habis dan juga memiliki dampak negatif dari hasil pembakaran bahan bakar fosil yang menyebabkan polusi udara. Menurut [3] pembakaran bahan bakar fosil melepaskan berbagai polutan udara seperti gas beracun dan molekul partikulat. Dalam hal ini harus di pertimbangkan di masa mendatang untuk memanfaatkan energi bebas karbondioksida [4]. Pemanfaatan Renewable Energi di Indonesia berdasarkan potensinya merupakan proses persiapan jangka panjang pada sektor energi [5]. Sesuai Peraturan Presiden RI Nomor 112 tahun 2022 tentang percepatan pengembangan energi terbarukan untuk penyediaan tenaga listrik. Peningkatan pertumbuhan energi terbarukan akan menimbulkan efek positif bagi bumi [6].

Indonesia memiliki potensi yang sangat melimpah tersebar diseluruh daerah [7]. Potensi Energi Baru Terbarukan (EBT) Indonesia di antara lain air, sinar matahari, dan angin. Menurut [8] di perkirakan Indonesia memiliki potensi energi angin yang besar yakni 60.647 MW yang belum di manfaat kan secara maksimal. Pada penelitian ini penulis akan analisa potensi pembangkit listrik tenaga bayu di Wisata Sumber Klampok Kabupaten Nganjuk. Menurut [9] Nganjuk di apit dengan 2 gunung hal ini yang menyebabkan daerahnya memiliki hembusan angin yang kencang. Nganjuk di kenal sebagai kota angin, maka dapat memanfaatkan angin sebagai sektor industri serta dapat mengangkat Nganjuk sebagai kota listrik angin [10]. Oleh karena itu memungkinkan Nganjuk memiliki potensi angin untuk pemanfaatan kecepatan angin sebagai pembangkit listrik.

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan kecepatan angin sebagai penggerak turbin dan generator untuk menghasilkan energi listrik [11]. Dengan pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) di harapkan untuk mengurangi pembangkit listrik tenaga fosil dan sebagai energi alternatif di masa mendatang. Mengingat terhadap lingkungan demi menciptakan pembangkit listrik yang ramah lingkungan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014 tentang kebijakan Energi Nasional (KEN), target energi baru terbarukan pada tahun 2025 paling sedikit 23% dan 31% pada tahun 2025. Target kapasitas PLTB pada tahun 2025 yakni sebesar 1,8 GW dan 2,8 GW pada tahun 2025. Dengan adanya latar belakang tersebut maka perlu di lakukan analisa potensi kecepatan angin yang tersedia di Wisata Sumber Klampok.

Menurut [12] Energi listrik yang di bangkitkan di pengaruhi oleh kecepatan angin yang dapat di kelompokkan menjadi tiga kelompok :

a. Kondisi kecepatan angin dengan rata rata 1 - 2,5 meter/detik dapat menghasilkan

- energi 0 – 200 kWh dalam 1 tahun. Lokasi ini kurang baik untuk di manfaatkan pembangunan pembangkit listrik tenaga bayu.
- b. Kondisi kecepatan angin dengan rata rata 2,5 – 4 meter/detik dapat menghasilkan energi 201 – 1000 kWh dalam 1 tahun. Lokasi ini cukup baik untuk di manfaatkan pembangunan pembangkit listrik tenaga bayu skala kecil.
  - c. Kondisi kecepatan angin dengan rata rata 4,5 - 12 meter/detik dapat menghasilkan energi 1000 kWh dalam 1 tahun. Lokasi ini baik untuk di manfaatkan pembangunan pembangkit listrik kecil maupun besar.

### **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilakukan bertujuan untuk mengetahui potensi kecepatan angin di Wisata Sumber Klampok, Macanan, Kecamatan Loceret Kabupaten Nganjuk untuk pemanfaatan pembangkit listrik. Metode penelitian yang di gunakan adalah observasi dan pengukuran dengan alat. Pengambilan data kecepatan angin di lakukan di 4 titik acuan dalam kurun waktu 7 hari selama 24 jam. Pengukuran kecepatan angin menggunakan aplikasi wind meter lab dan anemometer sebagai pembanding hasil pengukuran kecepatan angin. Dari data kecepatan angin yang dihasilkan dilakukan analisa data statistik deskriptif menggunakan Microsoft Excel untuk mengetahui daya angin yang dihasilkan. Langkah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Flowchart Langkah Penelitian**

**ANALISA DATA**

Analisa daya dan energi di penelitian ini menghitung potensi daya kecepatan angin : Menurut [12].

**1. Luas Penampang**

Kecepatan angin akan melewati luas penampang (A) sebagai penggerak turbin. Dalam penelitian ini menggunakan blade berdiameter 3 m.

$$A = \pi r^2 \quad (1)$$

**2. Massa Udara**

Massa udara adalah volume udara yang dapat berubah - ubah hal ini dipengaruhi oleh suhu dan juga kandungan uap air. Massa udara di pengaruhi oleh kecepatan angin (v).

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

**3. Energi Kinetik**

Energi kinetik merupakan energi gerak dalam pembangkit listrik energi kinetik di manfaatkan sebagai penggerak turbin untuk menghasilkan energi listrik.

$$E = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad (3)$$

**4. Daya Angin**

Daya Angin merupakan energi listrik yang di hasilkan dari hembusan angin (v) yang melewati luas penampang (A) pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) [13].

$$P_w = \frac{1}{2} (\rho \cdot A \cdot v)(v^2) = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot v^3 \quad (4)$$

**5. Mean Absolute Percentage Error ( MAPE )**

Mean Absolute Percentage Error ( MAPE ) digunakan untuk mendapatkan hasil kelayakan suatu alat [14].:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{A_i - F_i}{A_i} \right) \times 100 \% \quad (5)$$

Menurut [15] dalam perhitungan MAPE memiliki nilai interpretasi yang menunjukkan keakuratan alat yang diuji. Nilai interpretasi MAPE dapat dilihat pada Tabel 1.

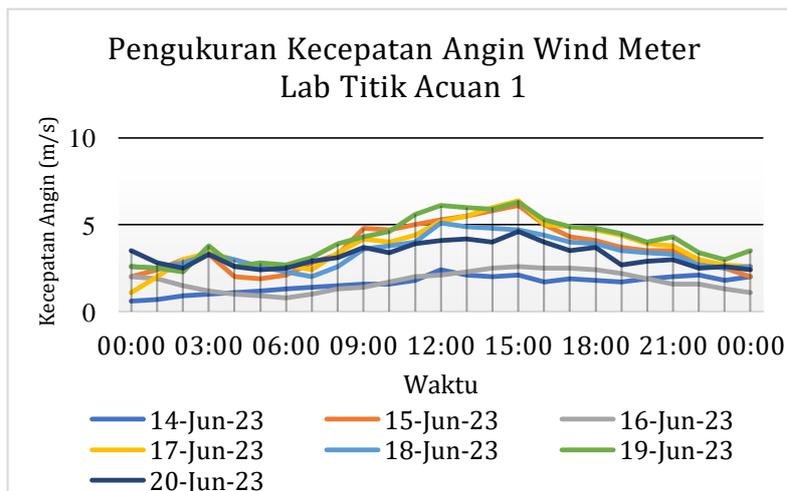
**Tabel 1. Interpretasi MAPE**

Nilai MAPE	Interpretasi
≤ 10	Hasil peramalan sangat akurat
10 - 20	Hasil peramalan baik
20 - 50	Hasil peramalan layak ( cukup baik )
>50	Hasil peramalan tidak akurat

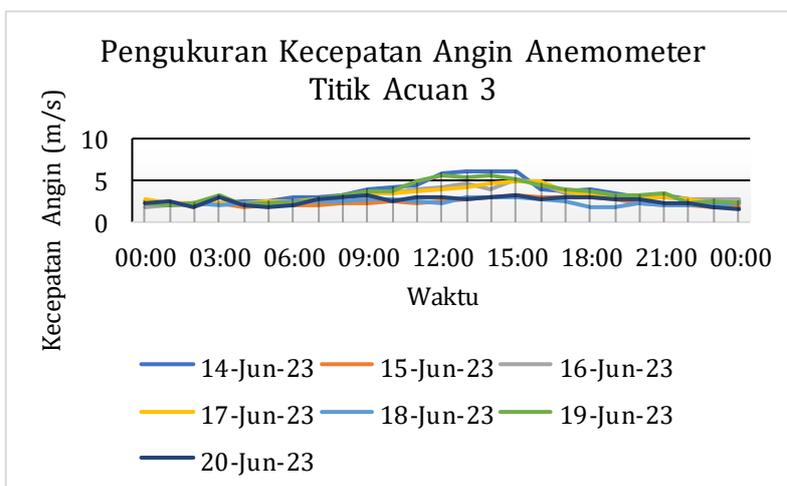
**HASIL DAN PEMBAHASAN****Kecepatan angin**

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil data kecepatan di Wisata Sumber Klampok. Pengukuran kecepatan angin menggunakan aplikasi *wind meter lab* dan anemometer sebagai pembanding hasil data kecepatan angin. Dari hasil observasi dan pengukuran alat di Wisata Sumber Klampok didapatkan data kecepatan angin.

Data tersebut merupakan kecepatan angin yang berada pada Wisata Sumber Klampok. Dapat di ketahui bahwa kecepatan angin lebih kencang pada siang hari dibandingkan dengan malam hari. hal tersebut dikarenakan oleh suhu. Dalam penelitian ini mengambil data kecepatan angin pada 4 titik acuan dengan pengukuran kecepatan angin dalam waktu 7 hari selama 24 jam secara bersamaan disetiap titik acuan. Jarak pengukuran kecepatan angin adalah 1 jam. Pada gambar 2 dapat dilihat kecepatan angin pada titik acuan 1 dengan pengukuran menggunakan aplikasi *wind meter lab* dan pada gambar 3 dapat dilihat kecepatan angin pada titik acuan 3.



**Gambar 2. Grafik Kecepatan Angin**



**Gambar 3. Grafik Kecepatan Angin**

Pada gambar 2 dan gambar 3 tersebut di ketahui bahwa kecepatan angin di titik acuan 1 diukur dalam kurun waktu 7 hari selama 24 jam. Selisih waktu pengukuran kecepatan angin berjarak 1 jam. Memiliki data kecepatan angin yang lebih besar pada siang hari hal ini di karenakan oleh suhu udara. Dari data tersebut di ketahui bahwa kecepatan angin di Wisata Sumber Klampok pada titik acuan 1 memiliki kecepatan angin tertinggi pada tanggal 19 juni 2023 dengan kecepatan angin maximum 6,4 m/s pada pukul 15.00 dan kecepatan angin dengan pengukuran menggunakan

anemometer sebesar 6,1 m/s pada tanggal 14 juni 2023 pukul 15.00.

### Daya Angin 7 Hari

Dari hasil analisa data daya angin dalam 1 hari di jumlahkan dan dapat diketahui daya angin dalam 4 titik acuan selama 7 hari sebagai berikut :

**Tabel 2. Daya Angin 7 Hari**

Titik Acuan	Daya Angin (Watt)	
	Wind Meter Lab	Anemometer
1	47.095,02	31.294,32
2	27.261,11	19.174,41
3	40.948,21	32.619,96
4	40.294,72	30.664,09

Dari hasil daya angin 7 dilakukan perhitungan daya angin selama 1 tahun untuk mengetahui potensi daya listrik yang dihasilkan sebagai pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB).

### Daya Angin 1 Tahun

**Tabel 3. Daya Angin 1 Tahun**

Titik Acuan	Daya Angin (KWh)	
	Wind Meter Lab	Anemometer
1	2.455,53	1.631,69
2	1.421,39	999,75
3	2.135,04	1.700,80
4	2.100,97	1.598,83

Dari Tabel 3 diketahui daya angin yang di hasilkan dalam 1 tahun pada 4 titik acuan. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa daya angin dalam 1 tahun berada pada titik acuan 1 dengan pengukuran kecepatan angin menggunakan wind meter lab sebesar 2.445,53 Kwh/tahun dan pengukuran kecepatan angin menggunakan anemometer sebesar 1.700,80 Kwh/tahun pada titik acuan 3.

## PEMBAHASAN

### Pengukuran Kecepatan Angin

Dari data yang didapatkan dilakukan klasifikasi potensi kecepatan angin.

**Tabel 4. Klasifikasi Kecepatan Angin Wind Meter Lab**

Kriteria	Potensi Kecepatan Angin		Pesentase
	Wind Meter Lab		
1	5	0,71%	
2	219	31,29%	
3	397	56,71%	
4	79	11,29%	
<b>Total</b>	<b>700</b>	<b>100,00%</b>	

**Tabel 5. Klasifikasi Kecepatan Angin Anemometer**

Kriteria	Potensi Kecepatan Angin		Pesentase
	Anemometer		
1	9	1,29%	
2	322	46,00%	
3	324	46,29%	
4	45	6,43%	
<b>Total</b>	<b>700</b>	<b>100,00%</b>	

**Tabel 6. Klasifikasi Kecepatan Angin**

Kriteria	Kecepatan Angin	Potensi
1	< 1 m/s	Tidak Berpotensi
2	> 1 m/s - 2,5 m/s	Kurang Baik
3	> 2,5 m/s - 4,5 m/s	Cukup Baik
4	< 4,5 m/s - 12 m/s	Baik

Pada Tabel 4 diketahui bahwa kecepatan angin pada Wisata Sumber Klampok dengan pengukuran menggunakan wind meter lab memiliki 397 data potensi kecepatan angin dengan persentase 56,71 % dari 700 data kecepatan angin. Pada tabel 5 diketahui bahwa kecepatan angin pada Wisata Sumber Klampok dengan pengukuran kecepatan angin menggunakan Anemometer memiliki potensi kecepatan angin cukup baik untuk pemanfaatan pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) dengan 324 kriteria data potensi kecepatan angin dengan persentase 46,29% dari 700 data kecepatan angin. Perbedaan hasil data potensi kecepatan angin tersebut disebabkan oleh pengukuran kecepatan angin. Dimana pengukuran kecepatan angin menggunakan wind meter lab lebih besar dibandingkan dengan pengukuran kecepatan angin menggunakan anemometer. Namun pada tabel 4.8 di ketahui bahwa aplikasi wind meter memiliki nilai rata rata keakuratan 12,36% dibandingkan anemometer dan memiliki nilai interpretasi dengan hasil pengukuran baik.

### Potensi Daya Angin

Dari data daya angin dalam 1 tahun dapat dilakukan klasifikasi untuk mengetahui potensi pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) di Wisata Sumber Klampok.

**Tabel 7. Klasifikasi Potensi Daya Angin Wind Meter Lab**

Kriteria	Potensi Kecepatan Angin	Pesentase
	Wind Meter Lab	
1	0	0 %
2	0	0 %
3	0	0 %
4	4	100 %
<b>Total</b>	4	100 %

**Tabel 8. Klasifikasi Daya Angin Anemometer**

Kriteria	Potensi Kecepatan Angin	Pesentase
	Anemometer	
1	0	0 %
2	0	0 %
3	1	25 %
4	3	75 %
<b>Total</b>	4	100 %

**Tabel 9. Klasifikasi Daya Angin 1 Tahun**

Kriteria	Kecepatan Angin	Potensi
1	0 Kwh/Tahun	Tidak Berpotensi
2	0 - 200 Kwh/Tahun	Kurang Baik
3	201 - 1000 Kwh/Tahun	Cukup Baik
4	> 1000 Kwh/Tahun	Baik

Pada Tabel 7 dan Tabel 8 diketahui bahwa daya angin yang di hasilkan dalam 1 tahun memiliki potensi daya angin dengan pengukuran kecepatan angin menggunakan wind meter lab memiliki potensi baik untuk pemanfaatan kecepatan angin sebagai pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) dengan persentase 100% dari 4 titik acuan dengan pengukuran kecepatan angin menggunakan *wind meter lab*. Pada pengukuran kecepatan angin menggunakan anemometer memiliki potensi baik untuk pemanfaatan kecepatan angin sebagai pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) dengan persentase 75% dan potensi cukup baik sebesar 25 % dari 4 titik acuan.

## KESIMPULAN

Dari hasil klasifikasi kecepatan angin dapat di simpulkan bahwa hasil kecepatan angin yang berpotensi cukup baik dan baik memiliki persentase 68 % dengan pengukuran kecepatan angin menggunakan wind meter lab dan 52,71 % dengan pengukuran kecepatan angin anemometer. Maka dapat di simpulkan bahwa potensi kecepatan angin di Wisata Sumber Klampok berpotensi cukup baik untuk pemanfaatan pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB).

Dari Hasil klasifikasi potensi angin dapat disimpulkan bahwa dari 4 titik acuan berpotensi baik untuk pemanfaatan pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB). Maka dapat di simpulkan bahwa Wisata Sumber Klampok berpotensi untuk pembangunan pembangkit listrik tenaga bayu skala kecil maupun skala besar. Namun dalam penelitian hanya menghitung kecepatan angin 7 hari dan belum menghitung efisiensi turbin angin dari daya angin yang di hasilkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Olanda and D. Susilo, "Desain dan Rancang Instalasi Listrik Sederhana Skala Rumah Tangga," *ELECTRA Electr. Eng. Artic.*, vol. 1, no. 2, p. 7, 2021, doi: 10.25273/electra.v1i2.8959.
- [2] Antonov and A. Rahman, "Prakiraan dan Analisa Kebutuhan Energi Listrik Provinsi Sumatra Barat Hingga Tahun 2024 dengan Metode Analisis Regresi Linear Berganda," *Tek. Elektro ITP*, vol. 4, no. 2, pp. 34–43, 2015.
- [3] S. N. Utami, "Dampak Pembakaran Bahan Bakar Fosil," *Kompas.com*, 2022. <https://www.kompas.com/skola/read/2022/05/04/161806969/dampak-pembakaran-bahan-bakar-fosil?page=all> (accessed May 16, 2023).
- [4] Y. A. Kusuma and B. Fandidarma, "Pendampingan Pembuatan Mikrohidro sebagai Alternatif Penerangan Jalan Desa Kresek Kabupaten Madiun," *Cendekia J. Pengabd. Masy.*, vol. 4, no. 1, p. 46, 2022, doi: 10.32503/cendekia.v4i1.2456.
- [5] I. Sunaryantiningsih and R. I. Vidyastari, "Perencanaan Turbin Screw pada studi potensi hydropower di kawasan air terjun serambang park," *ELECTRA Electr. Eng. Artic.*, vol. 3, no. 2, p. 46, 2023, doi: 10.25273/electra.v3i2.15968.
- [6] M. S. Anam, I. Sunaryantiningsih, and I. T. Yuniahastuti, "Analisa Potensi Sumber Daya Air Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh)," *ELECTRA Electr. Eng. Artic.*, vol. 3, no. 01, p. 08, 2022, doi: 10.25273/electra.v3i01.13485.
- [7] R. A. Putra, I. T. Yuniahastuti, and R. D. Laksono, "Skenario Perbaikan Nilai Keandalan Loss of Load Probability pada PLTH Pantai Baru Pandansimo," *ELECTRA Electr. Eng. Artic.*, vol. 2, no. 1, p. 16, 2021, doi: 10.25273/electra.v2i1.10500.

- [8] S. J. Kesdm, A. Febriani, C. P. Sari, and D. Ester, "buku 2 Panduan OM PLTB," pp. 2–3, 2019.
- [9] F. Afrian, "Nganjuk Sebagai Kota Angin," *Kompasiana*, 2017. <https://www.kompasiana.com/fauziafrian/59cbe3d7d0e3ed36c435baa2/kota-angin>. (accessed Dec. 05, 2022).
- [10] C. Kartika, "Banyaknya Energi Baru Terbarukan di Nganjuk yang Belum Dikembangkan, Ini Harapan Pemerintah," *Portal Informasi Pemkab Nganjuk*, 2022. <https://www.nganjukkab.go.id/home/detail-kabar/banyaknya-energi-baru-terbarukan-di-nganjuk-yang-belum-dikembangkan-ini-harapan-pemerintah> (accessed Dec. 05, 2022).
- [11] A. Pradipta and I. Sunaryantiningsih, "Performance analysis of a standalone hybrid renewable electric generation system during fault condition," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1375, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1375/1/012040.
- [12] N. S. Faizur Al Muhajir, "3372-Article Text-6300-1-10-20210629," *Faizur Al Muhajir, Nazaruddin Sinaga*, 2021.
- [13] Y. I. Nakhoda and C. Saleh, "Pembangkit Listrik Tenaga Angin Sumbu Vertikal Untuk Penerangan Rumah Tangga Di Daerah Pesisir Pantai," *Inst. Teknol. Nas. Malang*, vol. 7, no. 1, pp. 20–28, 2017.
- [14] D. Fitrianto and C. Sari, "Rancang Bangun Alat Ukur Suhu Dan Kelembaban Tanah Menggunakan Arduino Uno Dengan Perhitungan Mape (Mean Absolute Percentage Error) Pada Lahan Perkebunan," *ELECTRA Electr. Eng. Artic.*, vol. 3, no. 01, p. 19, 2022, doi: 10.25273/electra.v3i01.13642.
- [15] R. Statistik, "Mean Absolute Percentage Error ( MAPE )," *Rumus Statistik*, 2021. <https://www.rumusstatistik.com/2021/05/cara-menghitung-mape-mean-absolute.html> (accessed Jun. 24, 2023).