



## Pengaruh Jenis Baling-Baling pada Alternator Turbin Angin Terhadap Besar Arus listrik Yang Dihasilkan pada Kendaraan

### *Type of Propellers in the Wind Turbine Alternator on the Electric Current Generated in the Vehicle*

Muhammad Mukhbit Nurdin<sup>1\*</sup>, Wawan Purwanto<sup>1</sup>, Toto Sugiarto<sup>1</sup>, M.Yasep Setiawan<sup>1</sup>

#### Abstrak

Penggunaan bahan bakar minyak yang terus meningkat yang dapat menyebabkan kelangkaan bahan bakar. Sehingga perlu ada inovasi bahan bakar alternatif yaitu dengan bahan bakar hidrogen. Hidrogen berasal dari hidrolisis air menjadi hidrogen dan oksigen. Proses hidrolisis membutuhkan tegangan dan arus listrik yang besar, oleh karena itu perlu adanya energi tambahan dengan memanfaatkan gas buang dengan memberi turbin yang dihubungkan pada poros alternator agar menghasilkan tegangan dan arus listrik agar dapat mensuplai tegangan dan arus listrik dalam penggunaan bahan bakar hidrogen. Penelitian ini dimulai dengan merancang sebuah alternator sepeda menjadi turbin angin sumbu vertikal dengan perlakuan baling-baling tipe *savonius* dan tipe *cross flow*, pengujian dengan kecepatan kendaraan 30 sampai 60 Km/Jam. Disimpulkan perlakuan baling-baling *cross flow* meningkatkan tegangan 12,5% dan peningkatan arus 50,6% terhadap perlakuan baling-baling tipe *savonius*.

#### Kata Kunci

Turbin angin, Hidrogen, Bahan bakar minyak

#### Abstract

*Increasing fuel oil consumption can result in a petroleum shortage. Therefore, innovation in alternative fuels, specifically hydrogen fuel, is required. Hydrogen is produced by splitting water into hydrogen and oxygen. The hydrolysis process requires a large voltage and electric current; therefore, it is necessary to have additional energy by utilizing exhaust gas by connecting a turbine to the alternator shaft to produce voltage and electric current in order to provide voltage and electric current for the use of hydrogen fuel. This research begins with the design of a bicycle alternator as a vertical axis wind turbine with savonius type and cross flow propeller treatment, tested at velocities between 30 and 60 kilometers per hour. It was determined that the cross flow propeller treatment increased the voltage by 12.5% and the current by 50.6% compared to the savonius propeller treatment.*

#### Keywords

Wind turbine, Hydrogen, Fuel Oil

<sup>1</sup> Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang  
Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang Sumatera Barat, Indonesia

\* [mukbitnurdin@gmail.com](mailto:mukbitnurdin@gmail.com)

## PENDAHULUAN

Otomotif merupakan sebuah aset yang sangat diperlukan dalam kehidupan manusia, yang merupakan kebutuhan primer sebagai bagian dari transportasi. Salah satunya pada kendaraan sepeda motor, sepeda motor merupakan alat transportasi darat roda dua yang dapat memudahkan manusia berpindah dari suatu tempat ke tempat lainnya. Namun sepeda motor membutuhkan bahan bakar untuk bekerja, bahan bakar merupakan suatu kebutuhan pokok untuk sebuah mesin pembakaran dalam. Penggunaan bahan bakar minyak yang terus meningkat dari tahun ketahun dapat menyebabkan kelangkaan bahan bakar dikemudian hari.

Menurut data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) penggunaan bahan bakar minyak sampai September 2021 mencapai angka 48.560.000 KL (kiloliter). Dari data tersebut untuk penyaluran bensinlah yang paling tinggi dapat mencapai angka 24.030.000 KL, 23.320.000 KL untuk solar, dan 1.210.000 KL untuk avtur. Kemudian untuk minyak tanah mencapai 380.000 KL dan gas elpiji sebesar 6.100.000 ton [1]. Karena itu perlu adanya inovasi bahan bakar alternatif. Salah satunya yaitu bahan bakar hidrogen [2].

Hidrogen berasal dari sebuah proses hidrolisis air menjadi hidrogen dan oksigen. Proses hidrolisis ini membutuhkan tegangan dan arus listrik yang besar dari baterai, sehingga menyebabkan penurunan tegangan pada baterai kendaraan atau membuat baterai menjadi tekor [3]. Oleh karena itu perlu adanya pemanfaatan energi alternatif dengan cara memanfaatkan energi gas buang untuk memutar alternator dengan memberikan turbin yang dihubungkan pada poros alternator sehingga menghasilkan tegangan dan arus listrik agar dapat mensuplai tegangan dan arus listrik dalam penggunaan bahan bakar air untuk kendaraan. Menurut penelitian Yanda, dkk menghasilkan 3,2V tegangan dan 0,001 A dengan penambahan bodi serta generator dengan penggunaan baling-baling 4 sudu tipe savonius [4]. Penelitian yang dilakukan oleh Arif Setyo dkk, mengatakan bahwa jenis turbin vertikal yaitu darrieus memiliki konstruksi lebih sederhana namun harus membutuhkan sudut serta ruang yang lebih besar agar dapat berputar [5]. Oleh karena itu dilakukannya perbandingan tipe baling-baling cross flow dan savonius untuk melihat perbandingan hasil besar tegangan dan arus yang akan dihasilkan.

### Energi Angin

Angin adalah suatu unsur yang dapat mempengaruhi kondisi iklim dan cuaca. Angin merupakan pergerakan dari udara yang disebabkan oleh adanya perbedaan tekanan udara sehingga menghasilkan tiupan serta hembusan disuatu tempat. Sebuah pembangkit listrik tenaga angin akan mengubah energi angin menjadi energi listrik dengan cara memanfaatkan kincir angin [6]. Dalam penelitian ini angin yang dimanfaatkan adalah angin yang keluar dari saluran knalpot motor, untuk memutar baling-baling turbin.

### Aliran Udara

Udara merupakan salah satu jenis fluida. Udara dapat berpindah dari suatu tempat ketempat lain akibat adanya perbedaan tekanan udara. Pada dasarnya aliran udara terbagi atas 2 yaitu aliran laminar dan aliran turbulen. Aliran laminar adalah aliran udara yang bergerak dengan kondisi lapisan-lapisan yang membentuk garis-garis alir dan tidak berpotongan satu sama lain. Alirannya relatif mempunyai kecepatan rendah dan fluidanya bergerak sejajar dan mempunyai batasan-batasan yang sejajar. Aliran turbulen yaitu aliran udara yang partikel-partikelnya bergerak secara acak dan tidak stabil dengan kecepatan berfluktuasi yang saling interaksi. Akibat dari hal tersebut garis alir antar partikel fluidanya saling berpotongan.

### Tegangan

Tegangan adalah tahanan yang diberikan oleh unit luas dari mana sebuah batang menerima beban yang diaplikasikan secara eksternal. Tegangan merupakan bentuk suatu perkalian arus dengan hambatan [7]. Yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$V = I \times R \quad (1)$$

Keterangan:

V = Tegangan listrik

I = Kuat arus listrik

R = Hambatan kawat (ohm)

### Arus

Arus adalah laju coulomb yang dibagi dengan ampere, muatan bergerak melewati suatu titik atau melalui suatu daerah yang jumlah muatannya bergerak melalui suatu titik atau sebuah area dalam satuan waktu atau dt. Arus listrik merupakan muatan listrik yang bergerak, namun tidak semua muatan yang bergerak merupakan arus listrik. Dapat dikatakan sebagai arus listrik apabila dalam muatan yang bergerak tersebut terdapat aliran bersih muatan listrik melalui suatu bagian. Satuan SI untuk arus adalah coulomb per detik, atau ampere (A), yang merupakan satuan dasar SI ( $1 \text{ ampere} = 1 \text{ A} = 1 \text{ coulomb per detik} = 1 \text{ C/s}$ ) [8]. Arus merupakan suatu perbandingan tegangan masukan dengan hambatan rangkaian listrik, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$I = \frac{V}{R} \quad (2)$$

Keterangan:

I = Kuat arus

V = Tegangan listrik

R = Hambatan

### Alternator

Alternator merupakan suatu komponen yang berfungsi untuk menghasilkan arus listrik dan sebagai alat pengisian sistem kelistrikan pada kendaraan. Alternator adalah suatu alat pembangkit tenaga listrik yang berfungsi untuk mensuplai energi listrik untuk kebutuhan dari kelistrikan kendaraan pada lampu penerangan, pengapian, indikator, injeksi bahan bakar dan pada kelistrikan lainnya [9].

Alternator mempunyai prinsip magnet yang berputar dalam sebuah kumparan, kemudian kumparan tersebut menghasilkan elektromagnetik dimana magnet tersebut berputar pada kumparan sehingga timbullah tegangan diantara kedua ujung kumparan yang menimbulkan kenaikan pada arus bolak balik tiga fase [10].

### Turbin Angin

Turbin adalah sebuah alat yang difungsikan untuk mengkonversi energi kinetik tersimpan dalam angin dan menjadi energi listrik. Dan kincir angin merupakan komponen untuk mengkonversi energi angin menjadi daya mekanik. bagian turbin terdiri dari rotor yang berfungsi untuk menyimpan energi angin sehingga rotor turbin dapat berputar dan dilengkapi dengan baling-baling [11]. Pada kedudukan poros, turbin angin memiliki beberapa jenis yang dapat terdiri dari dua kategori, yaitu: turbin angin dengan sumbu horizontal (HAWT) dan turbin angin dengan sumbu vertikal (VAWT) [12]. Kelebihan turbin sumbu vertikal, yaitu torsinya tinggi sehingga membuat rotor dapat berputar pada kecepatan angin yang lamban [13]. Penelitian ini nantinya menggunakan turbin angin jenis sumbu vertikal.

Turbin angin Savonius pertama kali diperkenalkan oleh seorang insinyur Finlandia yang bernama Sigurd J. Savonius pada tahun 1922. Turbin angin Savonius adalah turbin angin yang memiliki bentuk dan konstruksi yang sangat sederhana sehingga biaya proses pembuatannya murah. Turbin angin Savonius memiliki torsi awal yang besar pada kecepatan angin rendah

[14]. Turbin ini terdiri atas dua hingga tiga bucket atau sudu yang disusun sedemikian rupa sehingga jika dilihat dari atas akan terlihat seperti membentuk huruf S.

Turbin angin crossflow merupakan salah satu turbin angin dengan sumbu vertikal yang memiliki banyak kelebihan. Turbin angin crossflow dapat dipasang pada daerah yang memiliki kecepatan angin yang rendah, sehingga sangat cocok dijadikan salah satu alternatif turbin angin yang ideal untuk potensi angin di Indonesia. Hal ini dikarenakan turbin angin tipe crossflow hanya membutuhkan kecepatan start up angin yang rendah dibandingkan dengan turbin angin sumbu vertikal lainnya.

### **Knalpot Motor dan Bodi Tambahan**

Knalpot merupakan tempat pembuangan gas yang dihasilkan oleh pembakaran dalam mesin yang terletak pada bagian sepeda motor yang berbentuk seperti pipa panjang yang berfungsi untuk meredam suara [15]. Bodi tambahan pada sisi alternator turbin angin berfungsi untuk mengarahkan aliran udara yang dihasilkan dari knalpot dan udara dari luar untuk memutar turbin angin sehingga dapat menghasilkan tegangan dan arus listrik [5].

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini termasuk kedalam penelitian eksperimen, penelitian ini diawali dengan merancang dan membuat peralatan yang akan diteliti, kemudian dilakukan pengujian dengan variasi kecepatan dan waktu pengujian dan berbagai macam (*eksperimen*) yaitu pengujian dengan memasang alternator dibelakang knalpot menggunakan bodi tambahan dan memasangkan baling-baling pada poros alternator dengan dua tipe baling-baling yang berbeda yaitu baling-baling tipe savonius 4 sudu dan tipe cross flow 8 sudu. Pengujian ini dilakukan untuk mengukur seberapa besar pengaruhnya arus listrik yang dihasilkan pada tiap-tiap perlakuan melalui pengambilan data secara langsung dengan 3 kali percobaan pada masing-masing perlakuan. Untuk objek pada penelitian ini menggunakan sepeda motor 4 langkah dengan penggunaan dinamo sepeda yang memiliki output 12 volt dan 5,5 watt. Penelitian eksperimen dilakukan dengan menguji satu atau dua treatment [14].

Pada penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui perbandingan baling-baling tipe savonius dan baling-baling tipe cross flow terhadap tegangan dan arus listrik yang dihasilkan. Suatu desain dalam penelitian ini akan terdapat dua kelompok yaitu kelompok eksperimen dan kontrol dengan pola pada tabel dibawah ini.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan antara turbin angin jenis sumbu vertikal tipe baling-baling savonius dengan tipe cross flow alternator turbin terhadap arus listrik yang dihasilkan melalui pengumpulan data secara langsung. Untuk pola dalam penelitian ini terdapat dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dengan tabel dibawah ini :

*Tabel 1. Pola penelitian*

<b>Kelompok</b>	<b>perlakuan</b>	<b>Hasil pengujian</b>	<b>keterangan</b>
R	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	Perlakuan baling-baling tipe savonius
R	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	Perlakuan baling-baling tipe cross flow

Keterangan:

R : Kelompok eksperimen dan kontrol

X<sub>1</sub> : Perlakuan baling-baling savonius

X<sub>2</sub> : Perlakuan baling-baling cross flow

Y<sub>1</sub> : Pengaruh menggunakan baling-baling savonius

Y<sub>2</sub> : Pengaruh menggunakan aling-baling cross flow.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

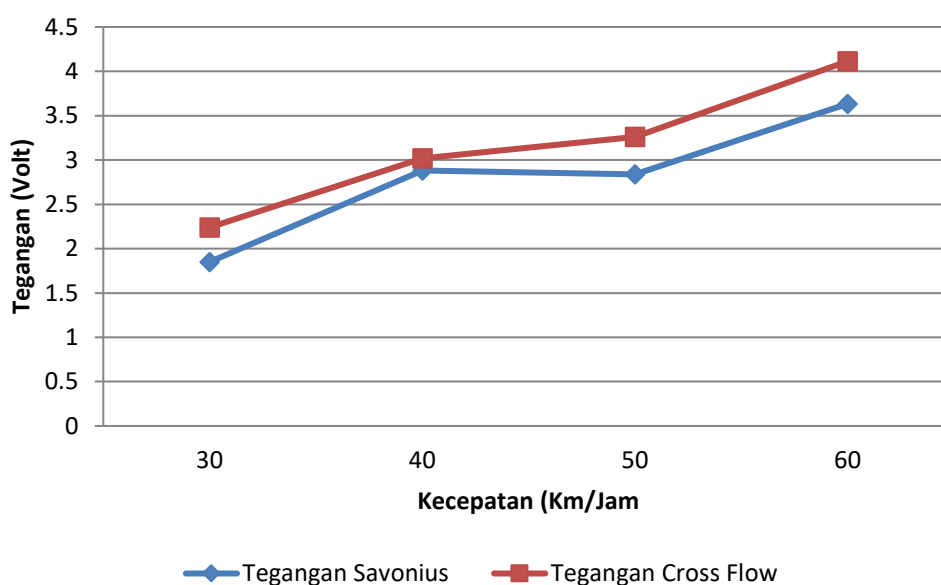
Hasil data tegangan dan arus pada penelitian yang dilakukan menggunakan baling-baling turbin tipe savonius dan tipe cross flow dengan variasi kecepatan 30 Km/Jam, 40 Km/Jam, 50 Km/Jam dan 60 Km/Jam.

Tabel 2. Hasil uji tegangan dan arus

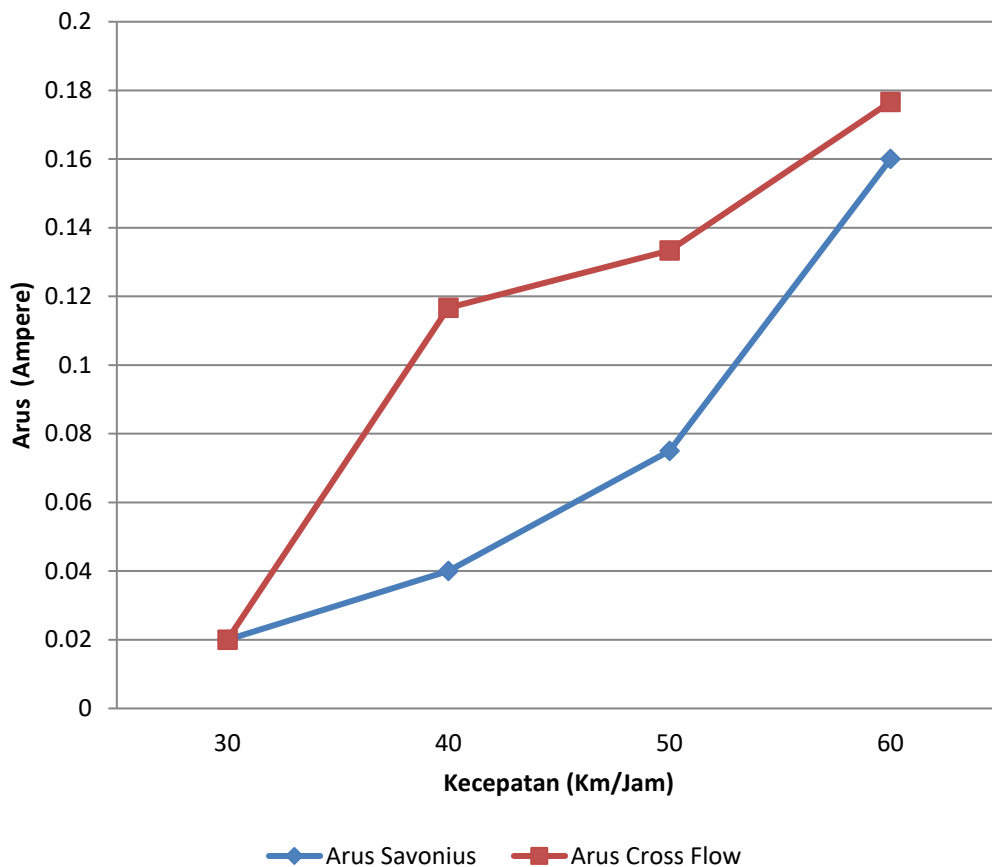
Pengujian	Kecepatan (Km/Jam)	Baling-baling tipe savonius		Baling-baling tipe Cross flow	
		Tegangan (volt)	Arus (Ampere)	Tegangan (volt)	Arus (Ampere)
1	30	1,85	0,02	2,24	0,02
2	40	2,88	0,04	3,01	0,11
3	50	2,83	0,07	3,26	0,13
4	60	3,63	0,17	4,11	0,17
Rata-rata		2,8	0,073	3,15	0,11

Dari data pengujian pada Tabel 2 menggunakan baling-baling tipe cross flow maka didapatkan data hasil pengujian tegangan pada kecepatan 30 Km/Jam, 40 Km/Jam, 50 Km/Jam dan 60 Km/Jam diperoleh rata-rata tegangan 3,15 Volt dan pengujian arus rata-rata 0,11 Ampere. Sedangkan menggunakan baling-baling tipe savonius didapatkan data hasil pengujian tegangan pada kecepatan 30 Km/Jam, 40 Km/Jam, 50 Km/Jam dan 60 Km/Jam diperoleh rata-rata tegangan 2,8 Volt dan pengujian arus rata-rata 0,073 Ampere. Dari data perbandingan hasil pengujian pada baling-baling tipe cross flow dapat meningkatkan tegangan dan arus dibanding menggunakan baling-baling tipe savonius.

Baling-baling tipe cross flow memiliki 8 bilah sudu sehingga tegangan dan arus yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan baling-baling tipe savonius yang hanya memiliki 4 bilah sudu. Berdasarkan penelitian Daniel dan Nurfi, turbin Savonius dengan jumlah 3 sudu akan membangkitkan torsi dan daya listrik pada kecepatan angin yang lebih rendah [15].



Gambar 1. Grafik tegangan



Gambar 2. Grafik arus

Berdasarkan grafik perbandingan besar tegangan dan kuat arus listrik yang dihasilkan pada pengujian baling-baling tipe savonius dan tipe cross flow dengan masing-masing varian kecepatan yaitu 30 Km/Jam, 40 km/jam, 50 km/jam dan 60 km/jam. Pada grafik 1 terdapat peningkatan tegangan listrik dengan perlakuan baling-baling tipe cross flow pada kecepatan 60 Km/Jam sebesar 4,11 volt. Dan pada grafik 2 terdapat peningkatan arus listrik dengan menggunakan baling-baling tipe cross flow pada kecepatan 60 Km/Jam sebesar 0,17 Ampere.

### Pembahasan

Dari data perbandingan hasil pengujian pada baling-baling tipe cross flow dapat meningkatkan tegangan dan arus pada alternator dibanding menggunakan baling-baling tipe savonius dan apabila semakin tinggi kecepatan kendaraan maka tegangan dan arus yang dihasilkan oleh alternator semakin besar. Karena saat kecepatan kendaraan meningkat, gas buang pada knalpot akan semakin banyak dan alirannya juga semakin kuat, sehingga gas buang tersebut dapat meningkatkan putaran pada baling-baling turbin.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka disimpulkan, turbin angin jenis sumbu vertikal dengan tipe baling-baling cross flow dapat menghasilkan tegangan dan arus listrik pada kecepatan 30 Km/Jam didapatkan tegangan sebesar 2,24 V dan arus 0,02 A, pada kecepatan 40 Km/Jam didapatkan tegangan sebesar 3,01 V dan arus 0,11 A, pada kecepatan 50 Km/Jam didapatkan tegangan sebesar 3,26 V dan arus 0,13 A dan pada kecepatan 60 Km/Jam didapatkan tegangan sebesar 4,11 V dan arus 0,17 A.

Baling-baling tipe cross flow tidak membutuhkan kekuatan angin yang besar untuk memulai *start up* nya karena jarak sudu pada baling-baling jenis ini lebih rapat dibandingkan baling-baling jenis savonius. Oleh karena itu penggunaan turbin angin jenis sumbu vertikal dengan baling-baling tipe cross flow sangat cocok digunakan pada kecepatan angin yang rendah seperti pada knalpot sepeda motor untuk menghasilkan tegangan dan arus yang lebih besar.

### Saran

Penggunaan turbin angin jenis sumbu vertikal dengan baling-baling tipe cross flow dapat dijadikan sebagai salah satu upaya dalam meningkatkan tegangan dan arus listrik. Untuk penelitian berikutnya diharapkan dapat dioptimalkan dengan cara memvariasikan jumlah sudu dan variasi derjat dari sudu baling-baling tipe cross flow agar aliran udara dari knalpot motor dapat ditangkap sempurna oleh sudu pada baling-baling ini.

### DAFTAR RUJUKAN

- [1] Chaniago. I. P, Purwanto. W, Rifdarmon, and Arif. A, "Optimasi Sistem Pengapian Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor 4 Langkah dengan Metode Taguci," *Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, vol. 1, 2023.
- [2] Martawati, "Sistem Elektrolisa Air Sebagai Bahan Bakar Alternatif pada Kendaraan," *Jurnal Eltek*, vol. 1, pp. 93-104, 2017.
- [3] Setya. D. (2022) Detik.com. [Online]. <https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-6243882/pakar-brin-beri-penjelasan-terkait-temuan-bahan-bakar-air>
- [4] Putra. Y. S, Purwanto. W, Setiawan. M. Y, dan Arif. A, "Pengaruh Bodi Tambahan pada Sisi Alternator Turbin Angin terhadap Tegangan dan Arus Listrik yang Dihasilkan," *MSI Transaction on Education*, vol. 4, pp. 36-43, 2023.
- [5] Nugroho. A. S, Kristinawan. Y. Y, Rahayu. A. T, "Pengaruh *Angle of Attack* Terhadap Luaran Generator Turbine Generator Tipe Darrieus" *Journal of Automotive Engineering and Vocation Education*, vol. 4, 2023.
- [6] Siregar. M. A dan Lubis. F, "Uji Keandalan Prototype Turbin Angin Savonius Tipe-u Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, may 2019.
- [5] Iskandar. H. R, *Praktis Belajar Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Jakarta: Deepublish, 2020.
- [6] Arifa dan Harjunowibowo, "Teknik Kalibrasi dan Validasi Power Longger lot Untuk Arus Dc," *Lakeisha*, 2022.
- [7] Lubis. S, "Analisis Tegangan Keluaran Alternator Mobil Sebagai Pembangkit Energi Listrik Alternatif," *RELE Rekayasa Elektrikal dan Energi Jurnal Teknik Elektro*, vol. 1, 2018.
- [8] Muda, I. (2013). *Kelistrikan Otomotif*. Malang: Gunung Samudera Grup Penerbit Pt Book Mart Indonesia.
- [9] Anggraini, F., Surtono, A., & Pauzi, G. A. (2016). Pemanfaatan Energi Angin Pada Sepeda Motor Bergerak Untuk Menyalakan Lampu. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 4(2).
- [10] Yani, A. (2021). Studi Eksperimental Pengaruh Jumlah Sudu Turbin Angin Tipe Propeller Terhadap Daya Output Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (Sebagai Alternatif Pembangkit Listrik Daerah Pesisir Pantai). *Jurnal Teknik Juara Aktif Global Optimis*, 1(2), 39-44.
- [11] Nugraha, dkk. (2022). *Portable-2WG" Inovasi Turbin Pembangkit Listrik Portable Air Dan Angin Untuk Kebutuhan Rumah Tangga Pada Penduduk Daerah Aliran Sungai*. Sleman: Deepublish
- [12] Dewi. M. L, "Analisis kinerja turbin angin poros vertikal dengan modifikasi rotor savonius I untuk optimasi kinerja turbin"(2010)
- [13] Hatta, S. (2022). Tindakan Hukum Terhadap Motor "KnalpotBising" Oleh Kepolisian Resor Kota Banda Aceh (*Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry*).

- [14] Sugiyono.2019.*Metode Penelitian Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif ,dan R&D*.Bandung:Alfabeta
- [15] Rudianto. D. T dan Ahmadi. N "Rancang Bangun Turbin Angin Savonius 200 Watt" *Senatik Journal*, vol. 2, 2016.