

PENGARUH SUDUT PITCH PADA BLADE TERHADAP KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL TIPE DARRIEUS-H NACA 3412

Fina Andika Frida Astuti

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang

E-mail: fina.andika@gmail.com

Abstrak

Bagian Energi angin merupakan energi terbaharukan yang pemanfaatannya masih belum dikembangkan secara maksimal. Pemanfaatan turbin angin, energi angin dirubah menjadi energi mekanik dan untuk menghasilkan listrik melalui generator. Turbin angin selain ramah lingkungan, murah, mudah dioperasikan dan mudah untuk dilakukan pemeliharaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh sudut pitch terhadap kinerja untuk tipe turbin angin sumbu vertikal darrieus H dengan profil NACA 3412. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, dengan sudut pitch, jumlah sudu dan kecepatan angin yang divariasikan. Sudut pitch yang diberikan adalah -200, -100, 00, 100, 200, 300. Kecepatan angin yang diberikan adalah 3,0 m/s, 3,5 m/s, dan 3,9 m/s. Jumlah sudu yang digunakan adalah 2 unit, 3 unit dan 4 unit. Kinerja turbin angin dilihat dari daya listrik yang dihasilkan (W). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudut pitch pada semua kecepatan angin mempunyai pengaruh terhadap daya listrik yang dihasilkan turbin angin. Daya listrik tertinggi terdapat pada sudut pitch 00 (4,7 W) pada kecepatan angin 3,5 m/s. Daya berangsur angsur kecil dengan bertambahnya sudut pitch baik sudut pitch negatif maupun sudut pitch positif pada semua kecepatan angin. Pada semua unit sudu, variasi sudut pitch memberikan pengaruh terhadap daya listrik yang dihasilkan. Pada sudut pitch 00 daya listrik yang dihasilkan adalah paling besar. Pada sudu 2 unit sebesar 4,7 W, pada sudu 3 unit sebesar 5 W dan pada sudu 4 Unit sebesar 5 W. Dengan bertambahnya sudut pitch daya listrik akan semakin menurun. Daya listrik terkecil terjadi pada sudut pitch -200 dengan jumlah sudu 2 unit yaitu sebesar 3 Watt

ini berisi intisari (abstrak) dari penelitian anda, Semua informasi tentang persyaratan dan format ada dalam template ini. Bacalah secara teliti dan mohon diperhatikan jangan mengubah format. Agar sama dengan format ini, Anda kami sarankan untuk melakukan copy bagain per bagian dari jurnal yang sudah anda siapkan dan menempelkan/paste pada bagian template yang sesuai. Maksimum abstrak adalah 150 kata, dan maksimum halaman untuk setiap jurnal adalah lima belas (15).

Kata kunci: turbin angin, darieus-h, sumbu vertikal

PENDAHULUAN

Pemanfaatan Energi terbaharukan di Indonesia masih sangat kecil. Sumber-sumber energi terbarukan dapat berasal dari matahari, air, panas bumi, biomassa dan juga angin. Energi angin merupakan energi yang fleksibel karena dapat diterapkan dimana-mana, baik di daerah landai, dataran tinggi, dan laut. Pemanfaatan energi angin di Indonesia masih belum optimal hanya 1,06 MW dari 28.658,36 MW kapasitas pembangkit listrik PLN. (Akhlis Nur, dkk, 2016)

Di Indonesia, kecepatan angin berkisar antara 2 m/s hingga 6 m/s yang cocok untuk pembangkit listrik tenaga angin skala kecil (10 kW) dan menengah (10-100 kW). Dengan pemanfaatan turbin Angin, Energi angin

dirubah menjadi energi mekanik dan selanjutnya bisa menghasilkan listrik melalui generator. Turbin angin selain ramah lingkungan, murah, mudah dioperasikan dan mudah untuk dilakukan pemeliharaan.

Proses konversi energi dalam turbin angin adalah energi angin menggerakkan turbin menghasilkan putaran poros (energi mekanik), dari energi mekanik kemudian dikonversikan menjadi energi listrik dengan melalui generator dan generator menghasilkan energi listrik.

Menurut arah sumbu rotasinya turbin angin dapat dikelompokkan menjadi 2 jenis yaitu turbin sumbu vertical dan sumbu horizontal. Dilihat dari konstruksinya turbin angin sumbu vertical memiliki kelebihan jika dibanding dengan sumbu horisontal tetapi turbin angin sumbu vertical memiliki efisiensi yang lebih rendah jika dibanding dengan

sumbu horisontal, karena itu penelitian untuk meningkatkan efisiensi turbin angin sumbu vertikal terus dilakukan. Sebagaimana gambar 1, salah satu jenis turbin angin sumbu vertikal adalah tipe Darrieus dan salah satunya Darrieus tipe H. Turbin angin darrieus tipe H adalah jenis turbin sumbu vertikal dengan menggunakan bilah dan lengan yang menghubungkan ke poros rotor.

Beberapa penelitian telah dilakukan pada turbin angin ini untuk mendapatkan kinerja yang optimal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh sudut pitch pada blade terhadap kinerja untuk tipe turbin angin sumbu vertikal darrieus H dengan profil NACA 3412 dengan jumlah sudu 4 unit.

Beberapa penelitian telah dilakukan antara lain oleh Darrieus tipe H. Dominy (Dominy, 2006) melakukan pengujian jumlah sudu yang sesuai untuk turbin Darrieus tipe H dengan menguji performa turbin dengan jumlah sudu 1, 2 dan 3. Dari pengujian direkomendasikan untuk penggunaan 3 sudu untuk kecepatan angin yang rendah. Hiren (2014) [3] menguji pengaruh sudut pitch pada sudu NACA 0012, 0015, 0018 dengan sudut (-80, -40, 00, 40, 80). Dari penelitian didapatkan bahwa sudut pitch merupakan factor yang berpengaruh terhadap Sudu Darrieus Tipe H. Hal ini juga dibuktikan oleh Napitulu (Napitulu, 2014) yang menguji pengaruh sudut pitch pada kisaran sudut 00, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200 dan jumlah sudu 3, 4 dan 5. Sudut pitch semakin besar akan meningkatkan performa turbin tetapi pada penambahan sudut akan menurunkan performa turbin.



Gambar 1. Turbin angin darius tipe H
 (Sumber: Rapidshare.com, 2018)

Turbin angin Darrieus mengaplikasikan blade dengan bentuk dasar airfoil NACA. Mengacu pada bentuk blade, prinsip kerja turbin angin Darrieus memanfaatkan gaya lift yang terjadi ketika permukaan airfoil NACA dikenai aliran angin. Kelemahan utama dari

turbin angin Darrieus yaitu yakni memiliki torsi awal berputar yang sangat kecil hingga tidak dapat melakukan self start. Pada aplikasinya, turbin angin Darrieus selalu membutuhkan perangkat bantuan untuk melakukan putaran awal (Napitupulu, 2013).

Airfoil NACA (National Advisory Committee for Aeronautics) adalah salah satu bentuk bodi aerodinamika sederhana yang berguna untuk dapat memberikan gaya angkat tertentu terhadap suatu bodi lainnya dan dengan bantuan penyelesaian matematis sangat memungkinkan untuk memprediksi berapa besarnya gaya angkat yang dihasilkan oleh suatu bodi airfoil. Geometri airfoil memiliki pengaruh besar terhadap karakteristik aerodinamika dengan parameter penting berupa CL, dan kemudian akan terkait dengan gaya angkat yang dihasilkan (Mulyadi, 2010).

Daya yang terdapat pada angin merupakan energi kinetik yang merupakan potensi daya yang terkandung pada udara yang bergerak yang diformulasikan pada persamaan 1 berikut (Hau, 2006):

$$P_a = 0,5 \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \quad (1)$$

Yang dalam hal ini:

ρ : Massa jenis udara (kg/m³)

A : Luas sapuan (m²)

V : kecepatan angin (m/s)

Torsi adalah perkalian vektor antara jarak sumbu putar dengan gaya yang bekerja pada titik yang berjarak dari sumbu pusat dengan persamaan seperti yang dirumuskan pada persamaan 2 berikut (Prabowo, 2011):

$$T = r \cdot F \quad (2)$$

Yang dalam hal ini:

T : torsi yang dihasilkan dari putaran poros (N.m)

F : gaya pada poros akibat puntiran (N)

R : jarak atau jari-jari lengan ke poros (m)

Daya turbin adalah kemampuan turbin dalam mengekstrak daya angin yang ada dengan menggunakan persamaan 3 berikut (Prabowo, 2011):

$$P_t = T \cdot \omega \quad (3)$$

Yang dalam hal ini:

T : torsi (Nm)

ω : kecepatan sudut, (rad/s)

Tip Speed Ratio (TSR) adalah perbandingan antara kecepatan ujung sudu turbin angin yang

berputar dengan kecepatan angin yang diformulasikan pada persamaan 4 berikut (Prabowo, 2011):

$$TSR = 2 \pi r n 60 v \quad (4)$$

Yang dalam hal ini:

r : jari-jari turbin angin (m)

n : putaran poros turbin tiap menit (RPM)

v : kecepatan angin (m/s)

Koefisien Daya (CP) adalah perbandingan antara daya yang dihasilkan oleh turbin (Pt) dengan daya yang disediakan oleh angin (Pa) sehingga dapat diformulasikan pada persamaan 5 berikut (Prabowo, 2011):

$$CP = . 100\% \quad (5)$$

Yang dalam hal ini:

CP : koefisien daya (%)

Pt : daya yang dihasilkan oleh turbin (watt)

Pa : potensi daya yang ada pada angin (watt)

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan 2 tahapan penelitian. Tahapan-tahapan penelitian meliputi

1. Tahapan Perancangan

Jika diuraikan, tahapan yang dilakukan dalam perancangan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Menentukan dimensi komponen turbin
- Membuat perancangan turbin angin.
- Melakukan pengujian kinerja turbin angin.
- Analisis data dari pengujian turbin angin.

2. Tahapan Pengujian

Pada tahapan pengujian ini dilakukan variasi sudut pitch dari blade sebesar -200 , -100, 00, 100,200. Dari variasi jumlah sudu kecepataannya juga di variasi divariasikan 3,0 m/s ; 3,5 m/s dan 3,9 m/s.

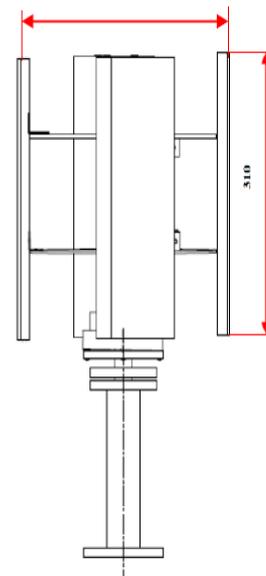
Jumlah unit sudu yang digunakan yaitu 2 unit, 3 unit dan 4 unit.

Spesifikasi Turbin

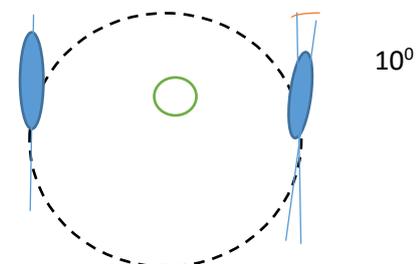
Desain dan spesifikasi turbin dapat dilihat pada Tabel 1 dan gambar 2. Turbin didesain berdasar profil NACA 3412 dengan sudu terbuat dari seng sebagai selimut.

Tabel 1. Spesifikasi Turbin Angin

| No | SPESIFIKASI | KETERANGAN |
|----|----------------|----------------|
| 1 | Jenis Turbin | Darrieus H |
| 2 | Jenis aksis | Vertikal Aksis |
| 3 | Diameter | 250 mm |
| 4 | Panjang Chord | 70 mm |
| 5 | Tinggi Blade | 310 mm |
| 6 | Material Blade | Seng |
| 7 | Jumlah Blade | Divariasi |
| 8 | No NACA | 3412 |

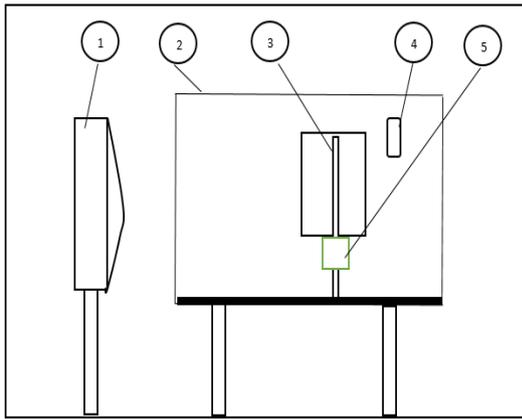


Gambar 2. Turbin Sumbu Vertikal sudu 4 unit



Gambar 3. Turbin angin tampak atas dengan sudut pitch 00 dan 100

Gambar 3 menunjukkan beberapa posisi sudut pitch yang terdapat pada sudu turbin angin. Instalasi pengujian



Gambar 4. Instalasi Pengujian

Keterangan :

1. Fan
2. Terowongan angin
3. Turbin
4. Anemometer
5. Generator

Instalasi pengujian ditunjukkan pada gambar 4. Angin di suplai oleh fan yang terletak di depan terowongan angin, sedang turbin dipasang ditengah terowongan angin. Didalam terowongan angin dipasang alat ukur anemometer. Generator terpasang langsung di poros turbin.



Gambar 5. Ekperimentasi Turbin Angin sumbu Vertikal 4 sudu dengan sudut pitch 00

Gambar 5 menunjukkan ekperimentasi turbin angin sumbu vertikal sudu 4 unit

Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah :

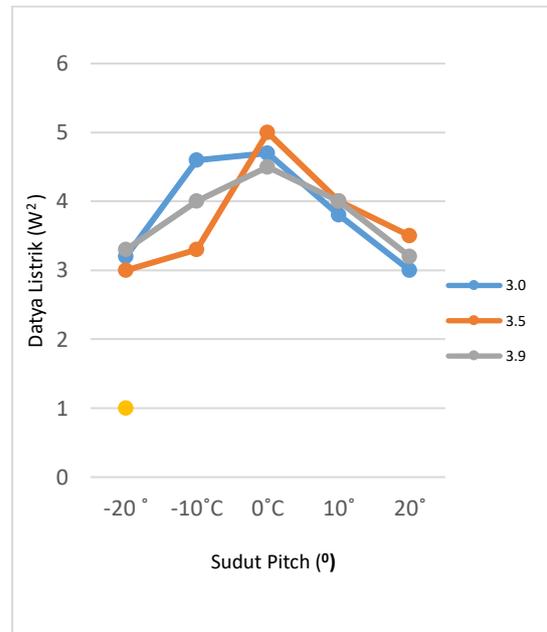
1. Kecepatan angin adalah 3,0 m/s, 3,5 dan 3,9 m/s. (disimulasikan dengan fan).

2. Sudut pitch : -200 , -100, 00, 100, 200
3. Daya listrik (W)

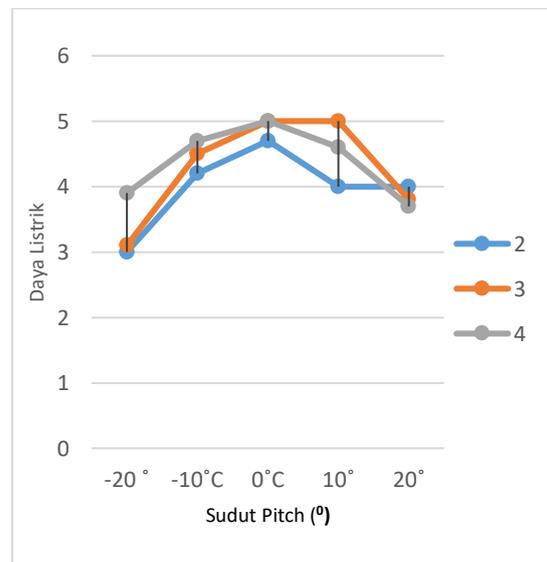
HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Berdasarkan dari data penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh grafik hasil perhitungan yang terdapat pada Gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Grafik Sudut Pitch vs Daya Listrik dengan variasi Kecepatan angin



Gambar 7. Kecepatan Angin vs Daya Listrik dengan Variasi Jumlah Sudu

PEMBAHASAN

Berdasarkan Gambar 6 terlihat bahwa pengaruh sudut pitch pada semua kecepatan angin sangat besar terhadap daya listrik yang dihasilkan. Daya listrik tertinggi terdapat pada sudut pitch 0° (4,7 W) pada kecepatan angin 3,5 m/s. Daya berangsur angsur kecil dengan bertambahnya sudut pitch baik sudut pitch negatif maupun sudut pitch positif pada semua kecepatan angin

Berdasarkan gambar 7, Pada jumlah sudu 2 unit, 3 unit dan 4 unit, sudut pitch berpengaruh terhadap daya listrik yang dihasilkan. Pada sudut pitch 0° daya listrik yang dihasilkan adalah paling besar. Pada sudu 2 unit sebesar 4,7 W, pada sudu 3 unit sebesar 5 W dan pada sudu 4 Unit sebesar 5 W. Dengan bertambahnya sudut pitch daya listrik akan semakin menurun. Daya listrik terkecil terjadi pada sudut pitch -20° dengan jumlah sudu 2 unit yaitu sebesar 3 Watt.

PENUTUP

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang telah dilakukan terhadap turbin angin sumbu vertikal tipe darrieus H dengan variasi sudut pitch pada profile Naca 3412 dapat disimpulkan bahwa:

1. Sudut Pitch pada semua kecepatan angin mempunyai pengaruh terhadap daya listrik yang dihasilkan turbin angin. Daya listrik tertinggi terdapat pada sudut pitch 0° (4,7 W). Daya listrik tertinggi terdapat pada sudut pitch 0° (4,7 W) pada kecepatan angin 3,5 m/s. Daya berangsur angsur kecil dengan bertambahnya sudut pitch baik sudut pitch negatif maupun sudut pitch positif pada semua kecepatan angin
2. Pada semua unit sudu, variasi sudut pitch memberikan pengaruh terhadap daya listrik yang dihasilkan. Pada sudut pitch 0° daya listrik yang dihasilkan adalah paling besar. Pada sudu 2 unit sebesar 4,7 W, pada sudu 3 unit sebesar 5 W dan pada sudu 4 Unit sebesar 5 W. Dengan bertambahnya sudut pitch daya listrik akan semakin menurun. Daya listrik terkecil terjadi pada sudut pitch -20° dengan jumlah sudu 2 unit yaitu sebesar 3 Watt.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Akhlis Nur, dkk, 2016, Studi Eksperimen Pengaruh Sudut Pitch Terhadap Performa Turbin angin Darrieus-H sumbu Vertical

NACA 0012, Jurnal Media Mesin vol 17 no 2 2016, Surakarta

[2] Dominy Robert G, 2007, Self-Starting Capability of a Darrieus Turbine, Northumbria University.

[3] Mulyadi, 2010, "Analisis Aerodinamika Pada Sayap Pesawat Terbang Dengan Menggunakan Software Berbasis Computational Fluid Dynamics (CFD)", Universitas Gunadarma.

[4] Napitupulu Farel H, Ekawira K. Napitupulu, 2014, Uji Performa Turbin Angin Tipe Darrieus-H dengan Profil Sudu NACA 0012 dan Analisa Perbandingan Efisiensi Menggunakan Variasi Jumlah Sudu dan Sudut Pitch, Universitas Sumatera Utara, 0216-7492.

[5] www.berenergi.com