

RANCANG BANGUN MEDIA PEMBELAJARAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU SKALA KECIL

Fatmawati Azis¹, Sulistianingsih Nur Fitri², Wahyu Arnas Wijaya³, Fajar Dewantara⁴
^{1,2,3,4}Politeknik Bosowa

Jl. Kapasa Raya No. 23 Kota Makassar

*Email: wahyuarnas098765@gmail.com¹, fajardewantara0205@gmail.com²

DOI:

Abstrak

Salah satu bentuk energi yang sangat mempengaruhi kehidupan manusia saat ini adalah energi listrik. Kebutuhan akan energi listrik dari masa ke masa semakin lama semakin besar seiring dengan semakin besarnya jumlah penduduk khususnya di Indonesia. PT. PLN (Persero) merupakan penyedia tenaga listrik. Energi angin dapat digunakan untuk berbagai keperluan, termasuk mengedarkan air untuk irigasi, menghasilkan listrik, mengeringkan tanaman, dan memanen. Mengamati pengoperasian turbin angin merupakan langkah awal dalam perancangan, konstruksi, dan pengujian eksperimental turbin angin sumbu horizontal. Pengamatan pengoperasian turbin angin merupakan langkah awal dalam metode perancangan peralatan, pembuatan, dan pelaksanaan pengujian eksperimental turbin angin sumbu horizontal yang digunakan dalam penelitian ini. Penelitian ini fokus pada penyempurnaan turbin PLTB sumbu horizontal yang menggunakan generator BLDC karena kemampuan generator BLDC dapat berfungsi pada putaran per menit (rpm) yang rendah. Penelitian ini banyak mencari referensi untuk apa saja komponen yang digunakan dalam pembangkit listrik tenaga bayu dalam menghasilkan tegangan AC 220V/230V, pengambilan data ketika jarak antara blower dan turbin 1m maka hasil output yang dikeluarkan oleh putaran turbin dapat mencapai 12,1V serta yang dihasilkan oleh inverteer 225V dan pada jarak 1,5m antar turbin dan blower mencapai voltase keluaran yang maksimalnya 11,95V dan keluaran pada inverter yaitu 210V.

Kata Kunci: Energi, Arus, Tegangan

Abstract

One form of energy that greatly affects human life today is electrical energy. The need for electrical energy from time to time is getting bigger along with the growing population, especially in Indonesia. PT. PLN (Persero) as a provider of electrical energy. Wind energy can be used for various purposes, such as pumping water for irrigation, power generation, drying, chopping crops, and so on. The research method used is the method of designing tools, manufacturing and experimental testing horizontal axis wind turbine starting from observing the work of wind turbines, the research method carried out is the method of designing tools, manufacturing and experimental testing of horizontal axis wind turbines starting from observing the work of wind turbines, this research focuses on the development of PLTB using a horizontal axis on turbines using BLDC generator because functionally this generator can operate at low rotation. issued by the rotation of the turbine can reach 12.1V and produced by the inverteer 225V and at a distance of 1.5m between the turbine and the blower it reaches a maximum output voltage of 11.95V and the output on the inverter is 210V.

Keywords: Energy, Current, Voltage

1. Pendahuluan

Salah satu bentuk energi yang sangat mempengaruhi kehidupan manusia saat ini adalah energi listrik. Kebutuhan akan energi listrik dari masa ke masa semakin lama semakin besar seiring dengan semakin besarnya jumlah penduduk khususnya di Indonesia. PT. PLN (Persero) sebagai perusahaan penyedia energi listrik harus mampu memprediksi besar kebutuhan beban listrik setiap waktu [1].

Studi tentang turbin angin ini tersedia di [1][3][5]. Penelitian [1] mendeskripsikan turbin angin tipe cross flow dengan kecepatan angin 10 m/s menghasilkan tegangan keluaran sebesar 7,47 m/s, keluaran sebesar 10,22 m/s yang menghasilkan tegangan keluaran buck boost sebesar 15,21 volt pada kondisi no. -Kondisi beban. Menurut penelitian [3], konstruksi sumbu PLTB merupakan salah satu bentuk turbin yang sering digunakan sebagai alternatif energi terbarukan. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa kecepatan putaran turbin angin berbanding lurus dengan kecepatan angin 3 m/s, dengan kecepatan angin yang lebih besar akan memberikan hasil yang lebih unggul. Penelitian [5] menjelaskan bagaimana jumlah sudu dengan radius chord mempengaruhi efikasi turbin angin sumbu angin horizontal (TASH) dari segi daya dan putarannya, serta potensi pengembangan turbin angin sumbu horizontal. Nilai rata-rata C_p lebih besar pada 5 bilah dibandingkan dengan 3 bilah atau 4 bilah. Dengan 5 bilah dan kecepatan angin 5 m/s diperoleh C_p tertinggi yaitu rata-rata 0,40.

Secara historis, manusia telah memanfaatkan energi angin [3]. Dalam bentuk kincir angin, umat manusia telah memiliki teknologi untuk memanfaatkan sumber daya angin dan air sejak 2.000 tahun yang lalu [4].

Sebuah prototipe dibuat dengan membuat generator magnet permanen untuk digunakan pada kincir angin sumbu vertikal (model Lenz2) [10], dengan desain portabel yang memungkinkan perakitan dan pengangkutan mudah namun tetap mencapai produksi energi listrik maksimum pada kecepatan angin yang relatif rendah. [9]. Kemudian dilakukan penelitian untuk merancang pembangkit listrik tenaga angin menggunakan turbin angin sumbu horizontal dengan generator BLDC sebagai

sistem penerangannya sehingga masyarakat setempat dapat memanfaatkan sumber daya yang tersedia sebagai sarana penghasil energi listrik [7]. Penelitian ini menggunakan teknik eksperimental dengan merencanakan pembangkit listrik tenaga angin sumbu horizontal yang dilengkapi dengan generator BLDC sebagai sistem penerangan dan desain keluaran otomatis dari generator [6], kemudian menilai arus, tegangan, dan merakit lampu LED. Dalam penelitian ini difokuskan pada perancangan media pembelajaran pembangkit listrik tenaga bayu skala kecil yang bertujuan untuk meningkatkan sumber pengetahuan terkait media sumber energi terbarukan dan mengetahui sistematika komponen alat dalam pembangkit tenaga bayu[2].

2. Metode

Mengamati pengoperasian turbin angin merupakan langkah awal dalam perancangan, produksi, dan pengujian turbin angin sumbu horizontal. Gambar 1 mengilustrasikan konfigurasi perangkat. Seperti diilustrasikan pada Gambar 2, generator tenaga angin turbin angin sumbu horizontal terdiri dari generator, penyearah, SCC, sensor, LCD Arduino, dan baterai.

Penelitian ini berfokus pada pengetahuan konversi energi terbarukan yaitu energi angin menjadi energi listrik[6]. PLTB yang memanfaatkan sumbu horizontal pada turbin ini memanfaatkan generator BLDC karena generator ini dapat beroperasi pada kecepatan rendah sehingga memungkinkan perancang materi pembelajaran pembangkit listrik tenaga angin skala kecil memahami dasar-dasar energi angin atau energi terbarukan. [8].

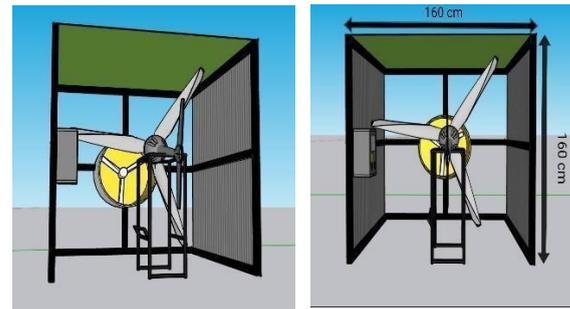
Desain Rancangan alat

Gambar 1 menggambarkan konfigurasi turbin horizontal. Kemanjuran turbin angin bergantung pada bentuk, posisi, dimensi, dan faktor lainnya [5]. Turbin angin sumbu horizontal terdiri dari lima bilah rotor yang dipasang pada satu poros dan sebuah generator yang menghasilkan listrik ketika poros tersebut berputar [3]. Bilah turbin angin dengan sumbu horizontal ini terbuat dari nilon dengan jumlah yang sama. Gambar desain alat di bawah ini menggambarkan geometri

sudu turbin angin sumbu horizontal. Turbin angin ini memiliki diameter 1,3 meter dan tinggi 160 sentimeter, Hal ini disebabkan karena ketinggian turbin mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap putarannya. Semakin besar ketinggian turbin maka semakin tinggi pula kecepatan angin yang mampu menggerakannya. [9]. Berbagai lapisan masyarakat memerlukan sumber energi listrik. Ketersediaan energi listrik telah difasilitasi oleh kemajuan teknologi. Sebagai hasil dari kemajuan teknologi, banyak metode yang tersedia untuk menghasilkan energi listrik. Energitersebut diperoleh dari sumber daya alami contohnya air, bahan bakar fosil, sinar matahari, udara, dan lain sebagainya[7]. Namun, Indonesia memiliki sejumlah besar potensi tenaga angin yang dapat diakses secara terus-menerus, sehingga memungkinkan untuk membangun sistem produksi listrik lokal. [4].

Generator yang menghasilkan energi listrik melalui putaran [5]. Bilah turbin angin dengan sumbu horizontal ini terbuat dari bahan nilon dengan berat yang sama. Gambar desain alat di bawah ini menggambarkan geometri sudu turbin angin sumbu horizontal. Turbin angin ini memiliki diameter 1,46 meter dan tinggi 160 centimeter, hal ini dikarenakan tinggi turbin sangat berpengaruh terhadap putarannya. Semakin besar ketinggian turbin maka semakin besar pula kecepatan angin yang dapat berputar. [6].

Pembangkit listrik tenaga air berskala kecil adalah pembangkit yang daya keluarannya dibawah 1000 kilo Watt. Pembangkit ini diharapkan mampu berkontribusi dalam melestarikan alam dan mengurangi penggunaan bahan bakar fosil untuk membangkitkan energi listrik. Sumber belajar ini mengeksplorasi kecepatan angin dan daya keluaran pada fasilitas tenaga angin, serta perancangan sistem pembangkit listrik tenaga angin skala kecil yang mampu menghasilkan daya 50 - 100 volt.



Gambar 1. Desain Rancangan Alat

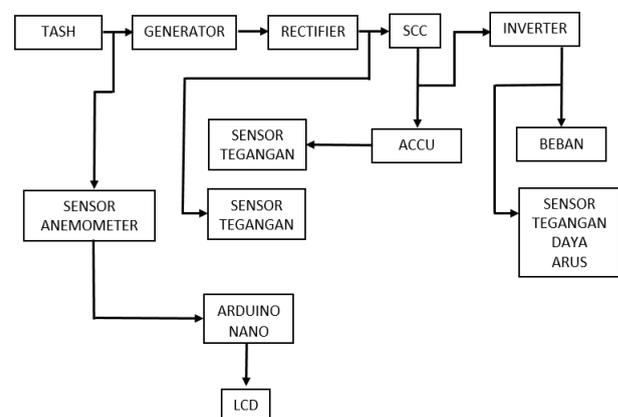
Dimensi model :

Diameter turbin : 1,46 m

Tinggi alat keseluruhan : 160 cm

Blok Diagram Alat

Gambar 2 mengilustrasikan diagram blok alat dan prinsip pengoperasian secara keseluruhan.



Gambar 2. Blok Diagram Alat

Keterangan:

Turbin angin sumbu horizontal (TASH) bekerja dengan mengubah energi putaran menjadi energi mekanik, yang kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator [5].

Generator adalah untuk mengubah energi kinetik menjadi energi listrik [10].

Rectifier 3 phasa mengubah penyearah gelombang sinyal AC (arus bolak-balik) menjadi sinyal DC (arus searah) [10].

Solar Charger Controller (SCC) merupakan pengatur tegangan dan/atau arus yang mencegah baterai terisi secara berlebihan [5].

Kecepatan angin diukur dengan sensor Anemometer [5].

Sensor Tegangan Mengukur tegangan keluaran generator, baterai, dan inverter [5].

Inverter merupakan suatu pengubah daya listrik yang dapat mengubah arus searah atau DC (Direct Current) menjadi arus bolak-balik atau AC (Alternating Current) [5].

Arduino Uno memiliki kemampuan untuk mengendalikan komponen elektronik menggunakan program [5].

Liquid Cristal Display (LCD) digunakan untuk menampilkan data [5].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

3.1.1 Hasil perancangan alat

Seperti tergambar pada Gambar 3, berikut hasil perancangan media pembelajaran fasilitas pembangkit listrik tenaga angin skala kecil.



Gambar 3 Hasil Akhir Rancang Alat

3.1.2 Data pengujian

Dengan menggunakan durasi pengujian dua langkah, tegangan keluaran turbin angin diukur. Ujian akan dilaksanakan di kampus Politeknik Bosowa Makassar, Sulawesi Selatan.

Tabel 3.1 Hasil Pengujian dengan jarak 1 m.

No	V	Anemometer digital	Anemometer analog	Waktu (menit)
1	100	2,5 m/s	1,6 m/s	09.15
2	175	4,4 m/s	2,8 m/s	09.30
3	250	5,1 m/s	3,0 m/s	09.45

Berdasarkan hasil pengujian selama 2 step, tegangan keluaran tertinggi yang dihasilkan oleh turbin dengan jarak 1m menghasilkan tegangan sebesar 12,1 V untuk keluaran tegangan ketika angin blower di step

Tabel 3.2 Voltase Turbin dan Aki jarak 1m.

No	V	Voltase Turbin	Vin Aki	Waktu (menit)
1	100	0.00V	12.10V	09.15
2	175	4,25V	12.09V	09.30
3	250	11.30V	12.12V	09.45

Tabel 3.3 Voltase Inverter tidak berbeban dengan jarak 1m.

No	V	Vin	Vout	Waktu (menit)
1	100	12.10V	217V	09.15
2	175	12.09V	218V	09.30
3	250	12.12V	218V	09.45

Tabel 3.4 Voltase *Inverter* berbeban dengan

jarak 1m.

No	V	Vin	Vout	Amper
1	100	12.00V	209V	0.16
2	175	12.01V	210V	0.17
3	250	12.00V	209V	0.17

Tabel 3.5 Hasil Pengujian dengan jarak 1,5 m.

No	V	Anemometer digital	Anemometer Analog	Waktu (menit)
1	100	0,25 m/s	1,6 m/s	10.15
2	175	1,0 m/s	2,8 m/s	10.30
3	250	2,3 m/s	3,8 m/s	10.45

Tabel 3.6 Voltase Turbin dan Aki dengan jarak 1.5m.

No	V	Voltase Turbin	Vin Aki	Waktu (menit)
1	100	0.00V	12.1V	10.15
2	175	4.25V	12.09V	10.30
3	250	6.0V	12.09V	10.45

Tabel 3.7 Voltase Inverter tidak berbeban dengan jarak 1.5m.

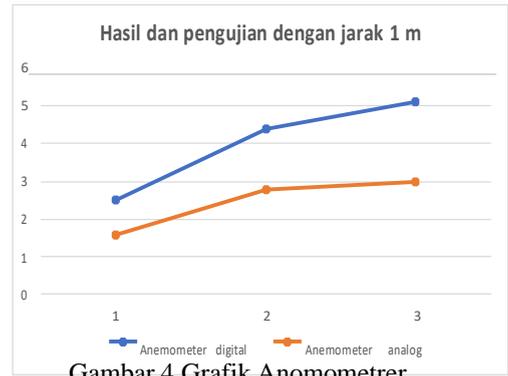
No	V	Vin	Vout	Waktu (menit)
1	100	12.12V	218V	10.15
2	175	12.10V	217V	10.30
3	250	12.10V	220V	10.45

Tabel 3.8 Voltase Inverter berbeban dengan jarak 1,5 m.

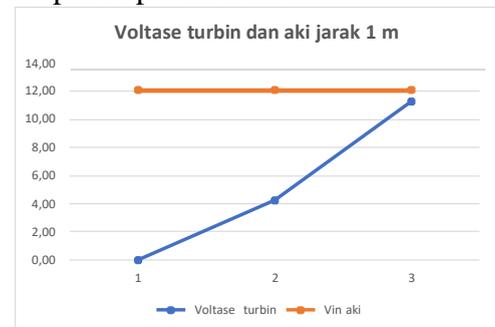
No	V	Vin	Vout	Amper
1	100	12.00V	209V	0.14
2	175	12.01V	208V	0.14
3	250	12.00V	205V	0.16

3.2 Pembahasan

Pengaruh keluaran turbin terhadap beban mengakibatkan voltase ampere yang berbeda, ketika angin terendah maka turbin tidak berputar dan voltase output yang dikeluarkan yaitu 0,00V dan ketika regulator blower dinaikkan 175V maka putaran mendapatkan 2,8 m/s maka keluaran output turbin mendapatkan hasil 4,25V dan keluaran voltase output inverter mendapatkan 190V dan ampere pemakaian lampu TL (tube lamp) 0,16A. Ketika voltase dinaikkan 250V maka akan pengaruh pada keluaran voltase output generator 225V dan ampere pemakaian lampu TL dan pijar 0,17 ampere.



Berdasarkan grafik diatas dapat kita amati kecepatan angin pada blower dengan jarak 1 meter, serta dapat membandingkan alat anemometer digital dan analog. dan hasil sensor anemometer digital menghasilkan 5.1 m/s serta anemometer analog menghasilkan 3.0 m/s step kecepatan blower minimum.

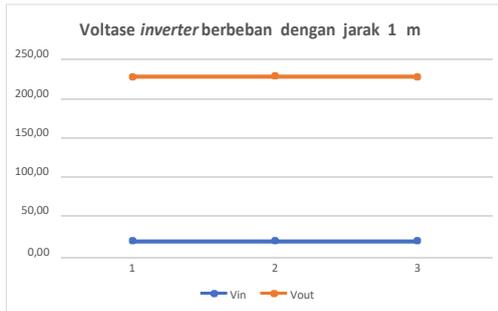


Gambar 5. Grafik Turbin dan Aki

Berdasarkan grafik Gambar 5 diatas dapat kita amati perbandingan voltase turbin pada saat kecepatan blower tahap pengaturan 100V, turbin tidak berputar maka voltase yang dihasilkan 0.00V. Dan ketika blower diatur ditahap 250V maka voltase turbin menghasilkan 11.30 Volt dengan waktu dari 09.30-09.45.



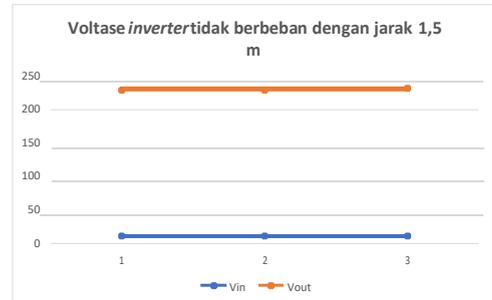
Berdasarkan grafik Gambar 6 voltase pada input inverter menghasilkan 12.12V sedangkan voltase output inverter 218V dengan kecepatan blower dipengaturan 250V.



Gambar 7. Grafik Voltase inverter berbeban

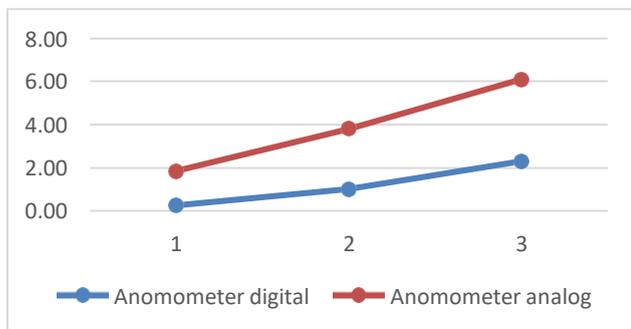
Berdasarkan grafik Gambar 7 voltase inverter pada saat berbeban lampu TL dan pijar input hasil inverter 12.00V sedangkan voltase output inverter 209V serta amper yang dihasilkan 0.17A dengan kecepatan blower dipengaturan 250V.

saat kecepatan blower tahap pengaturan 100V, turbin tidak berputar maka voltase yang dihasilkan 0.00V. Dan ketika blower diatur ditahap 250V maka voltase turbin menghasilkan Volt dengan waktu dari 10.30-10.45.



Gambar 10. Grafik Voltase inverter tidak berbeban

Berdasarkan grafik Gambar 10 voltase pada input inverter menghasilkan 12.12V sedangkan voltase output inverter 220V dengan kecepatan blower dipengaturan 250V.



Gambar 8. Grafik Anomometer

Berdasarkan grafik diatas dapat kita amati kecepatan angin menggunakan sensor anomometer digital perbandingan dapat dilihat peletakan posisi anomometer berbeda tempat, peletakan anomometer analog didepan blower serta peletakan anomometer digital depan turbin, dan hasil sensor anomometer digital menghasilkan 0.25 m/s serta anomometer analog menghasilkan 1.6 m/s dengan kecepatan blower di steep minimum yakni 100V. Sedangkan pada step 250V pada blower mendapatkan kecepatan anomometer



Gambar 11. Grafik Voltase inverter berbeban

Berdasarkan grafik Gambar 11 voltase inverter pada saat berbeban lampu TL dan pijar input hasil inverter 12.00V sedangkan voltase output inverter 205V serta amper yang dihasilkan 0.16A dengan kecepatan blower dipengaturan 250V. Pengaruh keluaran voltase terhadap jarak angin 1,5m mengakibatkan voltase yang berbeda yakni

digital menghasilkan 2.3 m/s



Gambar 9. Grafik Turbin dan Aki

Berdasarkan grafik Gambar 9 di atas dapat kita amati perbandingan voltase turbin pada

ketika jarak 1,5m dan angin blower berada diposisi paling terendah maka angin yang dihasilkan adalah 1,6 m/s dan voltase turbin menghasilkan 0,00V. Ketika regulator kontrol blower dinaikkan 175V maka kecepatan mendapatkan 2,8 m/s maka keluaran output turbin mendapatkan hasil 6.0V dan keluaran output inverter mencapai 190V, dan ketika step teratas kontrol regulator blower 250V maka hasil tegangan output pada turbin 11,30V dan voltase output pada inverter menghasilkan tegangan 210V, dan ketika beban diberikan pada simulasi

ni, Lampu TL dan pijar menghasilkan 0,17 V.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan:

Berdasarkan penelitian yang telah kami simpulkan ada beberapa data yang kami dapatkan yaitu jarak blower dengan turbin dengan kecepatan angin serta keluaran sensor tegangan input dan output dan beban yang dikeluarkan. Dan hasil penelitian pada saat pengambilan data dengan jarak antara blower dan turbin 1 m maka hasil output yang dikeluarkan oleh putaran turbin dapat mencapai 11.30 V serta yang dihasilkan oleh inverter 225V dengan kecepatan angin 4.2 dengan waktu 09.30-09.45. Dan pada jarak 1.5m antar turbin dan blower mencapai voltase keluaran turbin yang maksimalnya 6.0V dan keluaran pada inverter yaitu 210V.

4.2 Saran

Pada rancang bangun media pembelajaran pembangkit listrik tenaga bayu skala kecil untuk meningkatkan kualitas pada energi terbarukan perlu beberapa hal yang harus dilakukan yang menyangkut kestabilan pada energi tenaga bayu serta mencari komponen komponen yang berbasis handal untuk mengeluarkan hasil yang maksimal. Perlu diteliti dan menganalisa kecepatan angin untuk menghasilkan keluaran voltase pada turbin tersebut. Penelitian ini banyak mencari referensi untuk apa saja komponen yang digunakan dalam pembangkit listrik tenaga bayu dalam menghasilkan tegangan AC 220V/230V.

References

- [1] syamsuarnis and o. chandra, "pembangkit listrik tenaga angin sebagai energi listrik alternatif bagi masyarakat nelayan muaro ganting kelurahan parupuk kecamatan koto tengah," *jurnal teknik elektro dan vokasional*, vol. 6, pp. 44-47, 2020.
- [2] j. liu, j. wang, y. hu, j. guo and b. zhang, "analysis of wind power characteristics of typical wind farm in inner mongolia area," *chinese control and decision conference*, 2017.
- [3] e. camm, o. m.r behnke and m.bollen, "characteristics of wind turbine generators for wind power plants," *IEEE PES wind plant collector sistem design working group*, 2009.
- [4] i. wiratama, i. mara and a. L. prina, "pengaruh jumlah blade dan variasi panjang chord terhadap performasi turbin angin sumbu horizontal (TASH)," vol. 4, pp. 110-114, 2014.
- [5] f. azis, s. n. fitri and a. n. parawangsa, "aliran daya aktif dan efesiensi vertical axis wind turbine (VAWT) secara stand alone system," *jurnal teknik amata*, vol. 04, pp. 43-51, 2023.
- [6] s. n. fitri, f. azis, h. a. muhammmad, r. and r. n. hidayat, "rancang bangun turbin angin sumbu horizontal dengan generator BLDC sebagai sistem penerangan," *journal of electrical engineering (joule)*, vol. 3, pp. 174-179, 2022.
- [7] k. dewi, m. i. septian, s. bahri, f. azis and p. bosowa, "rancang bangun turbin angin sumbu vertikal untuk sumber pencahayaan pada perahu nelayan," *jurnal teknologi terapan*, vol. 10, pp. 1-8, 1938.
- [8] m. saputra, r. kurniawan and a. munawir, "rancang bangun turbin angin skala kecil untuk kawasan kampus universitas teuku umar," *jurnal mekanova*, vol. 5, pp. 1-12, 2019.
- [9] s. komariah, sunaryo and i. m. astra, "pengembangan model pembangkit listrik tenaga angin untuk meningkatkan kemampuan berfikir kritis," *prosiding seminar nasional fisika (E-journal)*, vol. 6, pp. 27-35, 2017.
- [10] y. i. nahkoda and c. saleh, "rancang bangun pembangkit listrik tenaga listrik skala kecil menggunakan kincir angin sumbu vertikal LENZ2 portabel," *seminar nasional inovasi dan aplikasi teknologi di industri 2017*, pp. 1-7, 2017.