

## STUDI PENGEMBANGAN PENGARAH ANGIN SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN KINERJA TURBIN ANGIN DUA TINGKAT DARRIEUS TYPE H

**Iswahyudi**

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
E-mail: Iswahyudiiswahyudi@mhs.unesa.ac.id

**Indra Herlamba Siregar**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
E-mail: indrasiregar@unesa.ac.id

### Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui daya dan efisiensi yang dihasilkan ketika dilakukan penambahan pengarah angin sebagai upaya peningkatan kinerja turbin angin dua tingkat darrieus type H. Jenis penelitian ini adalah jenis penelitian eksperimen, meliputi penambahan pengarah angin dengan beban yang berbeda namun dengan kecepatan yang sama pada model turbin angin dua tingkat darrieus type H yang terdiri dari 3 variasi pengarah angin, yaitu dengan menggunakan pengarah angin 1 sekat, menggunakan pengarah angin 2 sekat, dan tanpa menggunakan pengarah angin. Faktor – faktor yang diobservasi dan diukur yaitu daya dan efisiensi. Hasil penelitian eksperimen yang dilakukan yaitu pada kecepatan 6 m/s menggunakan pengarah angin 2 sekat (deflektor) daya maksimal yang diperoleh yaitu sebesar 2,10 watt pada beban 5400 gram dan hasil efisiensi terbesar menggunakan pengarah angin 2 sekat adalah sebesar 19,20 % dengan beban 4500 gram pada kecepatan 6 m/s.

**Kata Kunci:** Pengarah Angin, Turbin Angin Dua Tingkat, Turbin Angin Darrieus.

### Abstract

The purpose of this research is to know the power and efficiency is generated when done adding steering winds in an effort to increase the performance of darrieus wind turbine two-level type H. Type of this research is the kind of research experiments, including the addition of steering winds with loads of different but with the same speed on a two-level model of darrieus wind turbine type H consists of 3 variations of the Steering winds, that is by using the Steering winds 1 bulkhead, using Steering winds 2 bulkhead, and without using the Steering winds. Factor – factors that are observed and measured, namely power and efficiency. Result research experiments, namely at a speed of 6 m/s wind steering using the 2 bulkhead (deflector) maximum power is obtained i.e. amounting to 2.10 Watts on a load of 5400 grams and the biggest efficiency results using steering wind 2 bulkhead is 19.20% with load 4500 grams at a speed of 6 m/s.

**Keywords:** Steering Winds, Wind Turbine is Two Level, Darrieus Wind Turbine.

### PENDAHULUAN

Semakin pesatnya perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan menjadikan manusia berlomba untuk menciptakan atau mengembangkan teknologi yang ada. Pengembangan teknologi dimaksudkan untuk mendapatkan hasil yang maksimal namun dengan biaya yang lebih efisien. Salah satu contohnya adalah pengembangan energi fosil. Pengembangan energi fosil dilakukan untuk mengurangi penggunaan energi fosil secara terus-menerus tanpa memikirkan energi alternatif lainnya.

Energi fosil adalah energi yang berasal dari alam, seperti fosil-fosil yang menghasilkan gas, batu bara, minyak bumi, matahari, air dan angin merupakan energi yang sangat penting dalam kehidupan manusia karena sifatnya yang dapat menggerakkan berbagai hal di dunia.

Penggunaan energi fosil tak hanya memiliki dampak positif pada lingkungan, namun juga berdampak negatif pada lingkungan. Dampak negatif pemanfaatan energi fosil seperti halnya pengeboran gas alam yang dilakukan oleh PT. Minarak Lapindo di Sidoarjo, Jawa Timur. Pengeboran gas bumi tersebut berdampak negatif pada lingkungan yaitu rusaknya lingkungan sekitar yang terendam lumpur.

Mengutip dari media *online* yaitu REPUBLIKA.CO.ID, Surabaya. Peneliti di *Laboratory of Electronic Kitami Institute of Technologi*, Hokkaido, Jepang. Energi fosil seperti batu bara, minyak bumi dan gas alam akan habis pada tahun 2050. “Berdasarkan *Global Wind Energy Council (GWEC)*, sebuah statistik turbin-turbin di dunia menjelaskan bahwa pada tahun 2050 mendatang, tren di Eropa nanti akan menggunakan 100% sumber energi terbarukan untuk pasokan energi listrik. Solusi pemerintah adalah bekerja sama dengan

Universitas dan perusahaan untuk membangun turbin angin (*wind turbine*) untuk memenuhi pasokan listrik.

Salah satu pengembangan energi terbarukan yang sedang dilakukan untuk mengurangi pemakaian energi yang bersifat minim limbah dan digunakan secara gratis adalah pengembangan energi angin. Pemanfaatan energi angin sebagai sumber energi di dunia khususnya di Indonesia bukan tidak mungkin dikembangkan lebih lanjut. Potensi angin yang melimpah di kawasan pesisir pantai Indonesia merupakan salah satu tempat yang berpotensi untuk pengembangan energi angin.

Negara Indonesia memiliki pantai sepanjang 80.791,42 km. Garis panjang pantai tersebut merupakan wilayah yang potensi untuk mengembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Angin dengan kecepatan hembusan angin rata-rata sekitar 3 m/s – 5 m/s dan arah angin selalu berubah-ubah sehingga akan sulit untuk menghasilkan energi listrik dengan jumlah skala besar. Hal ini dikarenakan letak geografis Indonesia merupakan Negara tropis. Sehingga pengembangan pemanfaatan angin di Indonesia tergolong rendah (Yudha Pratomo, 2012).

Turbin angin adalah kincir angin yang digunakan untuk membangkitkan energi listrik. Turbin angin pada awalnya digunakan petani untuk penggilingan padi, namun seiring perkembangan jaman kincir angin dimanfaatkan perusahaan-perusahaan untuk mengurangi biaya pengeluaran setiap tahunnya.

Turbin angin sumbu vertikal memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan turbin angin sumbu horizontal yaitu mampu menyerap angin dari segala arah. Turbin angin sumbu vertikal mampu berputar pada kecepatan rendah dan tidak memerlukan tempat yang luas. Turbin angin sumbu vertikal memiliki 2 jenis, yaitu turbin angin tipe drag atau sering dikenal dengan turbin angin savonius dan turbin angin tipe lift atau turbin angin darrieus. Turbin angin savonius terdiri dari kurva atau lebih yang membentuk huruf "S". Sedangkan turbin angin darrieus tipe egg-beater namun telah dimodifikasi tipe H dimana prinsip kerja turbin angin ini bentuk bilahnya menyerupai airfoil sehingga aliran yang menerpa bilah membentuk gaya lift yang menyebabkan turbin angin berputar.

Penelitian mengenai turbin angin darrieus tipe H merupakan turbin angin sumbu vertikal yang mudah menangkap datangnya arah angin. Turbin angin darrieus mampu berputar dari kecepatan rendah. Beberapa penelitian yang terkait dengan turbin angin darrieus tipe H seperti turbin darrieus tipe H satu tingkat kombinasi dengan bilah tipe C yang dilakukan oleh Siregar dkk tahun 2016, kemudian Pengembangan turbin angin darrieus tipe H 1 tingkat menjadi darrieus tipe H 2 tingkat mampu kinerja turbin angin rata-rata sebesar

34,3 % dengan daya turbin angin dan  $C_p$  yang dihasilkan maksimal sebesar 0,72 watt dan  $C_p$  13,34 % pada sudut pitch  $30^\circ$  pada kecepatan angin 4,4 m/s (Androga, 2015).

Deflektor atau disebut juga dengan pengarah angin yang berfungsi untuk mengarahkan datangnya angin yang akan menerpa turbin angin. Penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Indra Herlamba Siregar, penggunaan deflektor yang digunakan pada turbin angin mampu meningkatkan daya dan efisiensi turbin angin.

Prinsip konsep deflektor dapat diterapkan untuk meningkatkan gaya angkat pada turbin angin sumbu vertikal juga karena gaya angkat *returning blade* pada turbin angin sumbu vertikal angkat sejajar dengan arah angin, torsi *negative returning blade* tidak sebesar seperti turbin angin sumbu vertikal berbasis *drag*. Oleh karena itu, keuntungan diwujudkan dengan angin yang terhambat secara langsung dari *returning blade* dengan deflektor lebih kecil dibandingkan turbin angin sumbu vertikal berbasis drag savonius (Chein dan Chung, 1988).

*Wind tunnel* (terowongan angin) adalah peralatan yang digunakan untuk melakukan pengujian aerodinamika terhadap sebuah model. Guna menghasilkan yang valid mengenai fenomena yang terjadi pada model ketika dialiri oleh suatu fluida, maka diperlukan kualitas aliran yang baik pada *wind tunnel* sehingga bisa diperoleh kerja maksimal dan dapat mereduksi beberapa masalah yang ditimbulkan pada aliran.

Beberapa penelitian di atas mengenai karakteristik turbin angin sumbu vertikal menggunakan deflektor berdampak positif pada putaran turbin angin. Pentingnya model pengarah angin yang penulis lakukan pada penelitian tersebut dimaksudkan untuk menghasilkan daya dan efisiensi turbin angin yang lebih besar daripada tanpa menggunakan pengarah angin.

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah dan batasan masalah yang ada, maka rumusan masalah penelitian ini adalah :

- Berapa daya yang dihasilkan ketika dilakukan penambahan pengarah angin sebagai upaya peningkatan kinerja turbin angin dua tingkat darrieus tipe H?
- Berapa efisiensi yang dihasilkan ketika dilakukan penambahan pengarah angin sebagai upaya peningkatan kinerja turbin angin dua tingkat darrieus tipe H?

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mengetahui daya yang dihasilkan ketika dilakukan penambahan pengarah angin sebagai upaya

peningkatan kinerja turbin angin dua tingkat darrieus type H?.

- Mengetahui efisiensi yang dihasilkan ketika dilakukan penambahan pengarah angin sebagai upaya peningkatan kinerja turbin angin dua tingkat darrieus type H?.

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

Penelitian yang penulis lakukan semoga bermanfaat bagi penulis dan bagi pembaca khususnya untuk menunjang pengetahuan tentang turbin angin. Manfaat penelitiannya yaitu:

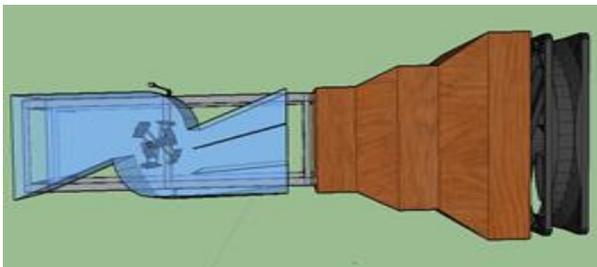
- Penelitian ini berkaitan dengan mata kuliah mesin konversi energi dan aerodinamika, sehingga dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan sedikit informasi mengenai turbin angin sumbu vertikal.
- Model penelitian dapat digunakan sebagai alat peraga untuk menunjang pembelajaran dibangku perkuliahan.

## METODE

### Instrument dan Alat Penelitian

Instrumen dan peralatan merupakan alat uji yang digunakan untuk melakukan pengujian sehingga memperoleh data penulisan. Instrumen dan peralatan yang digunakan dalam penelitian tersebut terdiri dari:

- Anemometer  
merk: lutron ABH 4225
- Hygrometer  
merk: hanna instrument
- Tachometer
- Bilah  
bahan PVC dengan dimensi chord 7,5 cm dengan panjang span 15 cm.



Gambar 1. Turbin Angin Hasil Perakitan

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- Variabel bebas (*Independent Variable*)  
Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menyebabkan terjadinya perubahan. Bahasa lain yang lebih mudah dari variabel bebas adalah faktor-faktor yang nantinya akan diukur, dipilih, dan dimanipulasi oleh peneliti untuk melihat

hubungan diantara fenomena atau peristiwa yang diteliti atau diamati.

Variabel bebasnya adalah variasi tanpa dan dengan menggunakan sekat (pengarah angin atau deflektor), beban pengukuran torsi turbin angin, kecepatan angin.

- Variabel terikat (*Dependent Variable*)  
Variabel terikat merupakan faktor-faktor yang diamati dan diukur oleh peneliti dalam sebuah penelitian, untuk menentukan ada tidaknya pengaruh dari variabel bebas.  
Variabel terikat pada penelitian yaitu daya dan efisiensi yang dihasilkan turbin angin 2 tingkat darrieus tipe H.
- Variabel kontrol  
Variabel kontrol atau disebut dengan variabel kendali. Variabel ini merupakan variabel yang diupayakan untuk dinetralisasi oleh sang peneliti dalam penelitian tersebut. Variabel inilah yang menyebabkan hubungan antara variabel bebas dan juga variabel terikat bisa tetap konstan. Variabel kontrol dalam hal ini adalah suhu ruangan dan kecepatan angin.

### Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen. Eksperimen adalah suatu cara untuk mencari hubungan sebab-akibat (hubungan kausal) antara dua faktor yang sengaja ditimbulkan oleh peneliti dengan mengeliminasi (mengurangi) atau menyisihkan faktor-faktor lain yang mengganggu. Eksperimen selalu dilakukan dengan maksud untuk melihat akibat suatu perlakuan. (Arikunto, 2006: 3)

### Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan data merupakan suatu proses yang penting dalam mencapai tujuan penelitian dimana parameter yang diukur adalah daya yang dihasilkan dan bagaimana efisiensinya. Teknik pengumpulan data menggunakan teknik eksperimen, yaitu mengukur atau menguji obyek yang diteliti dan mencatat hasil data-data yang diperlukan. Data-data yang diperlukan tersebut adalah daya yang dihasilkan oleh turbin, efisiensi pemakaian dari turbin angin sumbu vertikal.

### Analisis Data

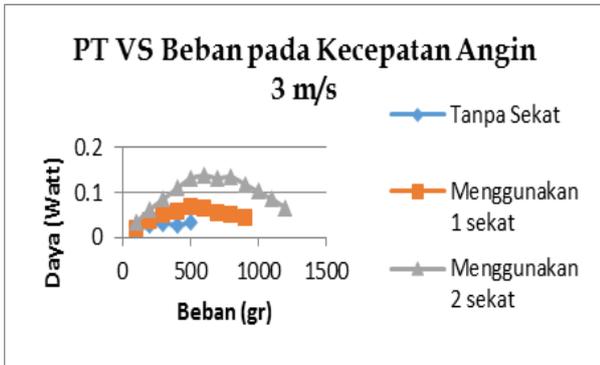
Teknik analisis data yang digunakan untuk menganalisa data pada penelitian ini adalah statistika deskriptif, sehingga analisis data dilakukan dengan cara menelaah data yang diperoleh dari eksperimen dimana hasilnya berupa data kuantitatif dalam bentuk grafik. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan atau menggambarkan data tersebut sebagaimana adanya dalam kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan

dipresentasikan sehingga pada intinya adalah sebagai upaya memberikan jawaban atas permasalahan yang diteliti (Sugiyono, 2007:147).

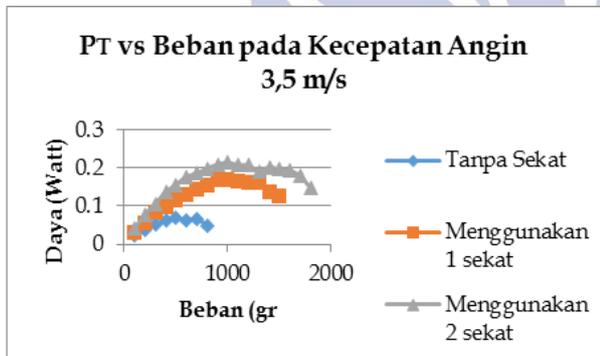
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Penelitian dan Pembahasan**

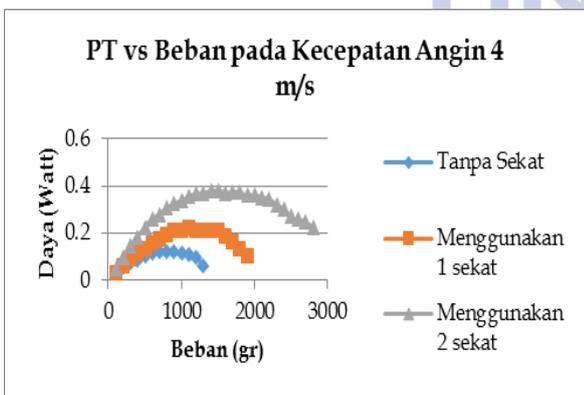
Daya turbin adalah daya yang dihasilkan oleh turbin angin setelah mengekstrak energi dari udara yang bergerak mengenai turbin dimana hasilnya dapat dilihat mulai gambar 1-8.



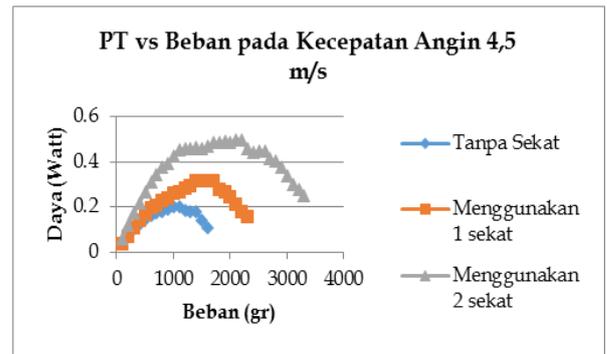
Gambar 2. Daya Turbin Angin Vs Beban Pada Kecepatan 3 m/s



Gambar 3. Daya Turbin Angin Vs Beban Pada Kecepatan 3,5 m/s



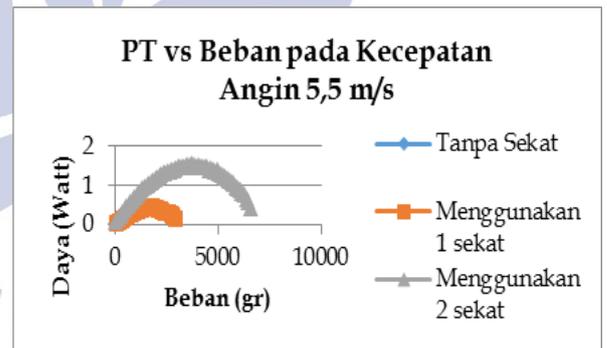
Gambar 4. Daya Turbin Angin Vs Beban Pada Kecepatan 4 m/s



Gambar 5. Daya Turbin Angin Vs Beban Pada Kecepatan 4,5 m/s



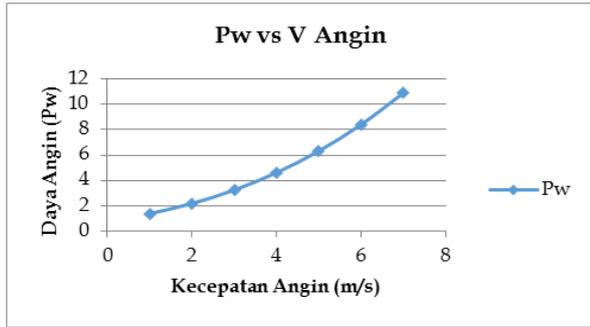
Gambar 6. Daya Turbin Angin Vs Beban Pada Kecepatan 5 m/s



Gambar 7. Daya Turbin Angin Vs Beban Pada Kecepatan 5,5 m/s



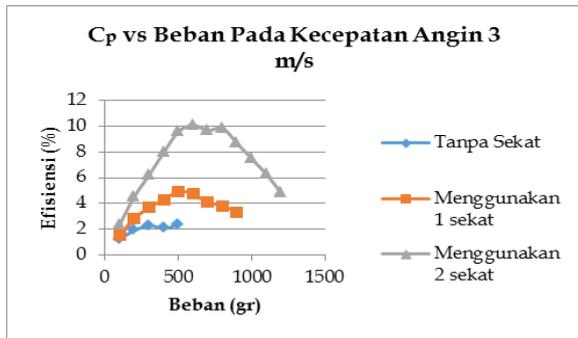
Gambar 8. Daya Turbin Angin Vs Beban Pada Kecepatan 6 m/s



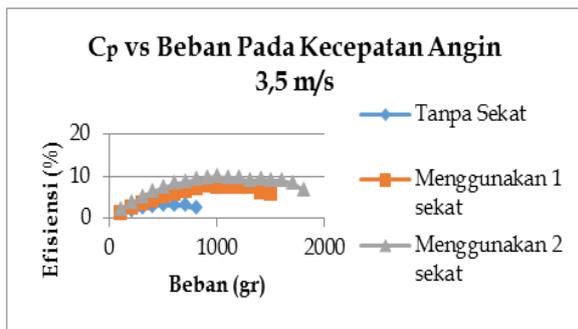
Gambar 9. Daya Turbin Vs Daya Angin

**Efisiensi**

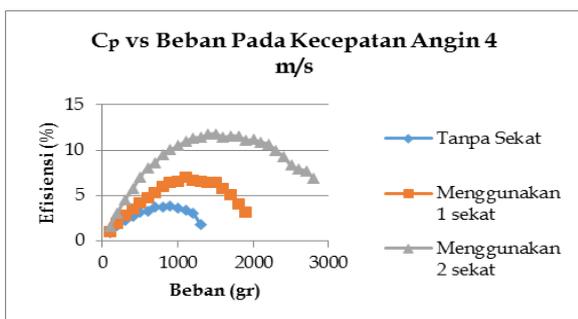
Efisiensi Turbin ( $C_p$ ) adalah perbandingan antara daya yang diserap turbin angin terhadap daya angin yang tersedia.



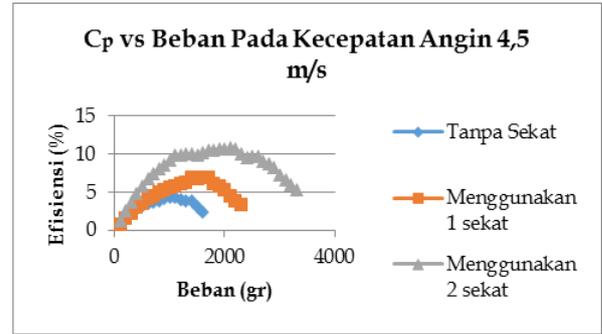
Gambar 10. Efisiensi Turbin Angin Vs Beban Pada Kecepatan 3 m/s



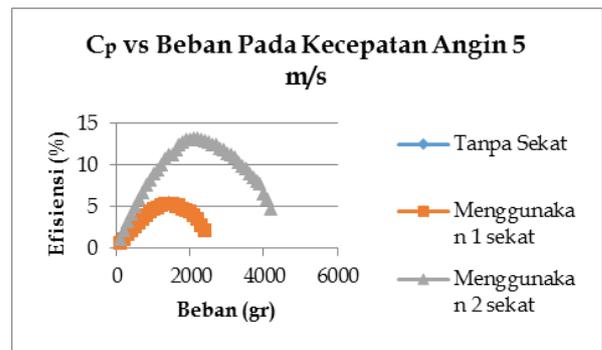
Gambar 11. Efisiensi Turbin Angin Vs Beban Pada Kecepatan 3,5 m/s



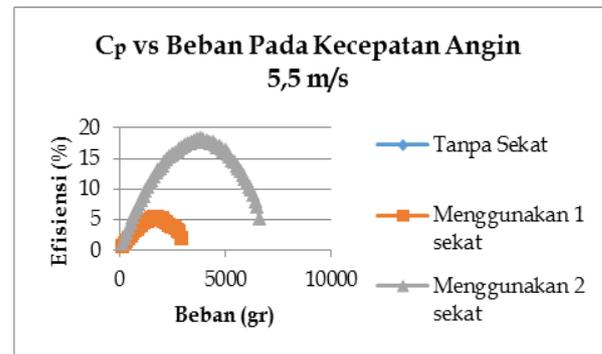
Gambar 12. Efisiensi Turbin Angin Vs Beban Pada Kecepatan 4 m/s



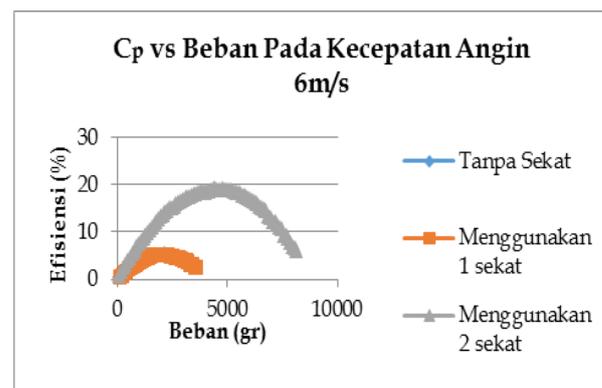
Gambar 13. Efisiensi Turbin Angin Vs Beban Pada Kecepatan 4,5 m/s



Gambar 14. Efisiensi Turbin Angin Vs Beban Pada Kecepatan 5 m/s



Gambar 15. Efisiensi Turbin Angin Vs Beban Pada Kecepatan 5,5 m/s



Gambar 16. Efisiensi Turbin Angin Vs Beban Pada Kecepatan 6 m/s

## PEMBAHASAN

### Pengaruh kecepatan Angin Terhadap Daya Turbin Angin

Kecepatan angin sangat berpengaruh terhadap daya yang dihasilkan oleh turbin angin. Hal ini dapat kita lihat pada tabel 4.28 menunjukkan bahwa daya yang dihasilkan pada kecepatan angin 6 m/s lebih besar dibandingkan kecepatan 3 m/s, 4 m/s, dan 5 m/s. Kecepatan 6 m/s tanpa menggunakan pengarah angin (deflektor) hasil daya maksimalnya yaitu sebesar 0,58 watt dengan beban 2200 gram, pada kecepatan angin 6 m/s menggunakan pengarah angin 1 sekat hasil daya maksimalnya yaitu sebesar 0,57 watt dengan beban 1900 gram, dan kecepatan angin 6 m/s menggunakan pengarah angin 2 sekat hasil daya maksimalnya yaitu sebesar 2,10 watt pada beban 5400 gram dengan menggunakan pengarah angin 2 sekat. Hasil daya dari ketiga model pengarah angin tersebut dapat kita ketahui daya terbesar pada penelitian turbin angin darrieus 2 tingkat adalah sebesar 19,20 % dan beban 4500 gram dengan menggunakan pengarah angin 2 sekat.

### Pengaruh Variasi Pengarah Angin Terhadap Turbin Angin

Pengarah angin atau dikenal dengan sebutan deflektor yang berfungsi untuk mengarahkan datangnya arah angin sebelum menerpa turbin angin. Pengarah angin pada turbin angin digunakan untuk memfokuskan pada *blade* yang akan pergi / torsi positif, sehingga *blade* yang akan datang / torsi negatif akan berputar sejajar dengan angin yang masuk melalui terowongan angin.

Prinsip konsep deflektor dapat diterapkan pada turbin angin sumbu vertikal karena gaya angkat *returning blade* pada turbin angin sumbu vertikal angkat sejajar dengan arah angin, maka torsi negatif *returning blade* tidak sebesar seperti turbin angin sumbu vertikal berbasis *drag*.

Perbedaan tanpa dan menggunakan pengarah angin adalah ketika angin masuk dan menerpa turbin angin tanpa menggunakan pengarah angin, maka angin akan mengenai bilah turbin yang pergi / torsi positif dan bilah turbin yang datang / torsi negatif, sehingga putaran turbin angin tidak maksimal karena angin mengenai sama-sama bilah turbin negatif dan bilah turbin positif. Sedangkan turbin angin yang menggunakan pengarah angin, ketika angin masuk menerpa bilah turbin angin, angin fokus pada bilah turbin angin yang pergi / torsi positif, sehingga arah angin dan putaran turbin sejajar dengan arah angin. Maka, torsi yang didapatkan ketika dilakukan penambahan pengarah angin akan lebih besar.

### Efisiensi Turbin Angin

Efisien daya atau *coefficient off power* ( $C_p$ ) merupakan perbandingan antara daya turbin angin (PT) dengan daya

angin ( $P_w$ ) yang diekstrak oleh turbin. Efisiensi turbin dapat kita lihat pada tabel 4.36 menunjukkan bahwa pada kecepatan 6 m/s grafik efisiensi tanpa menggunakan pengarah angin efisiensi paling besar adalah 5,36 % dengan beban 2200 gram, pada grafik efisiensi turbin angin menggunakan 1 sekat pengarah angin menunjukkan hasil terbesar adalah 5,23 % dengan beban 1900 gram. Sedangkan efisiensi paling besar turbin angin menggunakan 2 sekat adalah sebesar 19,20 % dengan beban 4500 gram. Efisiensi dari ketiga model pengarah angin tersebut dapat kita ketahui efisiensi terbesar pada penelitian turbin angin darrieus 2 tingkat adalah sebesar 19,20 % dan beban 4500 gram dengan menggunakan pengarah angin 2 sekat.

## PENUTUP

### Simpulan

Dari analisa yang telah dibahas pada bab sebelumnya tentang karakteristik dari pengaruh penambahan pengarah angin turbin angin darrieus 2 tingkat, dapat disimpulkan:

- Kecepatan 6 m/s tanpa menggunakan pengarah angin (deflektor) hasil daya maksimalnya yaitu sebesar 0,58 watt dengan beban 2200 gram, pada kecepatan angin 6 m/s menggunakan pengarah angin 1 sekat hasil daya maksimalnya yaitu sebesar 0,57 watt dengan beban 1900 gram, dan kecepatan angin 6 m/s menggunakan pengarah angin 2 sekat hasil daya maksimalnya yaitu sebesar 2,10 watt pada beban 5400 gram dengan menggunakan pengarah angin 2 sekat. Hasil daya dari ketiga model pengarah angin tersebut dapat kita ketahui daya terbesar pada penelitian turbin angin darrieus 2 tingkat adalah sebesar 2,10 watt dan beban 5400 gram dengan menggunakan pengarah angin 2 sekat.
- Hasil penelitian mengenai efisiensi terbesar adalah pada kecepatan 6 m/s. Efisiensi tanpa menggunakan pengarah angin yaitu sebesar 5,36 % dengan beban 2200 gram, pada efisiensi turbin angin menggunakan pengarah angin 2 sekat menunjukkan hasil terbesar adalah 5,23 % dengan beban 1900 gram. Sedangkan efisiensi paling besar turbin angin menggunakan pengarah angin 2 sekat adalah sebesar 19,20 % dengan beban 4500 gram. Maka hasil keseluruhan efisiensi terbesar tanpa dan dengan menggunakan pengarah angin adalah sebesar 19,20 % dengan beban 4500 gram.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai turbin angin tipe *vertical axis*, seperti menambahkan model pengarah angin dan diameter turbin angin yang lebih besar agar dapat di bandingkan hasilnya.

Untuk penelitian selanjutnya, gunakan pengembangan model pengarah angin pada turbin angin ditempat terbuka dengan penggerak angin alami menggunakan turbin angin yang lebih besar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Altan, Burcin Deda, dkk. *The use a curtain design to increase the performance level of a savonius wind rotors.*
- Androga, F.M. and Siregar, I.H., 2015. Uji Eksperimental Model Turbin Angin Darrieus Tipe H 2 Tingkat Dengan Kombinasi 3 Bilah Naca 0018 Dan 2 Bilah Savonius Per Tingkat. *Jurnal Mahasiswa Teknologi Pendidikan*, 1(01)..
- Chein, R., Chung, J.N., 1988. *Discrete-vortex simulation of flow over inclined and normal plates.* Computers and Fluids 16, 405–427.
- Fitrandi, R.I. and Siregar, I.H., 2014. Karakteristik Turbin Angin Savonius 2 Dan 3 Blade Dengan Menggunakan Bantuan Guide Vane. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(02).
- Siregar., I.H., 2007. *Mesin Konversi Energi.* Surabaya: Unipress.
- Siregar, I.H., 2014. Komparasi Kinerja Turbin Angin Sumbu Vertikal Darrieus Tipe-H Dengan Bilah Profil NACA 0018 Dengan dan Tanpa Wind Deflector. *Cylinder: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(1), pp.28-34.
- Siregar, I.H. and Ansori, A., 2016. Performance of Combined Vertical Axis Wind Turbine blade between airfoil NACA 0018 with Curve Blade with and without Guide vane.
- Shaughnessy, B.M., Probert, S.D., 1992. *Partially-blocked Savonius rotor.* Applied Energy 43, 239–24.
- Sukamto. I.H., 2012. *Karakteristik turbin angin vertical axis profil naca 0018 dengan blade berbantuan guide vane.* Jurnal Pendidikan Teknik Mesin, 1(1).