

Pembuatan Dan Uji Kinerja Alat Pembangkit Listrik Sederhana Dengan Memanfaatkan Sumber Tenaga Angin

Franklin Bawano¹, Silvy Dollorossa Boedi²

^{1,2} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado, 0431-811568, 95252, Indonesia

Email: ¹ franklinb1717@gmail.com

No. Hp: ¹ 08124468674

Abstrak

Alat pembangkit listrik sederhana dengan memanfaatkan sumber tenaga angin ini dibuat dengan model turbin angin sumbu vertikal, Alat ini berfungsi untuk dapat menghasilkan energi listrik dari dinamo yang memanfaatkan tenaga angin sebagai penggerak. Pembuatan pembangkit listrik sederhana ini dilakukan sebagai media pembelajaran yang meliputi atas penentuan dimensi, pemilihan bahan untuk komponen, dan pengujian atas pembuatan alat ini. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium yang ada di jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Manado. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dan eksperimental. Data teknis dalam kajian ini adalah data-data konstruksi mesin yang ditetapkan sendiri melalui tahap proses manufaktur hingga menguji kinerjanya. Data untuk pembangkit listrik sederhana yang memanfaatkan tenaga angin ini adalah arus tegangan yang dihasilkan. Metode proses manufaktur pembangkit listrik sederhana dapat direalisasikan walaupun putaran dari turbin rendah karena hanya menggunakan kompresor. Dari hasil analisa perbedaan jarak yang dilakukan yaitu 5, 10, dan 20 [cm] Arus terendah yang dihasilkan adalah 0,009 [A] yaitu pada kecepatan 13,5 [rpm] di jarak 20 [cm], dan arus tertinggi yang dihasilkan adalah 0,59 [A] yaitu pada kecepatan 36,8 [rpm] di jarak 5 [cm].

Kata Kunci – Manufaktur, Uji, Kinerja, Pembangkit, Listrik, Tenaga, Angin.

Manufacture and Performance Test of Simple Power Plant Tool by Utilizing Wind Power Source

Abstract

This simple power generation tool by utilizing wind power sources is made with a vertical axis wind turbine model, this tool serves to be able to produce electrical energy from a dynamo that utilizes wind power as a driving force. The manufacture of this simple power plant is carried out as a learning medium which includes determining dimensions, selecting materials for components, and testing the manufacture of this tool. This research was conducted in the laboratory in the Mechanical Engineering Department of Manado State Polytechnic. The methods used in this research are descriptive and experimental methods. The technical data in this study is the data of machine construction that is determined by itself through the manufacturing process stage to test its performance. The data for this simple power plant that utilizes wind power is the voltage current produced. The simple power plant manufacturing process method can be realized even though the rotation of the turbine is low because it only uses a compressor. From the results of the analysis of the

different distances carried out, namely 5, 10, and 20 [cm], the lowest current generated was 0.009 [A] at a speed of 13.5 [rpm] at a distance of 20 [cm], and the highest current generated was 0.59 [A] at a speed of 36.8 [rpm] at a distance of 5 [cm].

Keywords – Manufacturing, Test, Performance, Generation, Electricity, Power, Wind.

PENDAHULUAN

Meskipun di Indonesia pengembangan energi angin masih dalam masa pertumbuhan, akan tetapi ada potensi untuk pertumbuhannya. Salah satu alasannya adalah kecepatan angin khas Indonesia berkisar antara 3 hingga 5 meter per detik, sehingga sulit menghasilkan listrik dalam jumlah besar. Namun, sistem pembangkit listrik skala kecil dapat dikembangkan karena potensi angin tersedia hampir sepanjang tahun. Studi teknis mesin konversi energi yang menghasilkan listrik dari sumber energi terbarukan adalah salah satu upaya yang dapat dilakukan. Perlu ditemukan cara-cara baru untuk memodifikasi kincir angin agar dapat menghasilkan hasil yang terbaik bahkan ketika angin dalam kecepatan rendah.

Dibandingkan dengan pembakaran bahan bakar fosil, yang memiliki dampak signifikan lebih besar pada lingkungan dunia, tenaga angin sekarang menjadi sumber energi yang lebih populer, berkelanjutan, dan terbarukan. Hal ini sebagian disebabkan oleh fakta bahwa permintaan dunia akan bahan bakar fosil sebagai sumber daya telah meningkat secara signifikan selama abad terakhir sementara pasokan minyak dan gas telah menurun secara signifikan. Akibatnya, nilai harga dari cadangan sumber daya alam ini meningkat. Dengan menggunakan tenaga angin yang ramah lingkungan, energi angin dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik dengan cara yang baik bagi lingkungan dunia.

Untuk memanfaatkan energi terbarukan, seperti pembangkit listrik sederhana energi angin, memerlukan suatu sirkuit atau rangkaian yang sesuai agar dapat dimanfaatkan. Ini berarti bahwa sumber energi harus menghasilkan gerakan dalam bentuk rotasi, biasanya pada kecepatan putaran rendah. Oleh karena itu, diperlukan rangkaian pemanfaatan energi angin sinkron yang mampu berputar menghasilkan tegangan dan frekuensi yang diperlukan. Tulisan ini berisikan penjelasan tentang pembuatan dan uji kinerja pembangkit listrik sederhana memanfaatkan energi angin.

Yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- Bagaimana membuat suatu alat pembangkit listrik sederhana yang memanfaatkan sumber tenaga angin.
- Bagaimana melakukan uji kinerja untuk mengetahui potensi energi listrik terhadap alat pembangkit listrik sederhana.

Tujuan penelitian adalah:

- Mengetahui pembuatan alat pembangkit listrik sederhana dengan memanfaatkan sumber tenaga angin.
- Mengetahui potensi energi listrik melalui uji kinerja pada alat pembangkit listrik sederhana dengan memanfaatkan sumber tenaga angin.

Turbin angin

Melalui putaran poros, turbin angin mengubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik. Putaran poros tersebut kemudian dimanfaatkan untuk berbagai keperluan berdasarkan kebutuhan, antara lain untuk menyalakan pompa irigasi atau memutar generator atau dinamo listrik. Tujuan awal turbin angin ini adalah untuk memenuhi kebutuhan petani akan penggilingan padi dan irigasi.



Gambar 1. Turbin Angin

Turbin angin beroperasi dengan prinsip yaitu memutar generator, yang pada akhirnya akan menghasilkan listrik menggunakan putaran kincir angin-untuk mengubah energi mekanik yang digerakan angin menjadi energi listrik. Memanfaatkan prinsip konversi energi, turbin angin semakin banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi listrik masyarakat dan pemanfaatan sumber daya alam yang mampu menghasilkan angin sekarang sudah banyak turbin angin yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik. Para ilmuwan menciptakan turbin angin karena mereka memprediksi akan ada kekurangan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui, yang saat ini digunakan untuk dapat menghasilkan listrik seperti batubara dan minyak bumi dalam waktu yang akan datang.

Turbin angin umumnya hanya memiliki kapasitas daya efektif yang diterima 20 hingga 30 persen. Oleh karena itu, pengembangan efisiensi dalam turbin angin dengan meningkatkan beberapa hal, termasuk:

- Baling-baling; Baling-baling panjang lebih baik dalam menyerap atau mengumpulkan energi daripada baling-baling pendek. Baling-baling panjang memiliki kelemahan karena lebih berat dan lebih rentan terhadap kerusakan. Tujuan dari penelitian adalah untuk menjaga panjang, kekuatan, dan ketebalan sekaligus mengurangi berat.
- Pengendalian; Semakin kuat angin, semakin banyak energi yang dihasilkan. Angin kencang dapat dengan mudah menghancurkan baling-baling yang didisain ringan. Jika kecepatan baling-baling diturunkan tanpa adanya mekanisme pengereman, maka konstruksi baling-baling dapat rusak atau

mudah lepas. Oleh karena itu, sistem pengereman berperan penting dalam mengatur kecepatan putaran baling-baling.

Mayoritas turbin angin yang digunakan adalah turbin angin horizontal dengan tiga atau dua bilah. Panjang bilah menentukan seberapa besar daya yang dihasilkan oleh turbin angin, semakin panjang bilahnya, semakin besar daya yang dihasilkan. Secara garis besar turbin angin terbagi dua kategori utama yaitu Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH) dan Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV).



Gambar 2. Turbin Angin Sumbu Horizontal

Bagian atas menara turbin angin sumbu horizontal (TASH) menampung generator listrik dan desain poros rotor utama. Turbin berkekuatan besar menggunakan sensor angin yang digabungkan dengan motor servo, sedangkan turbin kecil digerakkan oleh baling-baling angin langsung, yang juga dikenal sebagai baling-baling cuaca. Sebagian besar memiliki gearbox yang mempercepat turbin yang bergerak lambat. Karena sebuah menara menghasilkan turbulensi dibelakangnya yang dapat menyebabkan kerusakan struktur menara, maka turbin ini biasanya diarahkan melawan angin di menaranya. Untuk mencegah mendorong bilah turbin ke arah menara pada angin berkecepatan tinggi maka bilah-bilah dibuat kaku. Selain itu bilahnya sedikit miring dan diposisikan di depan Menara pada jarak tertentu.



Gambar 3. Turbin Angin Sumbu Vertikal

Turbin angin sumbu vertikal (TASV) mempunyai poros rotor utama dan sumbu turbin angin berbentuk vertikal atau disusun tegak lurus. Angin dari berbagai arah dapat dimanfaatkan dengan menggunakan turbin angin vertikal. Manfaat ini berguna di wilayah dengan variasi arah angin yang signifikan. Sumbu vertikalnya memungkinkan gearbox dan generator diposisikan dekat dengan tanah, menghilangkan kebutuhan akan menara untuk menopangnya dan menyederhanakan perawatan. Turbin sumbu vertikal biasanya dibangun lebih dekat ke dasar lokasinya, seperti tanah atau atap suatu struktur, karena sulit dipasang di atas menara. Energi angin yang tersedia di dataran rendah lebih sedikit karena angin bergerak lebih lambat. Aliran udara di dekat tanah dan benda lain dapat menimbulkan turbulensi aliran, yang dapat menyebabkan sejumlah masalah terkait getaran seperti keausan bantalan dan kebisingan. Permasalahan ini juga dapat memperpendek umur turbin angin atau meningkatkan biaya pemeliharaan. Lokasi ideal untuk energi angin terbesar dan turbulensi angin paling sedikit adalah ketika ketinggian puncak atap tempat menara turbin dipasang kira-kira 50% dari tinggi bangunan.

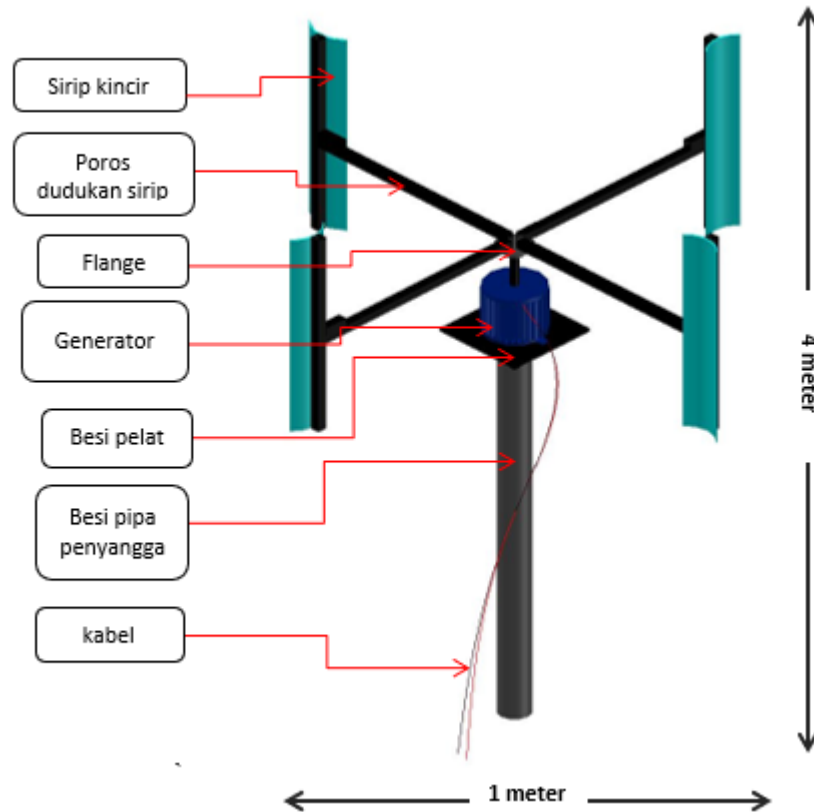
Faktor yang mempengaruhi tenaga angin

Kecepatan angin adalah aspek yang paling penting dari energi angin. Anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan angin dan udara. Output daya akan berkisar dari 9% hingga 3% jika akurasi alat adalah 3 persen. Waktu dan lokasi akan mempengaruhi kecepatan angin. Indonesia, misalnya, angin siang hari mungkin lebih kuat dari pada malam hari. Bahkan di malam hari, pergerakan udara di beberapa tempat hanya sedikit atau bahkan tidak ada sama sekali. Kecepatan udarayang bergerak di dekat tanah akan menjadi nol, tetapi akan meningkat seiring dengan ketinggian. Aliran dekat permukaan yang tidak bergerak secara alami menunjukkan fenomena ini. Sedangkan jika terlalu/dekat dengan tanah, kecepatan angin akan sangat rendah dan daya yang dihasilkan sangat sedikit. Semakin baik jika semakin tinggi. Sebagian besar diperlukan ketinggian dari 5-12 meter diperlukan untuk mendapatkan kecepatan angin 5-7 m/s. Kecepatan angin di ujung atas untuk baling-baling besar harus 1,2 kali lipat daripada kecepatan di bagian bawah. Akibatnya, akan ada lebih banyak gaya dorong yang diterapkan pada baling-baling di bagian atas daripada baling-baling di bagian bawah menandatangani kekuatan baling-baling dan tiang (tower), faktor ini harus diperhitungkan, terutama untuk turbin angin besar.

Kontur permukaan juga berdampak pada kecepatan angin. Kecepatan angin akan rendah di daerah perkotaan yang banyak terdapat rumah, apartemen, dan perkantoran dengan banyak lantai. Bandingkan dengan kecepatan angin di lapangan. Kemampuan angin untuk bergerak atau tidak akan tergantung pada seberapa padat benda-benda di permukaan bumi. Saat merancang turbin angin, pertimbangan penting lainnya adalah faktor porositas.

METODOLOGI PENELITIAN

Disain alat penelitian



Gambar 4. Desain Turbin Angin

Pemilihan Bahan

Sebelum melakukan proses manufaktur diperlukan pemilihan bahan untuk pembuatan alat maka dibutuhkan bahan sebagai berikut :

Tabel 1. Bahan Yang Dibutuhkan

No	Bahan	Tipe / Ukuran	Jumlah Barang
1	Baja Pelat	3,mm x 100,mm x 200,mm	1 buah
2	Pipa Paralon (PVC)	3 inci	1 buah
3	Pipa Baja	Ø 40 mm	1 buah
4	Besi Hollow Galvanis	1.5.mm x 20.mm x 20 mm	1.buah
5	Flange	AS Ø 15 mm	1 buah

6	Baut dan Mur	Baut 4.5 Mur 4.5 Baut M10 Mur M10	24 buah
7	Motor listrik	Shimizu PS – 128 BIT	1.buah
8	Kabel	-	2.buah
9	Cat	<i>Nippon Paint</i>	2.buah

Pengujian

Dalam sebuah pembuatan alat pasti ada pengujian kinerja alat. Maka dalam pengujian alat ini yang di uji iala data berupa nilai kecepatan tekanan angin kompresor, kemudian mengetahui nilai kecepatan putaran turbin (rpm) menggunakan *Tachometer*, dan mengukur tegangan yang keluar dengan *Multimeter*.

Prinsip Kerja Alat Yang Diharapkan

Alat bekerja dengan sumbu vertikal, sumber angin diaplikasikan berasal dari kompresor angin. pengujian dengan kompresor angin dilakukan dengan sumber angin yang terkontrol. Ketika angin menerpa turbin angin, geraknya diubah menjadi energi listrik, yang menjadi bahan bakar generator dan menciptakan sumber energi listrik. Kemudian akan dilakukan pengukuran (rpm) beserta energi yang dihasilkan. Alat ini dirancang untuk portabel, sehingga mudah untuk dibongkar serta dipasang kembali. Ini memudahkan pengguna menggunakan alat untuk belajar dan juga memudahkan untuk penyimpanan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil dan Pembahasan

- (1) Hasil pengujian pada jarak 5 cm

Tujuan pengukuran ini adalah untuk memastikan nilai rpm turbin, tegangan, dan arus. Berikut adalah hasil pengujian jarak 5 cm:

Tabel 2. Pengujian Jarak 5 Cm

Tekanan Angin Kompresor (psi)	Kecepatan Putar Turbin (rpm)	Tegangan (V)	Arus (A)
		AC	AC
90 psi	36,8	13	0,59

Dari tabel diatas tekanan keluar angin kompresor dari jarak 5 cm terhadap sudu turbin dengan tekanan angin kompresor 90 psi menghasilkan kecepatan putar

turbin 36.8 rpm, dan tegangan yang dihasilkan 13 V, serta arus yang dihasilkan sebesar 0.59 A.

Diketahui:

$$\begin{aligned} V_i &= 13 \text{ Volt} \\ I_i &= 0.59 \text{ Ampere} \\ P_i &= V_i \times I_i = 13 \times 0.59 \\ &= 7.67 \text{ Watt} \end{aligned}$$

(2) Hasil pengujian pada jarak 10 cm

Tujuan pengukuran ini adalah untuk memastikan nilai rpm turbin, tegangan, dan arus. Berikut adalah hasil pengujian jarak 10 cm:

Tabel 3. Pengujian Jarak 10 cm

Tekanan Angin Kompresor (psi)	Kecepatan Putar Turbin (rpm)	Tegangan (V)	Arus (A)
		AC	AC
90 psi	23.2	7	0.31

Dari tabel diatas tekanan keluar angin kompresor dari jarak 10 cm terhadap sudu turbin dengan tekanan angin kompresor 90 psi menghasilkan kecepatan putar turbin 23.2 rpm, dan tegangan yang dihasilkan 7 V, serta arus yang dihasilkan sebesar 0.31 A.

Diketahui:

$$\begin{aligned} V_i &= 7 \text{ Volt} \\ I_i &= 0.31 \text{ Ampere} \\ P_i &= V_i \times I_i = 7 \times 0.31 \\ &= 2.17 \text{ Watt} \end{aligned}$$

(3) Hasil pengujian pada jarak 20 cm

Tujuan pengukuran ini adalah untuk memastikan nilai rpm turbin, tegangan, dan arus. Berikut adalah hasil pengujian jarak 20 cm:

Tabel 4. Pengujian Jarak 20 Cm

Tekanan Angin Kompresor (psi)	Kecepatan Putar Turbin (rpm)	Tegangan (V)	Arus (A)
		AC	AC
90 psi	13.5	2	0.09

Dari tabel diatas tekanan keluar angin kompresor dari jarak 20 cm terhadap sudu turbin dengan tekanan angin kompresor 90 psi menghasilkan kecepatan putar turbin 13.5 rpm, dan tegangan yang dihasilkan 2 V, serta arus yang dihasilkan sebesar 0.09 A.

Diketahui:

$$V_i = 2 \text{ Volt}$$

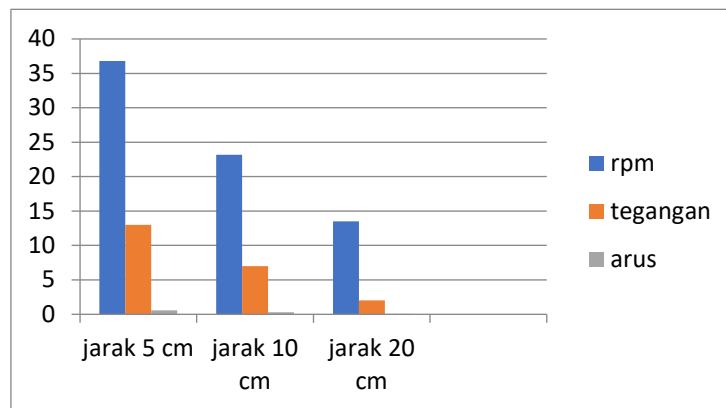
$$I_i = 0.09 \text{ Ampere}$$

$$P_i = V_i \times I_i = 2 \times 0.09$$

$$= 0.18 \text{ Watt}$$

(4) Hasil Perbandingan Antar Jarak

Dari hasil pengukuran putaran turbin, tegangan, dan arus yang didapatkan di tiap jarak, yaitu pada jarak 5 cm, 10 cm, dan 20 cm, maka didapatkan hasil perbandingan yang ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 5. Hasil Perbandingan Antar Jarak

Dari data pada gambar perbandingan jarak yang ditentukan dengan membandingkan jarak antara setiap posisi output tekanan angin kompresor. Maka, didapatkan jarak 5 cm dengan kecepatan tekanan kompresor angin maksimum 90 psi, dengan tegangan 13 V, arus 0,59 A (AC), dan putaran turbin 36,8 rpm adalah letak jarak output tekanan angin kompresor yang paling optimal .

Dapat disimpulkan bahwa semakin banyak putaran turbin yang dihasilkan maka putaran turbin akan semakin dekat dengan keluaran angin sehingga menghasilkan nilai keluaran turbin yang semakin ideal.

KESIMPULAN

Dari pembuatan pembangkit listrik sederhana dengan memanfaatkan tenaga angin dan melakukan penelitian serta pengujian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Meskipun putaran dari turbin rendah karena hanya menggunakan tekanan angin kompresor, namun proses pembuatan alat pembangkit listrik sederhana dapat di realisasikan.
2. Berdasarkan hasil analisis selisih jarak antara 5 cm, 10 cm, dan 20 cm, jumlah tegangan yang dihasilkan paling sedikit adalah 2 volt dan putaran turbin 13,5 rpm pada 20 cm, sedangkan tegangan tertinggi yang dihasilkan adalah 13 volt pada jarak 5 cm dengan putaran turbin 36,8 rpm. Turbin akan

berputar lebih cepat semakin dekat jarak output tekanan angin kompresor. Tegangan dari generator akan meningkat secara mengikuti dengan kecepatan turbin yang berputar.

3. Hasil selisih jarak 5 cm, 10 cm, dan 20 cm. Menunjukkan arus terendah yang dihasilkan sebesar 0.09 A, dengan kecepatan putar turbin 13,5 rpm pada jarak 20 cm, sedangkan arus tertinggi yang dihasilkan yaitu pada jarak 5 cm dengan arus sebesar 0.59 A pada kecepatan putar turbin 36.8 rpm.

SARAN

Beberapa hal yang belum dapat dicapai oleh penelitian ini, dapat direkomendasikan untuk perbaikan pada penelitian selanjutnya, seperti:

1. Pengembangan alat ini masih layak dilakukan dan dapat dibuat lebih baik lagi dengan menggunakan generator dengan kecepatan putaran yang lebih rendah.
2. Membuat mekanisme turbin seringan mungkin sehingga dapat langsung berputar saat ditiup angin dengan kecepatan rendah.
3. Dapat menambahkan metode-metode terbaru di masa yang akan datang.

REFERENSI

- [1] Denu Anggara (2021), *Pembuatan Rotor Turbin Angin Savonius Dengan Kapasitas Maksimum 300 Watt*, Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- [2] Rian Effendi, Rudi Siswanto Volume 01 No.02, September 2019 pp: 117-126. *Proses Manufaktur Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Darrieus*, Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
- [3] Seftyan Harry Wahyuda Tama, Surya Hardi, Zulfikar, *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Turbin Ventilator Sebagai Sumber Energi Alternatif*. Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (2018).
- [4] Artikel online, diakses pada tanggal 20 Juli tahun 2022. <https://www.kelistrikanku.com/2017/03/rumus-cara-menghitung-arus-daya-tegangan.html>.
- [5] Artikel online, diakses pada tanggal 20 Juli tahun 2022 . <https://brainly.co.id/tugas/4941444>.
- [6] Wikipedia, tentang pembangkit listrik, artikel online, diakses pada tanggal 6 april tahun 2022 https://id.wikipedia.org/wiki/Pembangkit_listrik.
- [7] Wikipedia, tentang turbin angin, artikel online, diakses pada tanggal 6 april tahun 2022 https://id.wikipedia.org/wiki/Turbin_angin.