



# **Pemanfaatan Angin di Gedung UNISMA Sebagai Energi Alternatif Pengerak *Wind Turbine Type Savonius* pada Pengembangan Media Pembelajaran**

**Unung Lesmanah<sup>1</sup>, Sugiono<sup>2</sup>**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang

Email: unungunisma@gmail.com<sup>1</sup>, gionounisma@unisma.ac.id<sup>2</sup>

## **Abstrak**

Pemanfaatan angin sebagai sumber tenaga energi alternatif telah banyak digunakan di berbagai belahan dunia pada saat ini, namun di Indonesia hal ini belum banyak dimanfaatkan, padahal dengan contour geologis di Indonesia yang bergunung dan bukit ini akan banyak menimbulkan angin. Dengan Vertical Axis Wind Turbine, yaitu type Savonius, angin dikonversi menjadi energi listrik. Cara kerja dari Vertical Axis Wind Turbine mengkonversi energi angin menjadi energi listrik adalah ketika angin berhembus turbin angin dipasang pada arah aliran angin sehingga angin menabrak sudu - sudu turbin tersebut sehingga turbin angin berputar, kemudian putaran dari turbin angin diteruskan ke generator untuk diubah menjadi energi listrik. Pada penelitian ini difokuskan angin yang berhembus di lantai 7 Gedung Unisma, dengan harapan penambah wawasan ke mahasiswa bagaimana turbin angin merupakan suatu alat yang mampu mengubah energi angin menjadi energi mekanik dan selanjutnya diubah menjadi energi listrik melalui generator. Hasil penelitian ini, sebuah turbin angin sebagai media pembelajaran dan data yang diperoleh dari hasil pengamatan kecepatan angin 3 m/s, 4,2 m/s dan 5,1 m/s yang menghasilkan daya angin 5,103 Watt, 14,003 Watt, 25,07 Watt. Daya turbin yang dihasilkan 1,79 Watt, 4,901 Watt, 8,775 Watt, sedangkan daya listrik yang diperoleh 1,2888 Watt, 3,5288 Watt dan 6,3184 Watt.

**Kata kunci:** Turbin Angin Type Savonius, Angin

## Abstract

*The use of wind as an alternative energy source has been widely used in various parts of the world at this time, but in Indonesia this has not been widely used, even though the geological contour in Indonesia is mountainous and this hill will cause a lot of wind. With the Vertical Axis Wind Turbine, Savonius type, the wind is converted to electrical energy. The workings of the Vertical Axis Wind Turbine convert wind energy into electrical energy is when the wind blows the wind turbine mounted in the direction of the wind flow so that the wind crashes into the blades of the turbine so that the wind turbine spins, then the rotation of the wind turbine is forwarded to the generator to be converted into electrical energy. In this study focused on the wind that blows on the 7th floor of the Unisma Building, with the hope of adding insight to students how a wind turbine is a tool that is able to convert wind energy into mechanical energy and then converted into electrical energy through generators. The results of this study, a wind turbine as a learning media and data obtained from observations of wind speeds of 3 m / s, 4.2 m / s and 5.1 m / s which produce wind power of 5.103 Watt, 14.003 Watt, 25.07 Watt. The turbine power produced is 1.79 Watt, 4.901 Watt, 8.775 Watt, while the electrical power obtained is 1.2888 Watt, 3.5288 Watt and 6.3184 Watt.*

**Keywords:** *Savonius Type Wind Turbine, Wind*

## A. PENDAHULUAN

Pada saat ini kebutuhan akan energi sudah sangat besar, dan kecenderungan dimasa yang akan datang akan terus meningkat, sedangkan supply energi yang ada adalah terbatas dan sumber utama energi saat ini yaitu bahan bakar fosil telah semakin menipis, kemungkinan hanya akan bisa mencukupi kebutuhan akan energi sampai beberapa ratus tahun lagi. Selain itu bahan bakar fosil ini membawa permasalahan tersendiri (Jogdhankar & Bhardwaj, 2014).

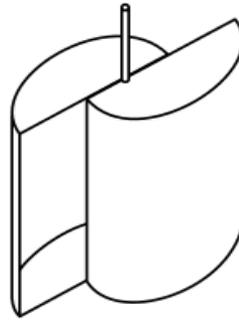
Oleh karena itu diharuskan mulai mencari sumber energi baru yang terbarukan dan ramah terhadap lingkungan. Sesungguhnya sumber tenaga semacam ini telah disediakan oleh alam, kita hanya perlu melihat dan mengamati diselilingnya dan menemukan cara memanfaatkannya. Sumber energi terbarukan yang telah disediakan oleh

alam disekitar tersebut diantaranya adalah matahari, angin, panas bumi, air, dan bahkan sampah organik yang akan menghasilkan pembangkit tenaga melalui sumber energi yang terbarukan yang murah, berefisiensi tinggi dan terutama ramah terhadap lingkungan.

Maka dari hal tersebut diatas perlu diadakan penelitian untuk membuktikan bahwa sumber energi di sekitar kita merupakan energi alternatif yang bisa dimanfaatkan, salah satunya adalah angin. Penelitian ini bermanfaat khususnya mahasiswa agar lebih paham secara praktek bagaimana proses tenaga angin menjadi tenaga listrik tidak hanya teori saja, diharapkan alat ini digunakan sebagai media pembelajaran.

Peneliti memilih Savonius wind turbine merupakan vertical axis wind turbine yang pertama kali diperkenalkan oleh seorang insinyur Finlandia bernama S. J. Savonius pada tahun 1922. Pada bentuknya yang paling sederhana, alat ini berupa 2 buah bilah separuh potongan drum yang dihubungkan oleh sebuah poros ditengahnya pada posisi yang berlawanan (Gambar1).

Dari segi efisiensi pembangkit listrik tenaga angin sumbu vertical memang lebih rendah dibanding sumbu horizontal, akan tetapi pembangkit listrik tenaga angin sumbu vertical ini memiliki keunggulan dapat menangkap kecepatan angin dari segala arah, bisa dipasang pada posisi rendah (dekat dengan tanah, sehingga lebih mudah pengoperasian dan perawatannya. (Jogdhankar & Bhardwaj, 2014).



**Gambar 1. Savonius Wind Turbine**  
(<http://www.reuk.co.uk/Savonius-Wind-Turbines.htm>)

Secara sederhana energi potensial yang terdapat pada angin dapat memutar blade-blade yang terdapat pada kincir angin, dimana blade-blade ini terhubung dengan poros dan memutar poros yang telah terhubung dengan generator dan menimbulkan arus listrik. Energi angin termasuk kedalam energi kinetik dari pergerakan udara. Total energi angin yang melalui suatu daerah imajiner A pada suatu waktu adalah

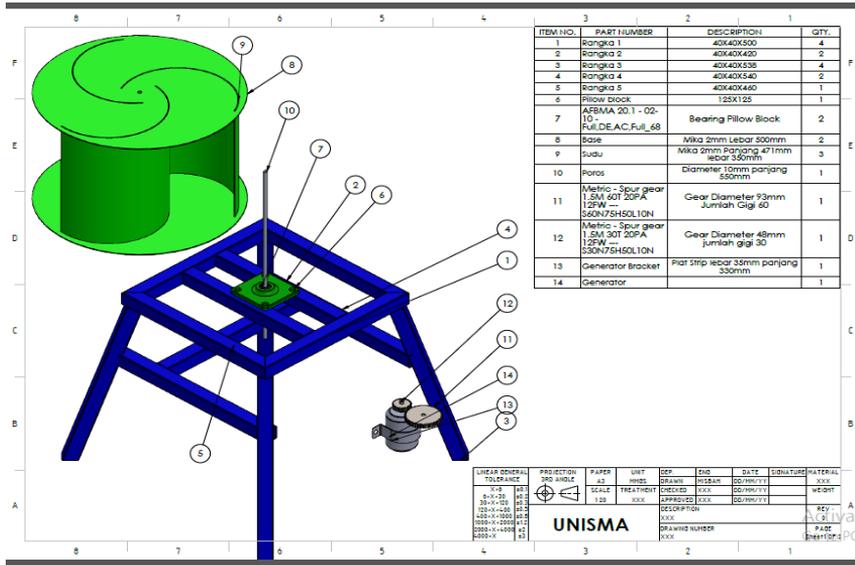
$$W = \frac{1}{2} \rho A V^3$$

## **B. METODE**

Penelitian yang dilakukan oleh peneliti menggunakan metode eksperimental dan pembuatan alat, yaitu melakukan pengamatan untuk mencari data penelitian yang bertujuan membuat gambaran secara sistematis. Faktual dan akurat mengenai turbin angin sumbu vertikal yang telah dibuat. Kemudian mengambil data daya yang dihasilkan oleh turbin angin dengan berbagai kecepatan angin yang berhembus.

Penelitian dilakukan di laboratorium Prodi Teknik Mesin Universitas Islam Malang untuk pembuatan turbin, dan uji coba lapangan

pemanfaatan turbin ventilator sebagai pembangkit tenaga listrik dilakukan di lantai 7 gedung B Universitas Islam Malang.



Gambar 2. Rancangan Vertical Axis Wind Turbine Type Savonius

### Peralatan dan Bahan Penelitian

1. Sudu (Blade)

Berfungsi untuk menangkap energi potensial angin sehingga sudu dapat berputar. Sudu ini terbuat dari pipa PVC dengan diameter pipa 30 cm dan tingginya 35 cm.

2. Pillow block

Berfungsi untuk tempat dudukan dari poros turbin supaya dapat berputar dengan baik, yang dilengkapi dengan bearing.

3. Poros

Poros dapat berupa silinder panjang yang solid (pejal) atau berongga (hollow), berfungsi sebagai tempat dudukan sudu - sudu (blade) bergerak. Poros yang digunakan memiliki diameter 2 cm dan

memiliki panjang 100 cm. Poros nantinya dihubungkan ke hub dan bagian paling bawah dipasang gear.

4. Gear

Alat yang berfungsi menghubungkan putaran poros ke generator sehingga generator dapat menghasilkan listrik. Gear yang digunakan berbahan dari mika atau plastik dan perbandingan diameter 1 : 2.

5. Generator

Generator berfungsi sebagai alat yang digerakkan oleh tenaga kinetik angin yang dirubah menjadi gerak putar oleh poros, sehingga energi kinetik tersebut berubah menjadi energi listrik (Fitgerald, 1997).

6. Hub

Hub adalah bagian rotor yang menghubungkan sudu dengan poros, sehingga rotor dapat berputar ketika angin berhembus menabrak sudu.

7. Avometer

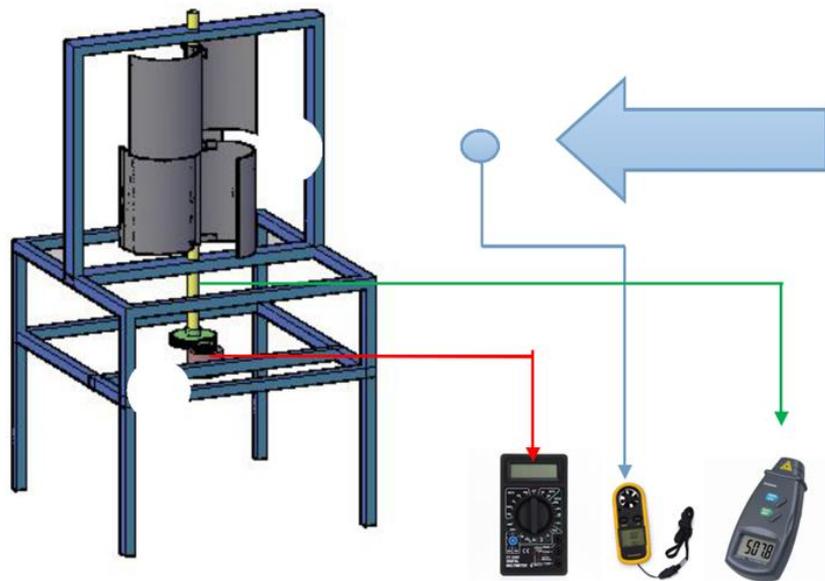
Avometer berfungsi untuk mengetahui besarnya arus dan tegangan listrik yang dihasilkan oleh generator. Jadi besarnya daya listrik yang dihasilkan generator dapat di lihan secara langsung dengan avometer.

8. Tachometer

Tachometer merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur kecepatan putaran (rpm), yang memiliki sensor infra merah.

9. Anemometer

Anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan angin pada area penelitian serta dapat mengetahui kecepatan angin secara kontinyu dan satuan yang dipakai adalah (m/s).



**Gambar 3. Instalasi Penelitian**

Keterangan:

- |                 |               |
|-----------------|---------------|
| 1. Angin        | 4. Tachometer |
| 2. Anemometer   | 5. Avo meter  |
| 3. Turbin Angin | 6. Generator  |

## **C. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Hasil Penelitian**

Sebuah Alat Vertical Axis Wind Turbine Type Savonius sudah selesai dikerjakan dan siap dioperasikan sebagai alat peraga dalam pembelajaran yang berhasil diuji coba dan merubah energi angin menjasi energi listrik.



Gambar 4. Vertical Axis Wind Turbine Type Savonius



Gambar 5. Uji Coba Vertical Axis Wind Turbine Type Savonius

## 2. Pembahasan Hasil Penelitian

Tabel 1. Tabel Hasil Data Pengamatan

Pengamatan	Kecepatan Angin (m/s)	Putaran Turbin (Rpm)	Putaran Generator (Rpm)	Voltase (Vold)	Kuat Arus (Ampere)
1	3	60	120	0,12	0,1
2	4,2	81	162	0,136	0,117
3	5,1	108	216	0,143	0,125

Perhitungan yang dipakai pada penelitian ini untuk pengolahan data meliputi:

#### a) Daya Angin

Energi angin dapat memasok 20% dari kebutuhan listrik Amerika Serikat pada tahun 2030 dan akan menjadi kontributor signifikan bagi pasokan listrik dunia. Jumlah energi dalam angin yang tersedia untuk ekstraksi oleh turbin. Ketinggian dan ukuran turbin angin telah meningkat untuk menangkap angin yang lebih energik pada ketinggian yang lebih tinggi. Untuk turbin berbasis darat, ukurannya diperkirakan tidak akan tumbuh secara dramatis di masa depan seperti di masa lalu. Banyak perancang turbin tidak mengharapkan turbin darat menjadi lebih besar dari diameter sekitar 100 meter, dengan output daya yang sesuai sekitar 3 hingga 5 MW. Ukuran yang lebih besar secara fisik (Tresher, Robinson, & Veers, 2008)

Daya yang dimiliki oleh angin dapat diperoleh dari persamaan (Himran, 2006):

$$W = \frac{1}{2} \rho AV^3$$

Dimana :

W = Daya Angin (Watt)

$\rho$  = Massa Jenis Udara pada suhu 25<sup>0</sup>C = 1,2 kg/m<sup>3</sup>

A = Luas penampangblade ( m<sup>2</sup> )

V = Kecepatan angin (m/s)

Dari persamaan diatas merupakan sebuah persamaan untuk kecepatan angin pada turbin yang ideal, dimana daya angin dapat diekstrak seluruhnya menjadi energi listrik.

#### 1) Pengamatan 1 :

$$W = \frac{1}{2} \rho AV^3 = \frac{1}{2} 1,2 \times 0,315 \times 3^3 = 5,103 \text{ Watt}$$

**2) Pengamatan 2 :**

$$W = \frac{1}{2} \rho AV^3 = \frac{1}{2} 1,2 \times 0,315 \times 4,2^3 = 14,003 \text{ Watt}$$

**3) Pengamatan 2 :**

$$W = \frac{1}{2} \rho AV^3 = \frac{1}{2} 1,2 \times 0,315 \times 5,1^3 = 25,07 \text{ Watt}$$

**b) Luas Penampang Sapuan *Blade***

$$A = P_1.L.B \text{ (Ligrani, 2012)}$$

Dimana:

A = Luas penampang sapuan *blade* ( $m^2$ )

$P_1$  = Panjang blade (m) = 0,35 m

L = Lebar blade (m) = 0,30 m

B = Jumlah sudu (*blade*) = 3

$$A = 0,035 \times 0,030 \times 3 = 0,315m^2$$

**c) Daya Mekanik Turbin Angin ( $P_A$ )**

$$P_A = \varphi_t \frac{1}{2} g_c \rho AV^3 \text{ (Nugroho, 2017)}$$

Dimana:

$P_A$  = Daya turbin angin (Watt)

$\Phi_t$  = efisiensi turbin angin = 0,35

$g_c$  = faktor konversi 1.0 (kg/(N.s<sup>2</sup>))

**1) Pengamatan 1 :**

$$\begin{aligned} P_A &= \varphi_t \frac{1}{2} g_c \rho AV^3 = 0,35 \times \frac{1}{2} (1,0) \times 1,2 \times (0,315) \times 3^3 = \\ &= 1,79 \text{ Watt} \end{aligned}$$

**2) Pengamatan 2 :**

$$\begin{aligned} P_A &= \varphi_t \frac{1}{2} g_c \rho AV^3 = 0,35 \times \frac{1}{2} (1,0) \times 1,2 \times (0,315) \times 4,2^3 = \\ &= 4,901 \text{ Watt} \end{aligned}$$

**3) Pengamatan 3 :**

$$P_A = \varphi_t \frac{1}{2} \rho C_p A V^3 = 0,35 \times \frac{1}{2} (1,0) \times 1,2 \times (0,315) \times 5,1^3$$

$$= 8,775 \text{ Watt}$$

**d) Daya Mekanik Pada Gearbox ( $P_g$ )**

Perhitungan ini dimaksudkan untuk mengetahui besarnya daya keluaran mekanik dari gearbox ( $P_g$ ). Besarnya nilai daya yang dapat dikonversi tergantung dari efisiensi gearbox. Pada perhitungan ini efisiensi yang digunakan diasumsikan sebesar 0.9 sehingga besarnya daya mekanik pada keluaran gearbox adalah sebagai berikut.

$$P_g = \varphi_{tr} \times P_A \text{ (Nugroho, 2017)}$$

$$\varphi_{tr} = \text{efisiensi gearbox} = 0,9$$

$$P_g = \text{Daya Mekanik dari gearbox (W)}$$

**1) Pengamatan 1 :**

$$P_g = \varphi_{tr} \times P_A = 0,9 \times 1,79 = 1,611 \text{ Watt}$$

**2) Pengamatan 2 :**

$$P_g = \varphi_{tr} \times P_A = 0,9 \times 4,901 = 4,411 \text{ Watt}$$

**3) Pengamatan 3 :**

$$P_g = \varphi_{tr} \times P_A = 0,9 \times 8,775 = 7,898 \text{ Watt}$$

**e) Daya Listrik ( $P_e$ )**

Keluaran dari gearbox tersebut juga berupa putaran hanya saja frekuensi putarannya lebih tinggi dari pada dari sisi poros turbin. Sisi keluaran tersebut kemudian dihubungkan dengan poros generator. Generator tidak sepenuhnya dapat menghasilkan daya keluaran sesuai

spesifikasinya. Terdapat faktor losses berupa rugi-rugi panas (heat disipation) dan rugi kumparan yang juga memunculkan faktor efisiensi yang disebut efisiensi generator ( $\varphi_{gen}$ ). Sehingga daya listrik yang dapat dihasilkan dari pembangkit listrik tenaga angin ini adalah sebagai berikut.

$$P_e = \varphi_{gen} \times P_g \text{ (Nugroho, 2017)}$$

Karena tidak dituliskan efisiensi generator pada data spesifikasi generator maka diasumsikan efisiensi generator sebesar 0.80. Besarnya daya listrik tersebut adalah sebagai berikut.

**1) Pengamatan 1 :**

$$P_e = \varphi_{gen} \times P_g = 0,80 \times 1,611 = 1,2888 \text{ Watt}$$

**2) Pengamatan 2 :**

$$P_e = \varphi_{gen} \times P_g = 0,80 \times 4,411 = 3,5288 \text{ Watt}$$

**3) Pengamatan 3 :**

$$P_e = \varphi_{gen} \times P_g = 0,80 \times 7,898 = 6,3184 \text{ Watt}$$

**f) Efisiensi Turbin Angin ( $\varphi_{sistem}$ )**

Untuk mengetahui besarnya efisiensi turbin angin dari setiap kecepatan angin, dilakukanlah perhitungan daya mekanik turbin dan daya listrik dengan rumus berikut.

$$\varphi_{sistem} = P_e/P_A \times 100\% \text{ (Nugroho, 2017)}$$

**1) Pengamatan 1 :**

$$\varphi_{sistem} = P_e/P_A \times 100\% = 1,2888/1,79 \times 100\% = 0,72\%$$

**2) Pengamatan 2 :**

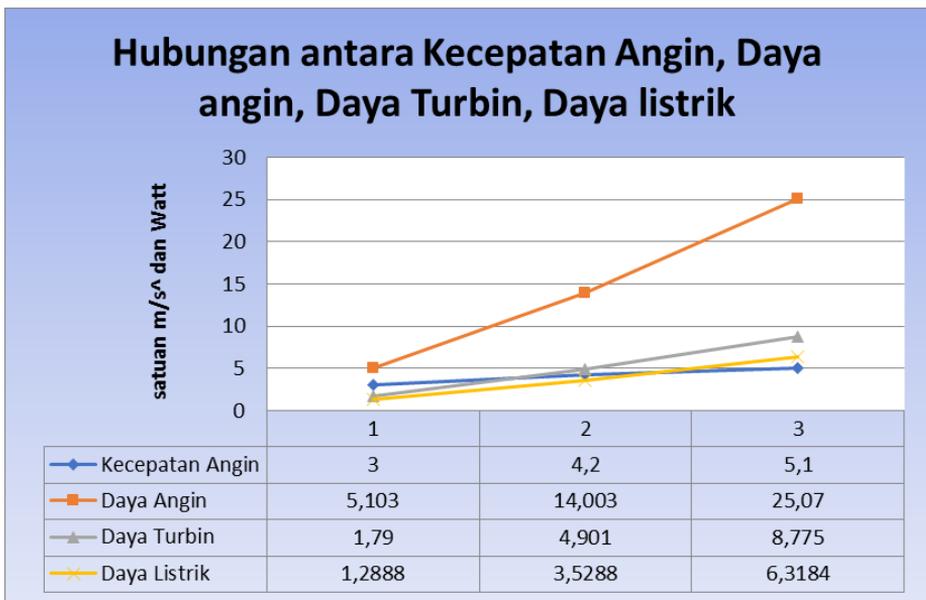
$$\varphi_{sistem} = P_e/P_A \times 100\% = 3,5288/4,901 \times 100\% = 0,72\%$$

### 3) Pengamatan 3 :

$$\phi_{\text{sistem}} = P_e/P_A \times 100\% = 6,3184/8,775 \times 100\% = 0,72\%$$

**Tabel 2. Hasil Perhitungan Data**

No	Kecepatan Angin (m/s <sup>2</sup> )	Daya Angin (Watt)	Daya Turbin (Watt)	Daya Listrik (Watt)	Efisiensi Turbin (%)
1	3	5,103	1,79	1,2888	0,72
2	4,2	14,003	4,901	3,5288	0,72
3	5,1	25,07	8,775	6,3184	0,72



**Gambar 6. Grafik Hubungan antara Kecepatan Angin, Daya Angin, Daya Turbin dan Daya Listrik**

## D. PENUTUP

### Simpulan dan Saran

Hasi penelitian ini antara lain:

- Sebuah Turbin Angin Type Savonius yang berguna sebagai media pembelajaran.

- b) Data yang diperoleh dari hasil pengamatan kecepatan angin 3 m/s, 4,2 m/s dan 5,1 m/s.
- c) Dari hasil pengolahan data menghasilkan daya angin 5,103 Watt, 14,003 Watt, 25,07 Watt. Daya turbin yang dihasilkan 1,79 Watt, 4,901 Watt, 8,775 Watt, sedangkan daya listrik yang diperoleh 1,2888 Watt, 3,5288 Watt dan 6,3184 Watt.
- d) Dari grafik menunjukkan semakin besar hembusan angin, maka semakin besar pula daya yang diperoleh.
- e) Efisiensi turbin atau efisiensi sistem diperoleh 0,72 %

Pengembangan penelitian turbin angin sumbu vertikal selanjutnya, dapat mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut.

- a) Sudu turbin berat dari bahan sudu harus diperhitungkan, karena semakin berat sudu semakin berat energi awal turbin supaya berputar.
- b) Pada penelitian selanjutnya perlu di analisa tentang pemakaian roda gigi lurus pada poros vertikal.
- c) Penelitian selanjutnya dipertimbangkan lokasi penempatan turbin angin harus di tempat lapang sehingga angin berhembus langsung ke sudu turbin diharapkan menghasilkan daya yang optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Tresher, R., Robinson, M., & Veers, P. (2008, August). Wind Energy Technology: Current Status and R&D Future. *National Renewable Energy Laboratory, Conference Paper*.
- Ligrani, P. (2012). Aerodynamic Losses in Turbines with and without Film Cooling, as Influenced by Mainstream Turbulence, Surface Roughness, Airfoil Shape, and Mach Number. *International Journal of Rotating Machinery*. Volume 2012, Article ID 957421. Hindawi Publishing Corp.

Jogdhankar, S. R. & Bhardwaj, S. D. R. (2014). Vertical Axis Wind Mill Generator. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering, and Technology*, Vol. 3, No. 233.

Himran, S. (2006). Energi Angin, Edisi Cetakan 1. Makassar: CV Bintang Lamumpatue.

Nugroho, S. (2017). *Perhitungan Pembangkit Listrik Tenaga Angin*. [https://www.academia.edu/35797509/Perhitungan\\_Pembangkit\\_Listrik\\_Tenaga\\_Angin](https://www.academia.edu/35797509/Perhitungan_Pembangkit_Listrik_Tenaga_Angin).

*Savonius Wind Turbines*. (2011). Retrieved 2020, from <http://www.reuk.co.uk/Savonius-Wind-Turbines.htm>.

