

# STUDI EKSPERIMEN PENGARUH SUDUT PITCH TERHADAP PERFORMA TURBIN ANGIN DARRIEUS-H SUMBU VERTIKAL NACA 0012

Nur Aklis, H'mim Syafi'i, Yunika Cahyo Prastiko, Bima Mega Sukmana

Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura, Surakarta 57102, Indonesia

Email: [nur.aklis@ums.ac.id](mailto:nur.aklis@ums.ac.id)

## ABSTRAK

*Ketersediaan sumber daya energi fosil serta makin meningkatnya kesadaran akan usaha untuk melestarikan lingkungan mendorong manusia untuk mengembangkan energy alternatif . Angin adalah salah satu sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Energi angin dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin yang kemudian menggerakkan generator untuk menghasilkan listrik. Salah satu jenis turbin angin sumbu vertical yang banyak mendapat perhatian adalah Darrieus tipe-H. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sudut pitch terhadap performa turbin angin sumbu vertikal. Sudu didesain berdasar dengan aerofoil NACA 0012, dengan panjang chord 0,3 m. Dimater (D) sudu 0,44 m dan tinggi (H) 0,6 m. Variasi sudut pitch yang digunakan adalah (35°, 40°, 45°, 50°, 55°, 60°). Pengambilan data ini dilakukan dengan menggunakan wind tunnel dengan kecepatan angin 4,8 m/s. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa turbin angin dengan sudut pitch 55° lebih efektif dalam mengekstrak energi angin, dengan efisiensi masing-masing 4,62%.*

**Kata Kunci :** *Turbin Angin Darrieus-H, NACA 0012, Sudut Pitch, Efisiensi*

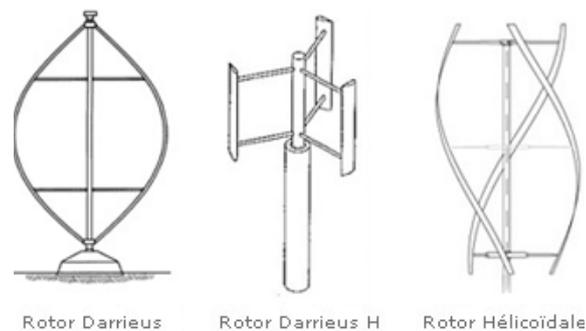
## PENDAHULUAN

Seiring dengan kekhawatiran akan habisnya sumber energy fosil dan penggunaan energi fosil dapat membahayakan lingkungan energi baru dan terbarukan semakin banyak mendapat perhatian. Sumber-sumber energi terbarukan bisa 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. Pemakaian energi angin di Indonesia masih belum optimal hanya 1,06 MW dari 28.658,36 MW kapasitas pembangkit listrik PLN.

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). Proses konversi angin menjadi listrik dapat dilakukan dengan menggunakan system pengkonversi energi angin menjadi listrik dengan komponen utama meliputi turbin angin, generator dan system penyimpanan dan pengarah. Komponen yang paling penting dalam proses konversi angin menjadi listrik adalah turbin. 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 horizontal tetapi turbin angina sumbu vertical memiliki efisiensi yang lebih rendah jika dibanding dengan sumbu horizontal karena itu penelitian untuk meningkatkan efisiensi turbin angin sumbu vertical terus dilakukan. Sebagaimana gambar 1, salah satu jenis turbin

angin sumbu vertical adalah tipe Darisus dan salah satunya Darius tipe H. Turbin angin darius tipe H adalah jenis turbin sumbu vertical dengan menggunakan bilah dan lengan yang menghubungkan ke poros rotor. Disamping untuk menghasilkan listrik turbin darius tipe H juga digunakan untuk mendapatkan energy mekanik yang digunakan untuk melayani kebutuhan mekanik, misalnya untuk pengeboran [1].

Untuk mendapatkan kinerja yang optimum, beberapa peneliti telah melakukan penelitian turbin Darius tipe H. Dominy (2006) [2] melakukan pengujian jumlah sudu yang sesuai untuk turbin Darius 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 ( $-8^{\circ}$ ,  $-4^{\circ}$ ,  $0^{\circ}$ ,  $4^{\circ}$ ,  $8^{\circ}$ ). Dari penelitian didapatkan bahwa sudut pitch merupakan factor yang berpengaruh terhadap Sudu Darius Tipe H. Hal ini juga dibuktikan oleh Napitulu (2014) [4] yang menguji pengaruh sudut pitch pada kisaran sudut  $0^{\circ}$ ,  $2^{\circ}$ ,  $4^{\circ}$ ,  $6^{\circ}$ ,  $8^{\circ}$ ,  $10^{\circ}$ ,  $12^{\circ}$  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 Sumbu Tipe Darius [5]

Sudut pitch adalah salah satu factor penting dalam desain Turbin Angin Darius Tipe H sebagaimana yang telah dipaparkan oleh Hiren dan Napitulu [3-4], namun sudut pitch yang digunakan masih relatif kecil, paper ini akan membahas pengaruh sudut pitch dengan kisaran sudut  $35^{\circ}$  sampai  $60^{\circ}$  terhadap performa angin Darius Tipe H dengan bentuk sudu sesuai NACA 0012.

## METODE PENELITIAN

### Tahapan Penelitian

Alur tahapan penelitian dijelaskan pada gambar 2. Tahapan-tahapan penelitian meliputi

#### 1. Tahapan Perancangan

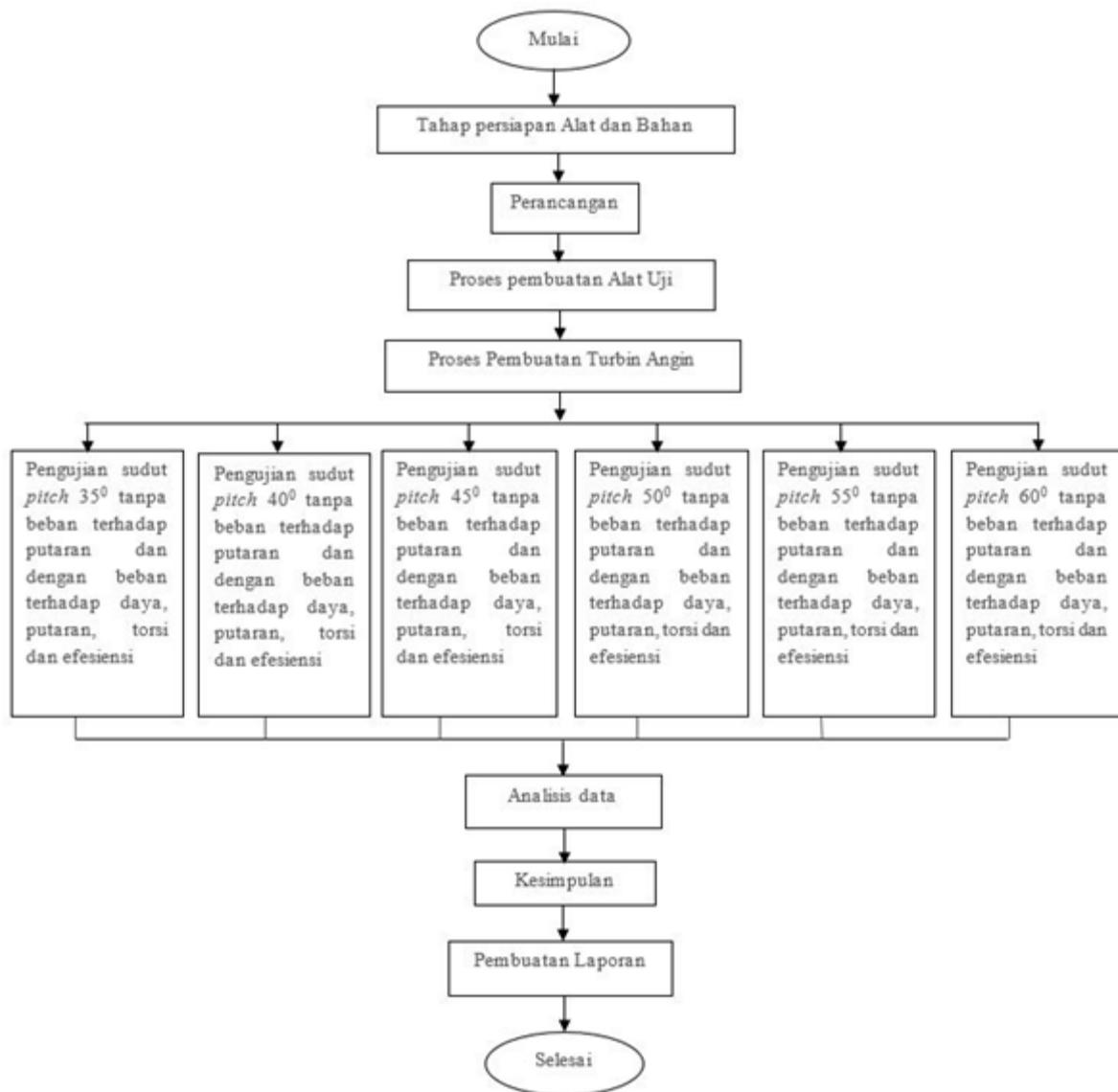
Jika diuraikan, tahapan yang dilakukan dalam perancangannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan profil airfoil yang akan digunakan dengan mendownload pada UIUC Airfoil data site dengan AutoCAD
- b. Membuat desain perancangan turbin angin dengan Solidwork.
- c. Membuat perancangan turbin angin.
- d. Melakukan pengujian kinerja turbin angin.
- e. Analisis data dari pengujian turbin angin.

#### 2. Tahapan Pengujian

Pengujian terbagi menjadi dua tahap, yaitu :

- a. Pengujian tanpa pembebanan pada sudut *pitch* ( $35^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $50^{\circ}$ ,  $55^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ )
- b. Pengujian dengan pembebanan 250 gram sudut *pitch* ( $35^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $50^{\circ}$ ,  $55^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ )



Gambar 2. Tahapan Penelitian

**Spesifikasi Turbin**

Desain dan spesifikasi turbin dapat dilihat pada Tabel 2 dan gambar 3. Turbin didesain berdasar profil NACA 0012 dengan sudu buat dari kayu dengan seng sebagai selimut.

Tabel 1. Spesifikasi Turbin Angin

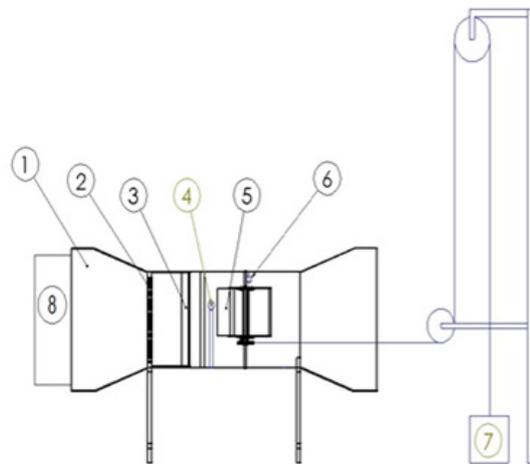
No	Jenis Turbin	Darrieus H
1	Jenis Axis	Vertical Axis Wind Turbin
2	Diameter	0,44 meter
3	Panjang Chord	30 cm
4	Tinggi Blade	60 cm
5	Berat Blade	900 gram
6	Material Blade	Kayu dengan tebal 30 mm dan Plat Zeng
7	Jumlah Blade	3 buah
8	Nomor NACA	0012



Gambar 3 Desain Turbin

### Instalasi Pengujian

Pengujian dilakukan di alat uji turbin angin sebagaimana dalam gambar 4.



Gambar 4. Instalasi pengujian

Keterangan :

1. Seksi Uji
2. Honey Home
3. Sudut Pengarah
4. Anemometer
5. Turbin Angin
6. Tachometer
7. Seksi Uji Pembebanan
8. Fan

Angin di suplai oleh van yang terletak di depan seksi uji, sedang turbin dipasang ditengah seksi uji. Di depan urbin angina dipasang guide fan yang berguna untuk mengarahkan angin

agar langsung mengenai permukaan sudu turbin. Rotor turbin dihubungkan dengan bagian uji pembebanan.

Seksi uji pembebanan adalah bagian yang digunakan untuk mengukur performa turbin angin saat dibebani. Seksi ini berupa beban dengan berat 0,250 kg yang digantung pada tali dan dihubungkan dengan puli, dimana ketika turbin berputar beban akan terangkat. Dengan menghitung tinggi yang dicapai untuk tiap menit akan didapatkan daya turbin. Untuk menghitung putaran turbin digunakan tachometer yang dipasang di poros rotor turbin.

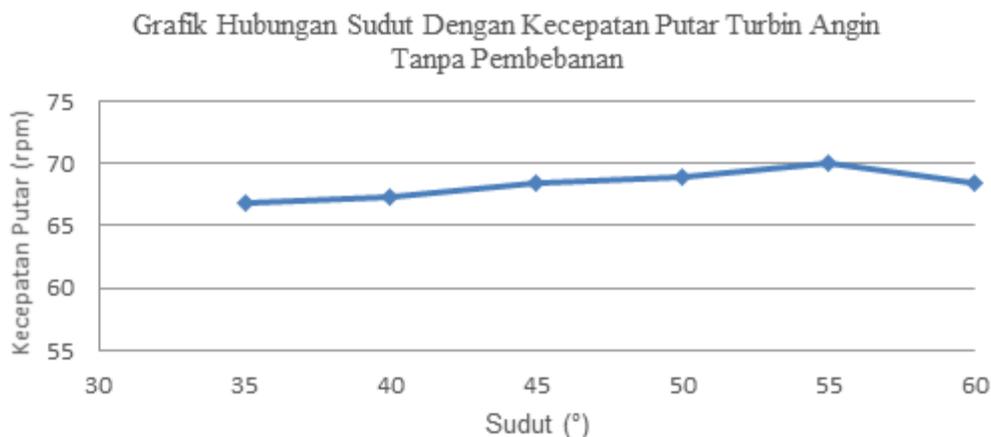
### Variabel Pengujian

Pengujian dilakukan dengan dua model yaitu dengan pembebanan dan tanpa pembebanan. Uji tanpa pembebanan dilakukan untuk mengetahui pengaruh sudut pitch terhadap putaran turbin saat turbin tidak dibebani, sedangkan uji pembebanan dilakukan untuk mengetahui pengaruh sudut pitch terhadap daya yang dihasilkan turbin dan efisiensi turbin. Kecepatan angina yang digunakan seragam yaitu sebesar m/s.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Sudut Pitch terhadap Putaran Turbin Tanpa Pembebanan

Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian pengaruh sudut pitch terhadap putaran yang dihasilkan turbin saat seksi uji tidak difungsikan.

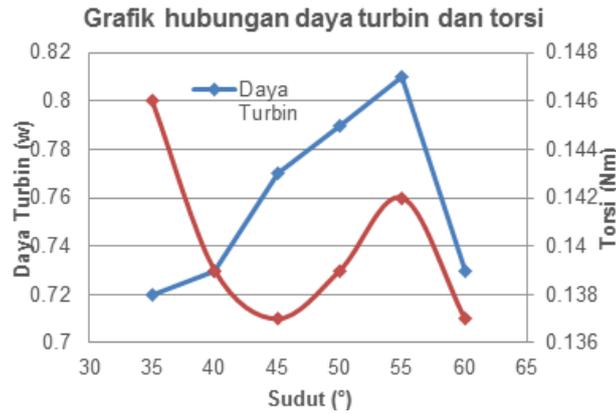


Gambar 5. Hasil Pengujian Pengaruh Sudut Pitch Terhadap Putaran

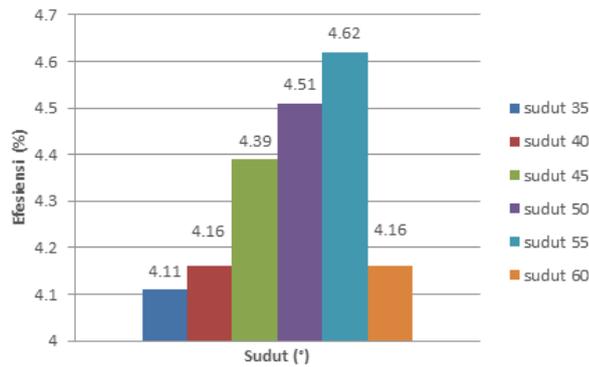
Dari gambar diketahui, mulai sudut *pitch* 35° putaran turbin akan naik seiring dengan penambahan *sudut pitch*. Namun saat perubahan dari 55° ke 60° rpm turbin mengalami penurunan sehingga antara sudut *pitch* 35° sd 60° putaran optimum dihasilkan oleh sudut *pitch* 55°.

### Pengaruh Sudut Terhadap Daya dan Torsi dan Efisiensi Turbin

Gambar 6 dan 7 menunjukkan hasil pengujian pengaruh pitch terhadap torsi dan daya serta efisiensi turbin. Dari gambar diketahui torsi dan daya maksimum dicapai pada sudut *pitch* 55°. Begitupula dengan efisiensi turbin yang akan mencapai titik optimum pada sudut *pitch* 55°.

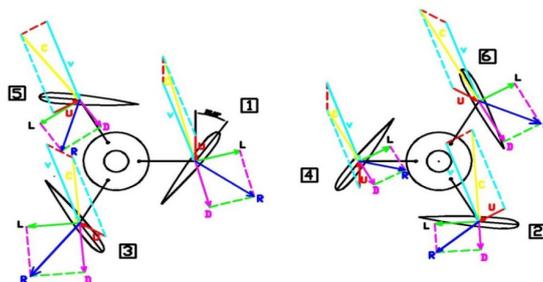


Gambar 6. pengaruh pitch terhadap torsi dan daya turbin



Gambar 7. pengaruh pitch terhadap Efisiensi Turbin

Perubahan sudut pitch akan merubah posisi sudu terhadap angin yang datang. Jika dianalisis dengan menggunakan segitiga kecepatan sebagaimana dalam gambar 8, pada posisi 1 terjadi resultan gaya yang searah dengan putaran turbin. Pada posisi 2 terjadi resultan gaya yang arah searah dengan putaran turbin sehingga ada penambahan putaran pada posisi ini. Pada posisi 3 terjadi resultan gaya yang searah dengan putaran turbin namun gaya yang dihasilkan lebih kecil dari posisi sebelumnya. Pada posisi 4 terjadi resultan gaya yang berlawanan dengan arah putaran turbin dengan nilai resultan yang besar mengakibatkan hambatan turbin terbesar terjadi pada posisi ini. Pada posisi 5 terjadi resultan gaya yang arahnya berlawanan dengan putaran turbin dan akan menghambat putaran turbin namun nilainya lebih kecil dari posisi 4. Pada posisi 6 terjadi resultan gaya yang searah dengan putaran turbin sehingga menambah putaran turbin dengan nilai resultan yang paling besar.



Gambar 8. Analisis Segitiga Kecepatan

Dari penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Napitupulu (2014) [4] yang menggunakan NACA 0012 didapatkan sudut pitch 60 yang paling baik dengan efisiensi 15,91% dan Hiren (2014) didapatkan sudut pitch -80 yang paling optimal dengan torsi sebesar 607,202. Dari penelitian terdahulu didapatkan daya dan efisiensi yang dihasilkan akan naik seiring dengan besarnya sudut pitch, pada sudut pitch tertentu akan mencapai energi yang optimum kemudian akan mengalami penurunan.

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan tentang turbin angin sumbu vertical darrieus-H dengan NACA 0012 dengan jumlah sudu 3 buah, diameter 44 cm, beban 250 gram dan kecepatan angin 4,8 m/s dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sudut *pitch* berpengaruh pada kinerja kincir angin, semakin bertambahnya sudut *pitch* semakin besar putaran yang dihasilkan namun pada sudut tertentu putaran akan mengalami penurunan, putaran maksimal didapatkan pada sudut 55° sebesar 70,05 rpm.
2. Pada sudut *pitch* yang sama pengujian dengan pembebanan menghasilkan daya maksimum sebesar 0,81 watt dan efisiensi maksimum 4,69%

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wahl Mats, 2007, *Designing an H-rotor type Wind Turbine Of Operation on Amundsen-Scott South Pole Station*, UPPSALA UNIVERSITET.
- [2] Dominy Robert G, 2007, *Self-Starting Capability of a Darrieus Turbine*, Northumbria University.
- [3] Tala Hiren & Sandip Patel, 2014, *Simulation of Small Scale Straight Blade Darrieus Wind Turbine Using Latest CAE Techningquest to get Optimum Power Output*, Engineering College Valsed, 1036.
- [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.ecosources.info](http://www.ecosources.info)