

## KAJIAN EKSPERIMENTAL PENGARUH PENAMBAHAN PENGARAH ALIRAN TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN ANGIN BUBUNGAN ATAP

Mujiburrahman<sup>1, a \*</sup>, Heri Irawan<sup>2, b</sup>

<sup>(1)(2)</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan MAB  
Jl. Adhiyaksa No. 2 Kayu Tangi, Banjarmasin

<sup>1</sup>mujiburrahman.4646@gmail.com, <sup>2</sup>Heri.irawan.up@gmail.com

### Abstrak

Kurangnya penelitian yang di fokuskan pada pengaplikasian turbin angin skala kecil yang menghasilkan listrik dengan bentuk memanjang yang di aplikasikan pada bubungan atap memanfaatkan luas area sapuan angin kemiringan atap. Mengingat kecepatan angin di bubungan atap tergolong rendah sehingga sangat jarang di manfaatkan karena di asumsikan listrik yang di hasilkan di anggap kecil, padahal pemanfaatan potensi angin dengan sistem pengkonversian turbin angin sebagai penghasil listrik skala kecil sangat menjanjikan. Tetapi yang menjadi persoalan arah angin yang ber ubah-ubah juga menjadi masalah serius dalam pengaplikasian turbin angin bubungan atap, di perlukan mekanisme pengarah angin untuk memaksimalkan angin yang mengalir di permukaan kemiringan atap dan mengarahkan menuju bubungan. Sehingga dalam penelitian ini akan di fokuskan pada penambahan pengarah aliran untuk memaksimalkan output putaran turbin.

Pengujian turbin ini menggunakan metode eksperimental (experimental research) yaitu membuat alat dan melakukan pengamatan secara langsung pada Turbin angin bubungan atap sehingga dapat mengetahui output yang di hasilkan oleh turbin tanpa pengarah dan menggunakan pengarah aliran angin. Hasilnya pada kecepatan angin 2,17 m/s turbin angin atap rumah dengan pengarah aliran menghasilkan output putaran turbin lebih baik yaitu 177,01 rpm, Torsi rotor  $T_r$  0,001058 Nm, dan coefesien torsi C sebesar 0,001058 %. di bandingkan tanpa menggunakan pengarah aliran. Pada kecepatan angin 3,21 m/s turbin angin atap rumah dengan pengarah aliran juga mampu menghasilkan output putaran turbin, lebih baik sebesar 219,15 rpm, Torsi rotor  $T_r$  0,001264 Nm, dan coefesien torsi  $C_T$  sebesar 0,64104 %. Selanjutnya pada kecepatan angin 5,11 m/s turbin angin atap rumah dengan pengarah aliran juga menghasilkan output putaran turbin lebih baik, sebesar 369,22 rpm, Torsi rotor  $T_r$  0,001195 Nm, dan coefesien torsi  $C_T$  sebesar 0,23902 %.

**Kata Kunci :** Kecepatan angin, Pengarah aliran, Output unjuk kerja

### Abstract

*Lack of research that focuses on the application of small-scale wind turbines that produce electricity with an elongated shape that is applied to the roof ridge utilizing the area of the wind sweep of the roof slope. Considering that the wind speed on the roof ridge is relatively low, it is rarely used because it is assumed that the electricity generated is considered small, even though the utilization of wind potential with a wind turbine conversion system as a small-scale electricity producer is very promising. But the problem of changing wind direction is also a serious problem in the application of roof ridge wind turbines, a wind directional mechanism is needed to maximize the wind that flows on the surface of the roof slope and directs it towards the ridge. So that in this research, the focus will be on adding a flow guide to maximize the turbine rotation output.*

*Testing this turbine using an experimental method (experimental research) that is making tools and making direct observations on the roof ridge wind turbine so that it can find out the output produced by the turbine without a guide and using a wind flow guide. The result is that at a wind speed of 2.17 m/s, a roof wind turbine with a flow guide produces a better turbine rotation output, namely 177.01 rpm, rotor torque  $T_r$  0.001058 Nm, and torque coefficient  $C$  of 0.001058%. compared without using a flow guide. At a wind speed of 3.21 m/s, the roof wind turbine with a flow guide is also able to produce turbine rotation output, which is better at 219.15 rpm, rotor torque  $T_r$  0.001264 Nm, and  $CT$  torque coefficient of 0.64104%. Furthermore, at a wind speed of 5.11 m/s, a roof wind turbine with a flow guide also produces a better turbine rotation output, amounting to 369.22 rpm, rotor torque  $T_r$  0.001195 Nm, and  $CT$  torque coefficient of 0.23902%.*

**Keywords:** wind speed, flow direction, performance output

## PENDAHULUAN

Pemanfaatan potensi angin sebagai penghasil energi listrik lebih banyak di fokuskan pada pengembangan skala besar, masih sedikit penelitian yang di fokuskan pada pengaplikasian turbin angin skala kecil yang menghasilkan listrik dengan bentuk memanjang yang di aplikasikan pada bubungan atap memanfaatkan luas area sapuan angin kemiringan atap. Mengingat kecepatan angin di bubungan atap tergolong rendah sehingga sangat jarang di manfaatkan karena di asumsikan listrik yang di hasilkan di anggap kecil, padahal pemanfaatan potensi angin dengan system pengkonversian turbin angin sebagai penghasil listrik skala kecil sangat menjanjikan.

## TINJAUAN PUSTAKA

Turbin angin skala kecil yang dipasang di lingkungan binaan diklasifikasikan sebagai teknologi pembangkit mikro. Hasil investigasi penerapan tenaga angin pada gedung. Pertama, informasi umum diberikan untuk jenis turbin angin yang umum digunakan pada bangunan. Kedua, aerodinamika angin dan aliran angin di atas bangunan diselidiki berdasarkan data meteorologi lokal dan karakteristik bangunan setempat.

Namun, untuk menerima sumber daya energi angin potensial tertinggi

dan menghindari area turbulen, alat *Computational Fluid Dynamics (CFD)* harus digunakan untuk memodelkan aliran angin tahunan di atas gedung untuk membantu menganalisis, menemukan, dan merancang turbin angin di dalam dan di sekitar gedung. Tiga model sampel berbeda untuk bangunan dan daerah pemukiman pedesaan dijelaskan dengan model CFD. (Dursan ahyan, safak saglam, 2011).



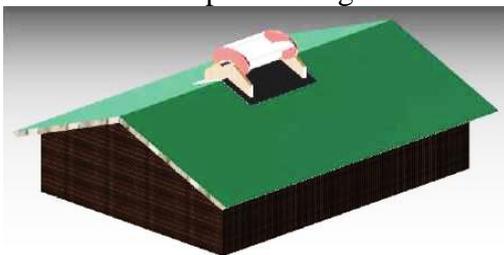
Gambar 2.1 turbin angin bubungan atap  
Sumber : (Dursan ahyan, safak saglam, 2011)

### Pengaruh Kondisi Angin Pada Penempatan Turbin Yang Optimal

Secara umum, geometri bangunan memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas bangunan kinerja daya turbin angin. Misalnya, bangunan mungkin dirancang secara aerodinamis untuk mengangkat dan menyalurkan angin ke turbin untuk digunakan keuntungan dari perbesaran kecepatan angin. Chaudhry et al. (2014) telah ditemukan, melalui investigasi *CFD* di Bahrain World Trade pusat, bahwa bentuk aerodinamis melingkar optimal

untuk turbin angin di sekitar bangunan bertingkat tinggi dibandingkan dengan bentuk persegi dan segitiga, terutama untuk daerah dengan arah angin yang tersedia. Atas dasar ini, turbin ditempatkan pada bangunan dengan atap miring, gedung-gedung tinggi dengan atap datar yang menyediakan kinerja energi tinggi. Bagian dinding berfungsi sebagai arah angin yang dapat menghasilkan efek positif kinerjanya terhadap turbin angin yang terpasang, karena mampu meningkatkan kecepatan aliran angin. Selanjutnya, menempatkan turbin di puncak kemiringan tengah atap di ketinggian maksimum yang dapat dicapai, sekali lagi, dapat meningkatkan kinerja turbin. Abohela et al. (2013).

Turbin angin bubungan atap merupakan sebuah turbin angin yang diletakkan tepat di atas atap rumah dengan bentuk memanjang dan memang kalau dilihat tidak seperti sebuah turbin angin. Mujiburrahman (2016). Sumber listrik dari sebuah turbin angin adalah salah satu alternatif yang digunakan untuk menghemat energi listrik dan tentu ramah lingkungan. Kendala yang dihadapi dengan pemasangan turbin angin ini biasanya adalah masalah tempat dimana kita harus menyediakan sebuah tiang yang cukup kuat dan sedikit merusak pemandangan.



Gambar 2.2. Turbin angin bubungan atap.

Sumber : Mujiburrahman 2016

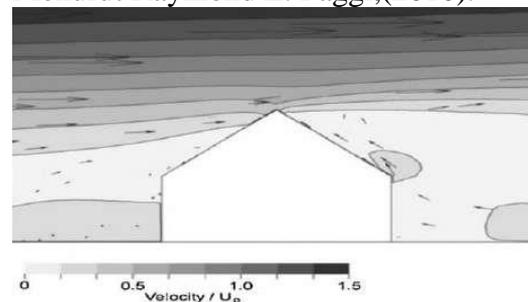
Kelebihan dari Turbin Angin Bubungan Atap pemasangan yang lebih mudah dan tidak merusak pemandangan. berbentuk memanjang, apabila aliran angin mengenai sudu akan menyebabkan turbin tersebut

berputar dan menghasilkan tenaga listrik.

Untuk menghasilkan unjuk kerja yang optimal, perlu mempertimbangkan faktor yang berpengaruh terhadap unjuk kerja Turbin angin bubungan atap seperti, pengaruh kecepatan angin dikemiringan atap, pengaruh pola aliran angin terhadap kemiringan atap, pengaruh jenis airfoil, jumlah sudu, dan panjang sudu, yang digunakan sebagai data penunjang dalam penelitian ini.

### Potensi Energi Angin Bubungan Atap

Sistem pemanfaatan energi angin yang dapat di pasang sepanjang bubungan atap miring dan mengambil keuntungan penuh dari terkenal "efek atap" di mana dampak angin di permukaan kemiringan atap dan memandu mengalihkan aliran udara ke puncak atap, sehingga menaikkan kecepatan angin. Raymond E. Paggi, (2010). Efek ini mirip dengan udara meningkat dalam kecepatan lebih dari sayap, yang menurunkan tekanan udara di atas sayap menurut persamaan Bernoulli dan dengan demikian memberikan tumpangan ke sayap. Efek ini juga menyebabkan atap rumah terhindar dari badai karena aliran angin yang terjadi mengikuti aliran kemiringan atap dan mengurangi tekanan yang terjadi distruktur atap. Menurut Raymond E. Paggi, (2010).



Gambar 2.6 Pola aliran udara kemiringan atap rumah (Sumber : Ridgeblade wind turbin)

Profil kecepatan angin melintasi rumah di tengah baris paling berlawanan arah angin rumah dalam susunan bangunan. Penemuan ini

menyediakan lima sampai delapan kali energi dari turbin angin berukuran tipe baling - baling setara dengan tidak dipasang di atap miring.

Oleh karena itu, kincir atau turbin angin sering disebut sebagai Sistem Konversi Energi Angin (SKEA). Energi kinetik dapat dinyatakan dengan rumus:

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

- $E_k$  = energi kinetik (joule)
- $m$  = massa udara (kg)
- $v$  = kecepatan angin (m/s)

$$m = \rho \cdot A \cdot v^3 \dots\dots\dots (2.2)$$

Di mana :

- $m$  = laju alir massa udara (kg/s)
- $v$  = kecepatan udara (m/s)
- $\rho$  = kerapatan udara (kg/m<sup>3</sup>)
- $A$  = luas penampang (m<sup>2</sup>)

$$\text{Jika } A = d \times h \dots\dots\dots (2.3)$$

Di mana :

- $d$  = diameter sudu (m)
- $h$  = tinggi sudu (m)

$$\text{Pangin} = \frac{\text{Energi}}{\text{waktu}} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 / t \\ &= \frac{1}{2} \cdot m / t \cdot v^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot C_p \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \dots\dots\dots (2.5) \end{aligned}$$

Sedangkan daya rotor yang di bangkitkan oleh turbin angin dirumuskan sebagai berikut :

$$P_r = C_p \cdot \frac{1}{2} \rho A v^3 \dots\dots\dots (2.6)$$

Di mana :

- $P_r$  = daya rotor (W)
- $\rho$  = massa jenis udara (kg/m<sup>3</sup>)
- $A$  = luas penampang (m<sup>2</sup>)
- $v$  = kecepatan angin (m/s)

$$\lambda = \frac{\pi D n}{60 v} \dots\dots\dots (2.7)$$

Di mana :

- $\lambda$  = tip speed ratio
- $D$  = diameter turbin (m)

- $n$  = putaran turbin (rpm)
- $v$  = kecepatan angin (m/s)

Sedangkan torsi rotor yang di bangkitkan oleh turbin angina dirumuskan sebagai berikut :

$$T_r = C_T = \frac{1}{2} \rho v^2 A \cdot r \dots\dots\dots (2.8)$$

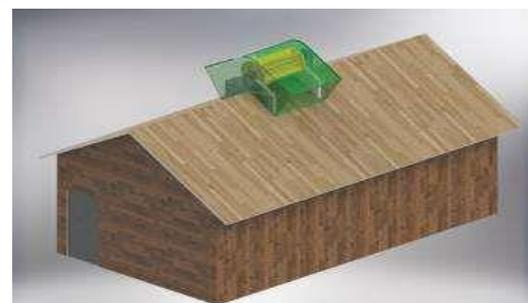
Dan untuk coefesien torsi yang di bangkitkan oleh turbin angina dirumuskan sebagai berikut :

$$C_T = C_p / \lambda \dots\dots\dots (2.9)$$

**METODE PENELITIAN**

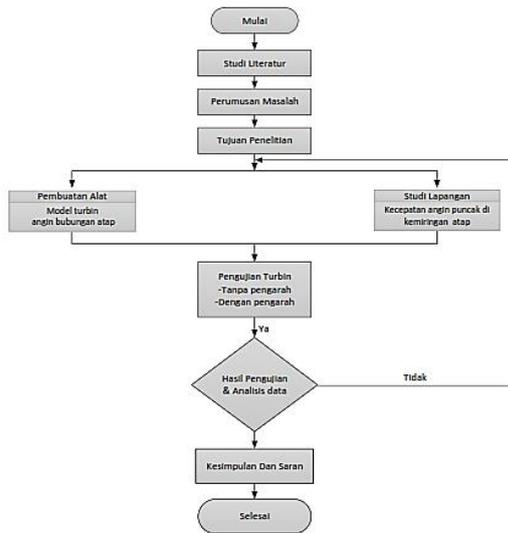
Pengujian turbin ini menggunakan metode eksperimental (*experimental research*) yaitu membuat alat dan melakukan pengamatan secara langsung pada Turbin angin bubungan atap sehingga dapat mengetahui output yang di hasilkan oleh turbin tanpa pengarah dan menggunakan pengarah aliran angin. Model uji yang digunakan didalam penelitian ini menggunakan sudu savonius tipe L sudu 4 terdiri dari : Rotor yang menghubungkan sudu, Sudu untuk mengekstrak energi angin, pengarah aliran, Poros bagian yang mentransmisikan putaran, Bearing sebagai bantalan poros, Frame sebagai dudukan turbin ke atap, Penutup berfungsi sebagai pengarah aliran angin. Turbin angin di uji menggunakan terowongan angina sederhana, sesuai dengan variabel dan parameter pengujian.

**Gambar Rancangan**

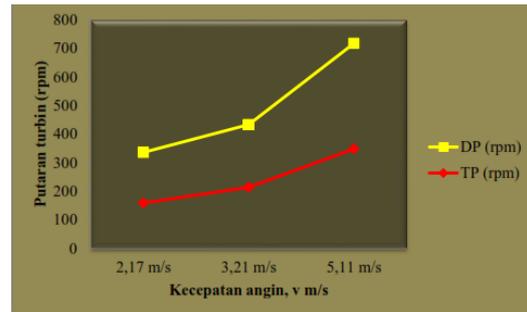


Gambar 3.1 Turbin Angin Bubungan Atap

**Diagram Aliran Penelitian**



Gambar 3.4 FlowChart Penelitian



Gambar 4.2. Perbandingan Putaran Turbin,  $n$  (rpm)

Gambar 4.2 menunjukkan hubungan kecepatan angin terhadap masing-masing putaran turbin dimana hasil pengujian turbin angin tanpa menggunakan pengarah aliran pada kecepatan angin 2,17 m/s mampu menghasilkan nilai putaran sebesar 159,13 rpm. Sedangkan turbin angin dengan menggunakan pengarah aliran pada kecepatan angin yang sama mampu menghasilkan nilai putaran sebesar 177,01 rpm. Selanjutnya pengujian pada kecepatan angin 3,21 m/s, turbin angin tanpa menggunakan pengarah aliran mampu menghasilkan nilai putaran sebesar 214,06 rpm. Sedangkan turbin angin dengan menggunakan pengarah aliran pada kecepatan angin yang sama mampu menghasilkan nilai putaran sebesar 219,15 rpm. Pada pengujian kecepatan angin 5,11 m/s, turbin angin tanpa menggunakan pengarah aliran mampu menghasilkan nilai putaran sebesar 348,18 rpm. Sedangkan turbin angin dengan menggunakan pengarah aliran pada kecepatan angin yang sama mampu menghasilkan nilai putaran sebesar 369,22 rpm.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**



Gambar 4.1. Pengambilan data pengujian turbin

Tabel 4.1. Data Hasil Pengujian Putaran Turbin,  $n$  (rpm)

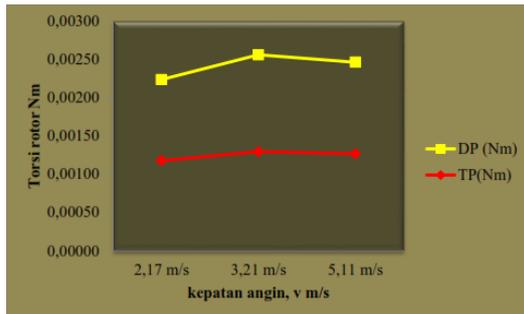
Kecepatan angin, $v$ (m/s)	Tanpa pengarah, $n$ (rpm)	Dengan Pengarah, $n$ (rpm)
2,17 m/s	159,13	177,01
3,21 m/s	214,06	219,15
5,11 m/s	348,18	369,22

Tabel 4.2. Data Hasil Pengujian Torsi Rotor,  $T$  (Nm)

Kecepatan angin, $v$ (m/s)	Tanpa pengarah, $T_r$ (Nm)	Dengan pengarah, $T_r$ (Nm)
2,17 m/s	0,00118	0,001058
3,21 m/s	0,00129	0,001264
5,11 m/s	0,00127	0,001195

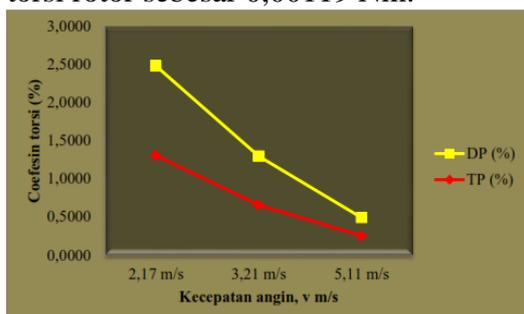
Tabel 4.4. Data Hasil Pengujian Torsi Rotor,  $C$  (%)

Kecepatan angin, $v$ (m/s)	Tanpa pengarah, $C_T$ (%)	Dengan pengarah, $C_T$ (%)
2,17 m/s	1,3059	1,17402
3,21 m/s	0,6563	0,64104
5,11 m/s	0,2535	0,23902



Gambar 4.3. Perbandingan Torsi Rotor  $T_r$  (Nm)

Gambar 4.3 menunjukkan hubungan kecepatan angin terhadap masing-masing putaran turbin dimana hasil pengujian turbin angin tanpa menggunakan pengarah aliran pada kecepatan angin 2,17 m/s mampu menghasilkan nilai torsi rotor sebesar 0,00118 Nm. Sedangkan turbin angin dengan menggunakan pengarah aliran pada kecepatan angin yang sama mampu menghasilkan nilai putaran sebesar 0,00105 Nm. Selanjutnya pengujian pada kecepatan angin 3,21 m/s, turbin angin tanpa menggunakan pengarah aliran mampu menghasilkan nilai torsi rotor 0,00129 Nm. Sedangkan turbin angin dengan menggunakan pengarah aliran pada kecepatan angin yang sama mampu menghasilkan nilai putaran sebesar 0,00126 Nm. Dan pada pengujian kecepatan angin 5,11 m/s, turbin angin tanpa menggunakan pengarah aliran mampu menghasilkan nilai torsi rotor sebesar 0,00127 Nm. Sedangkan turbin angin dengan menggunakan pengarah aliran pada kecepatan angin yang sama mampu tampil lebih baik menghasilkan nilai torsi rotor sebesar 0,00119 Nm.



Gambar 4.4. Perbandingan Coefisien Torsi  $C_T$ (%)

Gambar 4.3 menunjukkan hubungan kecepatan angin terhadap masing-masing

putaran turbin dimana hasil pengujian turbin angin tanpa menggunakan pengarah

aliran pada kecepatan angin 2,17 m/s mampu menghasilkan coefesien torsi  $C_t$  sebesar 1,3059 %. Sedangkan turbin angin dengan menggunakan pengarah aliran pada kecepatan angin yang sama mampu menghasilkan coefesien torsi  $C_T$  sebesar 1,17402%.

Selanjutnya pengujian pada kecepatan angin 3,21 m/s, turbin angin tanpa menggunakan pengarah aliran mampu menghasilkan coefesien torsi  $C_T$  0,6563 %.

Sedangkan turbin angin dengan menggunakan pengarah aliran pada kecepatan angina yang sama mampu menghasilkan nilai coefesien torsi  $C_T$  sebesar 0,644104 %. Dan pada pengujian kecepatan angin 5,11 m/s, turbin angin tanpa menggunakan pengarah aliran mampu menghasilkan nilai coefesien torsi  $C_T$  sebesar 0,2535 %. Sedangkan turbin angin dengan menggunakan pengarah aliran pada kecepatan angin yang sama mampu tampil lebih baik menghasilkan nilai coefesien torsi  $C_T$  sebesar 0,2535 %. Sedangkan turbin angin dengan menggunakan pengarah aliran pada kecepatan angin yang sama mampu tampil lebih baik menghasilkan nilai coefesien torsi  $C_T$  sebesar 0,23902 %.

### KESIMPULAN

1. Hasil pengujian perbandingan unjuk kerja pada kecepatan angin 2,17 m/s turbin angin atap rumah dengan pengarah aliran menghasilkan output putaran turbin,  $n$  lebih baik sebesar 177,01 rpm, Torsi rotor  $T_r$  0,001058 Nm, dan coefesien torsi  $C_T$  sebesar 0,001058 %. Sedangkan turbin atap rumah tanpa pengarah aliran memiliki output sedikit lebih rendah sebesar 159,13 rpm, Torsi

- rotor  $T_r$  0,00118 Nm, dan coefesien torsi  $C_T$  sebesar 1,3059 %.
2. Hasil pengujian perbandingan unjuk kerja pada kecepatan angin 3,21 m/s turbin angin atap rumah dengan pengarah aliran menghasilkan output putaran turbin,  $n$  lebih baik sebesar 219,15 rpm, Torsi rotor  $T_r$  0,001264 Nm, dan coefesien torsi  $C_T$  sebesar 0,64104 %. Sedangkan turbin atap rumah tanpa pengarah aliran memiliki output sedikit lebih rendah sebesar 214,06 rpm, Torsi rotor  $T_r$  0,00129 Nm, dan coefesien torsi  $C_T$  sebesar 0,6563 %.
  3. Hasil pengujian perbandingan unjuk kerja pada kecepatan angin 5,11 m/s turbin angin atap rumah dengan pengarah aliran menghasilkan output putaran turbin,  $n$  sebesar 369,22 rpm, Torsi rotor  $T_r$  0,001195 Nm, dan coefesien torsi  $C_T$  sebesar 0,23902 %. Sedangkan turbin atap rumah tanpa pengarah aliran memiliki output putaran turbin,  $n$  sebesar 348,18 rpm, Torsi rotor  $T_r$  0,00127 Nm, dan coefesien torsi  $C_T$  sebesar 0,2535 %.

## REFERENSI

- [1] Dursan Ahyan, Safak Saglam, 2011. Tinjauan Teknis Sistem Tenaga Angin Yang Dipasang Di Gedung Dan Contoh Model Simulasi.
- [2] Raymond E. Paggi, 2010. Roof Ridge Wind Turbine.
- [3] Glen Kane, 2010. Roof Top Wind Generator. [https:// patents. google. Com / patent / US20100037541A1 /en.](https://patents.google.com/patent/US20100037541A1/en)
- [4] Lukmanul Hakim, dkk 2012. Analisis Dan Simulasi Penggunaan Diffuser Pada Turbin Angin Daerah Pemukiman Dengan Berbagai Variasi Geometri. [http://lib.ui.ac.id /file?file=digital/20308915-S42819.](http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/20308915-S42819)
- [5] Hendra A. 2012, Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Savonius. Universitas Brawijaya. [http:// repository. ub.ac.id/ 141591.](http:// repository. ub.ac.id/ 141591)
- [6] Andry kusbiantoro, dkk 2013. Pengaruh Lengkung Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Poros Vertikal Savonius. [http://repository.ub.ac.id/142036.](http://repository.ub.ac.id/142036)
- [7] Lukas deisadze, dkk 2013. Vertical Axis Wind Turbine Evaluation and Design. [https:// web.wpi.edu/ Pubs/E-project/Available/ E-project 042413230210/ unrestricted / 1235\\_VAWT\\_MQP.](https://web.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project042413230210/unrestricted/1235_VAWT_MQP)