

DOI: doi.org/10.21009/03.1101.FA03

DESAIN TURBIN ANGIN SAVONIUS SUMBU HORIZONTAL TIPE-U UNTUK KECEPATAN ANGIN RENDAH

Novi Dwi Lestari^{a)}, Hadi Nasbey^{b)}, Sunaryo^{c)}

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Kota Jakarta Timur 13220, Indonesia

Email: ^{a)}novilestaridwi08@gmail.com, ^{b)}hadinasbey@unj.ac.id, ^{c)}sunaryo@unj.ac.id

Abstrak

Energi angin merupakan energi yang berlimpah dan terbarukan yang dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan peralatan mekanis dan menghasilkan listrik. Peralatan mekanis yang dimaksud berupa turbin angin. Dengan kecepatan rata-rata angin sebesar 2m/s sampai 6m/s menunjukkan bahwa kecepatan angin di Indonesia terbilang cukup rendah. Turbin angin savonius merupakan tipe turbin angin yang cocok untuk dikembangkan pada wilayah yang memiliki kecepatan angin rendah. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan membuat desain turbin angin savonius sumbu horizontal tipe-u untuk kecepatan angin rendah. Manfaat dari penelitian ini adalah dapat menjadi acuan pada penelitian selanjutnya dalam peningkatan efisiensi turbin angin savonius sumbu horizontal. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Turbin dirancang dengan menggunakan 3 bilah sudu spiral tipe-u berdimensi panjang 93cm dan lebar 16cm, serta memiliki rangka dengan dimensi panjang 103cm, lebar 30cm dan tinggi 35cm. Dihasilkan rancang bangun turbin angin savonius dengan sudu tipe-u berjumlah 3 bilah terbuat dari *clear pvc* untuk memudahkan sudu bergerak sesuai energi angin yang diterima. Dengan rangka turbin terbuat dari *aluminium profile* sehingga turbin lebih mudah ditempatkan dimana saja. Dan kinerja rancang bangun turbin yang dihasilkan akan meningkat pada kecepatan angin 4m/s sampai 6m/s.

Kata-kata kunci: energi angin, turbin angin savonius, horizontal tipe-u, sudu

Abstract

Wind energy is an abundant and renewable energy that can be used to drive mechanical equipment and generate electricity. The mechanical equipment in question is a wind turbine. With an average wind speed of 2m/s to 6m/s, it shows that the wind speed in Indonesia is quite low. The savonius wind turbine is a type of wind turbine that is suitable to be developed in areas that have low wind speeds. Based on this, this study aims to design a u-type horizontal axis savonius wind turbine for low wind speeds. The benefit of this research is that it can be used as a reference for further research in increasing the efficiency of the horizontal axis savonius wind turbine. The method used in this research is the experimental method. The turbine is designed using 3 U-type spiral blades with dimensions of 93cm long and 16cm wide, and has a frame with dimensions of 103cm long, 30cm wide and 35cm high. The design of the Savonius wind turbine was produced with 3 U-type blades made of clear PVC to make it easier for the blades to move according to the received wind energy. With the turbine frame made of aluminum profile so that the turbine is easier to place anywhere. And the resulting turbine design performance increases at wind speeds of about 4m/s to 6m/s.

Keywords: wind energy, savonius wind turbine, U-type horizontal, blade

PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan dasar manusia yang terus meningkat sejalan dengan tingkat kehidupannya. Konsumsi energi di Indonesia semakin hari semakin meningkat dengan semakin berkurangnya sumber energi tidak terbarukan yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil, yaitu batu bara, minyak bumi, dan gas alam [1]. Maka diperlukan adanya energi alternatif yang dapat menggantikan energi tidak terbarukan tersebut [2]. Salah satu contoh energi alternatif yang sangat potensial di Indonesia adalah energi angin. Diperkirakan sekitar 10 juta MW energi tersedia dari angin bumi [1].

Energi angin merupakan energi yang berlimpah dan terbarukan yang dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan peralatan mekanis dan menghasilkan listrik [3]. Peralatan mekanis yang dimaksud berupa turbin angin. Menurut penelitian dan pengukuran yang dilakukan oleh Lapan ataupun BMKG mengenai potensi energi angin di Indonesia dengan rata-rata kecepatan angin 2m/s sampai 6m/s menunjukkan bahwa kecepatan angin rata-rata di Indonesia terbilang rendah namun tetap dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik [4]. Dengan menggunakan turbin angin, energi angin dapat digunakan sebagai sumber pembangkit energi listrik yang dapat memajukan perkembangan energi terbarukan di Indonesia.

Turbin angin dibedakan menjadi dua yaitu HAWT (*horizontal axis wind turbine*) dan VAWT (*vertical axis wind turbine*). Perbedaan kedua tipe terletak pada poros turbinnya. HAWT memiliki sudu yang berputar pada sumbu yang mendatar dan sejajar dengan permukaan tanah [5]. HAWT merupakan turbin angin yang cocok untuk dikembangkan karena mempunyai kelebihan utama, yaitu memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan VAWT, karena sudu HAWT selalu bergerak tegak lurus terhadap arah angin [6]. Peter J. Schubel dalam penelitiannya menyebutkan, berdasarkan bentuk rotor, desain HAWT merupakan topologi yang memiliki efisiensi dengan koefisiensi daya yang tinggi dalam mengekstrak tenaga angin [7].

Turbin angin digunakan untuk berbagai aplikasi, mulai dari memanfaatkan energi untuk seluruh kota hingga pembangkit listrik sederhana untuk penggunaan pribadi [8]. Turbin angin savonius merupakan tipe turbin angin yang cocok di wilayah yang memiliki kecepatan angin rendah seperti di Indonesia. Kelebihan utama yaitu kemampuan menangkap angin dari segala arah dengan kemampuan ini turbin dapat ditempatkan di daerah yang memiliki arah angin yang bervariasi [9]. Prinsip kerja turbin angin savonius menggunakan prinsip gaya hambat (*drag force*) pada permukaan sudu [10]. Kinerja turbin akan meningkat pada kecepatan angin sekitar 3m/s sampai 5m/s dengan penambahan jumlah sudu turbin [11]. Kinerja turbin angin savonius juga dipengaruhi oleh luas penampang dan kecepatan angin, semakin besar luas penampang maka daya angin yang diterima sudu dan dikonversi menjadi daya mekanik semakin besar [12].

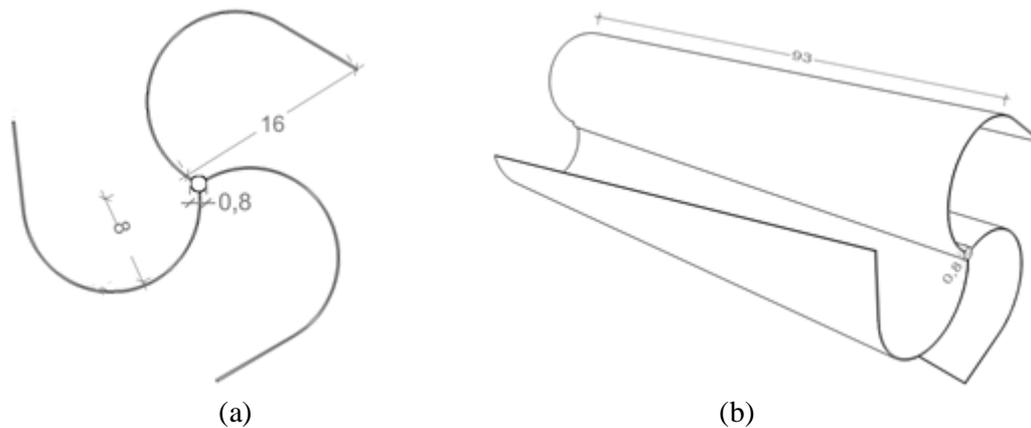
Sudu merupakan bagian dari turbin angin yang menerima energi kinetik dari angin dan dikonversi menjadi energi putar menggunakan prinsip aerodinamika angin [13]. Turbin angin savonius dibagi menjadi tiga jenis sudu, yaitu sudu savonius tipe-u, sudu savonius tipe-s, dan sudu savonius tipe-l. Kelebihan utama dari sudu tipe-u yaitu memiliki kecepatan putar tinggi karena angin dapat disirkulasikan terpusat di tengah atau pusat batang turbin [14].

Penelitian ini bertujuan membuat desain turbin angin savonius sumbu horizontal dengan menggunakan 3 bilah sudu spiral tipe-u berdimensi panjang 93cm dan lebar 16cm, serta memiliki rangka turbin dengan dimensi panjang 103cm, lebar 30cm dan tinggi 35cm. Sudu turbin dibuat menggunakan *clear pvc*. *Clear pvc* memiliki massa jenis ringan sehingga mudah diaplikasikan. Selain itu, penggunaan *clear pvc* karena harganya murah dan mudah didapat. Hasil dari penelitian ini akan digunakan dalam pembuatan rancang bangun turbin angin savonius tipe *horizontal axis* pada kecepatan angin rendah untuk dilihat efisiensi keluaran yang dihasilkan.

METODOLOGI

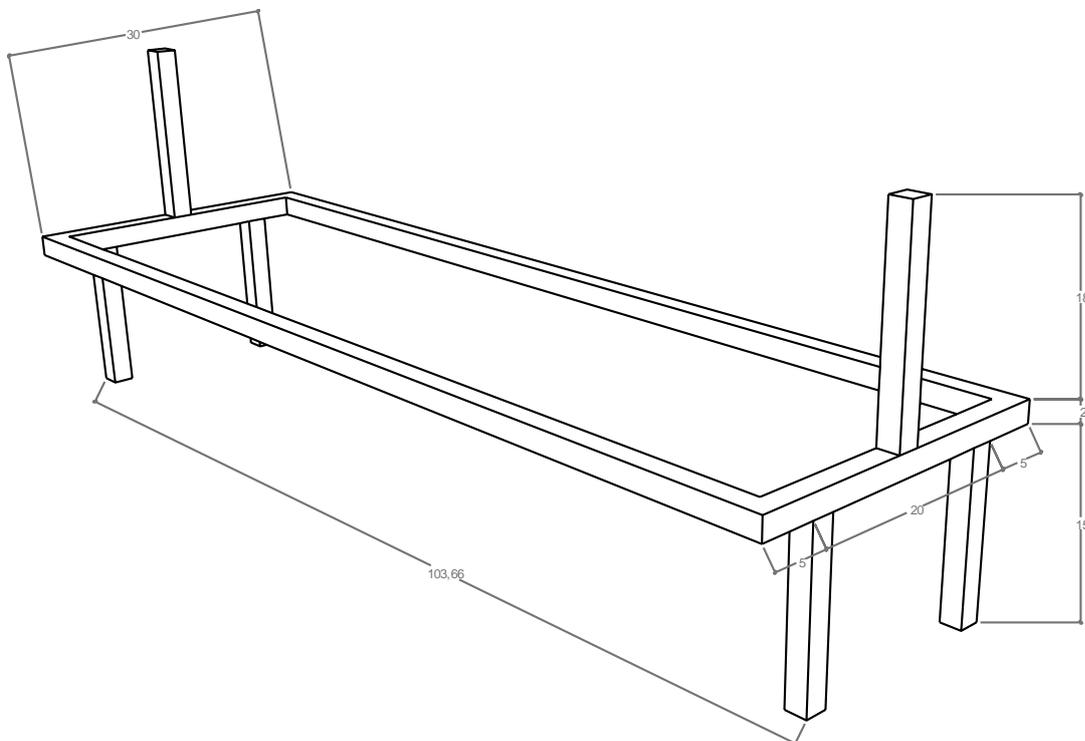
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian ini membuat desain turbin angin savonius sumbu horizontal tipe-u dengan sudu yang terbuat dari *clear pvc*. Desain

turbin angin dibuat menggunakan *software AutoCAD*. Turbin angin akan dibuat dengan menggunakan 3 bilah sudu spiral tipe-u berdimensi panjang 93cm dan lebar 16cm. Tampak samping dari desain sudu turbin yang akan dibuat sebagai berikut:



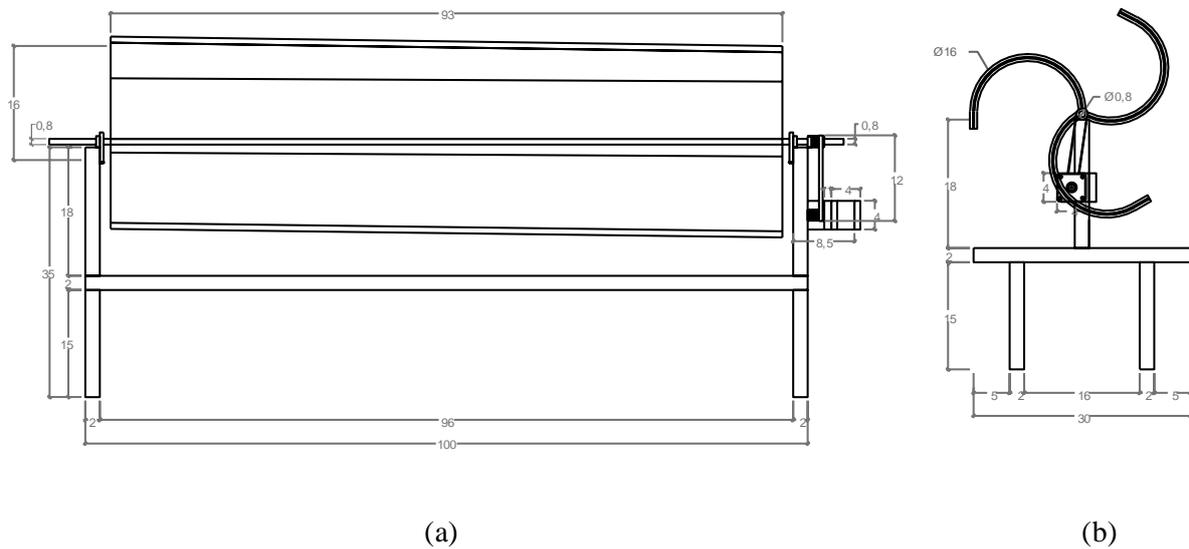
GAMBAR 1. (a) Tampak samping sudu turbin dan (b) Desain sudu turbin

Sudu turbin akan ditempatkan pada rangka turbin yang terbuat dari bahan *aluminium profile* berukuran $20\text{mm} \times 20\text{mm}$. Rangka turbin berdimensi panjang 103cm, lebar 30cm dan tinggi 35cm. Desain rangka turbin angin seperti pada gambar berikut:



GAMBAR 2. Desain rangka turbin.

Sehingga desain sudu turbin yang telah digabungkan dengan rangka turbin dan *pulley* generator seperti pada gambar berikut:



GAMBAR 3. (a) Tampak depan turbin dan (b) Tampak samping turbin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Turbin angin savonius merupakan jenis turbin angin yang cocok untuk dikembangkan pada wilayah yang memiliki kecepatan angin rendah seperti di Indonesia yaitu sebesar 2m/s sampai 6m/s. Kelebihan utama turbin angin savonius yaitu dapat menangkap angin dari berbagai arah. Dengan kelebihan tersebut turbin dapat ditempatkan di daerah yang memiliki arah angin yang bervariasi. Pemilihan turbin sumbu horizontal dikarenakan memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan sumbu vertikal karena sudu turbin sumbu horizontal selalu bergerak tegak lurus terhadap arah angin. Pemilihan sudu tipe-u dikarenakan memiliki kecepatan putar tinggi karena angin dapat disirkulasikan terpusat di tengah atau pusat batang turbin. Dengan menggunakan variasi sudu 3 bilah dapat menghasilkan efisiensi keluaran turbin yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan sudu 2 bilah.

Turbin angin savonius sumbu horizontal yang dihasilkan memiliki 3 buah sudu spiral berdimensi panjang 93cm dan lebar 16cm. Bahan dasar sudu turbin terbuat dari *clear pvc* dengan tebal 0,3mm. *Clear pvc* memiliki massa ringan, mudah untuk dibentuk, sehingga cocok untuk dijadikan bahan dasar sudu turbin angin. Selain itu, penggunaan *clear pvc* karena harganya murah dan mudah didapat. Rancang bangun sudu turbin yang dihasilkan sebagai berikut:

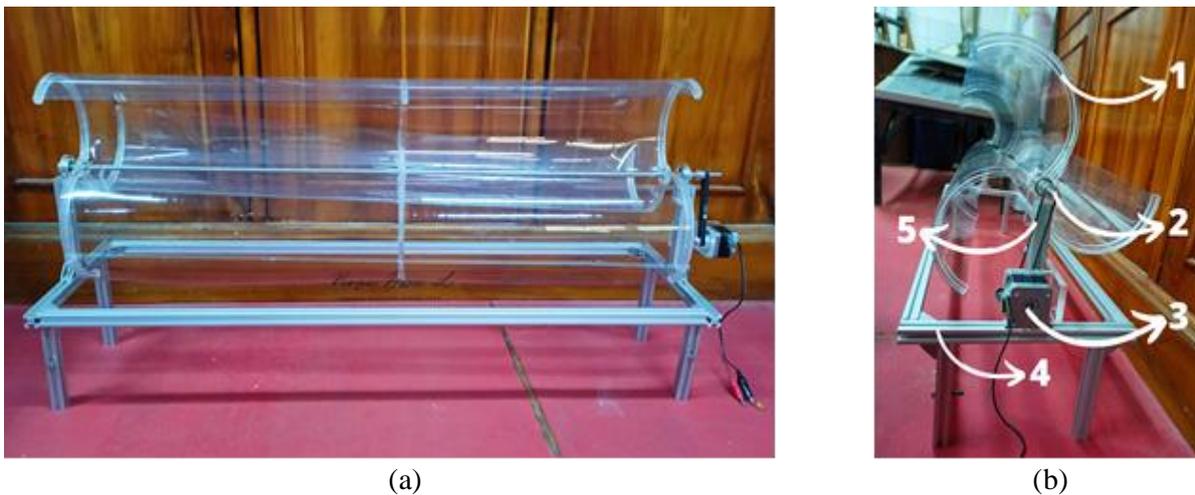


GAMBAR 4. Sudu turbin angin

Turbin angin ditempatkan pada rangka turbin yang terbuat dari bahan *aluminium profile* berukuran 20mm×20mm. Pemilihan *aluminium profile* pada rangka turbin dikarenakan mudah untuk

diaplikasikan sehingga turbin lebih fleksibel atau mudah diatur untuk ditempatkan dimana saja dan memudahkan siapapun dalam instalasi turbin terutama jika penggunaan turbin pada atap rumah penduduk untuk memenuhi kebutuhan energi listrik pada penggunaan pribadi. Merakit *aluminium profile* untuk menjadi rangka turbin dibutuhkan baut tipe L SS304 M4 *Full Drat* dan *Bracket*. *Ass* (poros utama) turbin menggunakan *ass* pejal *stainless 304* berdiameter 0,8cm dan panjang 110cm. Poros turbin dihubungkan dengan rangka turbin menggunakan *linear bearing* diameter 8mm, *bearing* ditempatkan pada rangka turbin dengan menggunakan akrilik yang berfungsi untuk memperkuat dan menahan sudu saat berputar.

Pada rangka sebelah kanan turbin ditempatkan sebuah *pulley* tipe *aluminium timing pulley* 8mm. *Pulley* berbahan dasar aluminium. *Pulley* berfungsi untuk meneruskan energi mekanik putaran dari poros turbin ke generator. Untuk membantu meneruskan energi mekanik putaran poros turbin dari *pulley* maka digunakan *timing belt* R250mm. Sedangkan generator yang digunakan dalam desain turbin angin savonius adalah generator DC Nema17 17hs4401 dengan *output voltage* 12V dan *maximum output current* sebesar 1.7A. Generator listrik adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengkonversi energi mekanis (energi putar poros turbin) menjadi energi listrik. Generator dapat berputar dengan bantuan *belt*. Sehingga rancang bangun turbin angin savonius yang dihasilkan adalah sebagai berikut:



GAMBAR 5. (a) Tampak depan turbin angin dan (b) Tampak samping turbin angin.

Keterangan:

1. Sudu turbin
2. *Ass*, *Pulley*, dan *Bearing*
3. Generator DC
4. Rangka turbin
5. *Belt*



Gambar 6. Penempatan turbin angin pada rooftop.

Rancang bangun turbin angin yang telah dibuat akan digunakan untuk berbagai aplikasi, salah satunya adalah pembangkit listrik sederhana untuk penggunaan pribadi. Dengan prinsip kerja turbin menggunakan prinsip gaya hambat (*drag force*) pada permukaan sudu maka kinerja turbin dipengaruhi oleh luas penampang dan kecepatan angin, semakin besar luas penampang maka daya angin yang diterima sudu dan dikonversi menjadi daya mekanik semakin besar. Dan kinerja turbin angin savonius meningkat pada kecepatan angin sekitar 4m/s sampai 6m/s.

SIMPULAN

Turbin angin savonius merupakan tipe turbin angin yang cocok untuk dikembangkan pada wilayah yang memiliki kecepatan angin rendah (2m/s sampai 6m/s) seperti di Indonesia. Pemilihan tipe HAWT dikarenakan memiliki efisiensi dengan koefisiensi daya yang tinggi dalam mengekstrak tenaga angin. Pembuatan desain turbin angin savonius sumbu horizontal tipe-u untuk kecepatan angin rendah telah dilakukan. Dihasilkan rancang bangun turbin angin savonius dengan sudu tipe-u berjumlah 3 bilah. Sudu turbin terbuat dari *clear pvc* dengan massa ringan maka memudahkan sudu bergerak sesuai energi angin yang diterima. Pemilihan *aluminium profile* pada rangka turbin dikarenakan mudah untuk diaplikasikan sehingga turbin lebih fleksibel untuk ditempatkan dimana saja dan memudahkan siapapun dalam instalasi turbin terutama jika penggunaan turbin di atap rumah penduduk untuk memenuhi kebutuhan energi listrik pada penggunaan pribadi. Dan kinerja rancang bangun turbin yang dihasilkan meningkat pada kecepatan angin sekitar 4m/s sampai 6m/s.

REFERENSI

- [1] F. Wenehenubun, A. Saputra, H. Sutanto, "An experimental study on the performance of Savonius wind turbines related with the number of blades," *Energy Procedia*, vol. 68, pp. 297-304, 2015, doi: 10.1016/j.egypro.2015.03.259.
- [2] E. Wijanto *et al.*, "Pengujian Sistem Konversi Energi Suara menjadi Energi Listrik menggunakan Piezoelektrik," *Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, vol. 17, no. 1, pp. 59-67, 2018.
- [3] L. Mustika, "Pengembangan Media Konversi Energi Angin Menjadi Energi Listrik," vol. 3, pp. 20-23, 2020.
- [4] A. Prasetyo, D. Notosudjono, H. Soebagja, "Studi Potensi Penerapan Dan Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Indonesia," *Progr. Stud. Tek. Elektro*, pp. 1-12, 2019.
- [5] C. Digital Commons, A. R. Winslow, "Urban Wind Generation: Comparing Horizontal and Vertical Axis Wind Turbines at Clark University in Worcester, Massachusetts," p. 127, 2017, [Online] Available: https://commons.clarku.edu/idce_masters_papers/127.
- [6] M. Zemamou, M. Aggour, A. Toumi, "Review of savonius wind turbine design and performance," *Energy Procedia*, vol. 141, pp. 383-388, 2017, doi: 10.1016/j.egypro.2017.11.047.
- [7] Y. J. Chen, Y. C. Shiah, "Experiments on the performance of small horizontal axis wind turbine with passive pitch control by disk pulley," *Energies*, vol. 9, no. 5, 2016, doi: 10.3390/en9050353.
- [8] M. K. Johari, M. A. A. Jalil, M. F. M. Shariff, "Comparison of horizontal axis wind turbine (HAWT) and vertical axis wind turbine (VAWT)," *Int. Journal Eng. Technology*, vol. 7, no. 4, 2018, doi: 10.14419/ijet.v7i4.13.21333.
- [9] S. F. Pamungkas *et al.*, "Performance 'S' Type Savonius Wind Turbine with Variation of Fin Addition on Blade," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 288, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/288/1/012132.
- [10] M. Latif, "Efisiensi Prototipe Turbin Savonius pada Kecepatan Angin Rendah," *Jurnal Rekayasa Elekrika*, vol. 10, no. 3 pp. 147-152, 2013.
- [11] Ridwan, A. Latief, "Pengaruh Jumlah Sudu Pada Turbin Angin Sumbu Vertikal Terhadap Distribusi Kecepatan Dan Tekanan," *Journal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, vol. 24, no. 2, pp.

141-151, 2019, doi: 10.35760/tr.2019.v24i2.2392.

- [12] A. Noviaranti, M. Si, A. Qurthobi, "Pengaruh Kelengkungan Sudu terhadap Tegangan dan Arus yang Dihasilkan Turbin Angin Savonius Tipe U," *e-Proceeding Engineering*, vol. 7, no. 2, pp. 4371-4376, 2020.
- [13] A. Bachtiar, W. Hayyatul, "Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras," *Journal Teknik Elektro ITP*, vol. 7, no. 1, pp. 34-45, 2018, doi: 10.21063/jte.2018.3133706.
- [14] R. M. Amsor, R. Iskandar, "Performansi Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Savonius 2 Tingkat Untuk Pengisian Baterai Sebagai Penerangan Lampu Perahu Nelayan Kota Padang," *Metal Journal Sistem Mekanik dan Termal*, vol. 1, no. 1, p. 9, 2017, doi: 10.25077/metal.1.1.9-19.2017.

