

# RANCANG BANGUN TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL TIPE SAVONIUS UNTUK SISTEM PENERANGAN PERAHU NELAYAN

Putri Chairany, Sugiyanto

Diploma Teknik Mesin, Sekolah Vokasi, U G M  
[putri.chairany@gmail.com](mailto:putri.chairany@gmail.com), [putri.chairany@ugm.ac.id](mailto:putri.chairany@ugm.ac.id)

## Abstrak

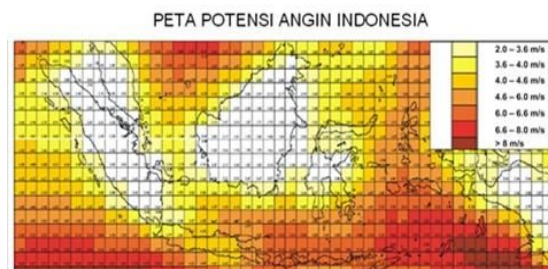
Kapal perikanan berukuran sampai dengan 10 gross ton merupakan kapal yang digunakan nelayan kecil. Kapal jenis ini pada umumnya tidak dilengkapi sarana penerangan yang mencukupi untuk mencari ikan di malam hari. Nelayan sampai sejauh ini hanya melihat potensi perikanan saja padahal laut memiliki sumber energi yang sangat berlimpah untuk membantu kerja para nelayan tersebut. Salah satu sumber energi tersebut yaitu tenaga angin di laut masih sangat besar potensinya untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik untuk penerangan perahu nelayan. Turbin angin sumbu vertikal tipe Savonius menjadi pilihan untuk mengkonversi tenaga angin di laut menjadi sumber penerangan perahu nelayan karena mempunyai banyak keuntungan apabila diaplikasikan pada perahu kecil dibandingkan turbin angin sumbu horisontal, antara lain mudah dibuat, mudah perawatan dan tidak perlu tiang yang tinggi. Kontruksi turbin angin tipe Savonius yang digunakan adalah turbin dengan dua sudu hemicircular  $180^\circ$  dengan  $s/d = 0,1- 0,15$ . Material yang dipilih yang tahan karat dan rigid tapi ringan. Generator yang digunakan merupakan modifikasi generator multi pole agar mampu bekerja pada putaran rendah sehingga mengurangi penggunaan transmisi yang berlebihan. Sistem penyimpanan menggunakan mekanisme accu sehingga daya keluaran lebih stabil. Kontruksi sistem ini mudah dibuat, dirawat dan murah dan mampu menkonversi tenaga angin menjadi sumber energi listrik untuk penerangan perahu nelayan. Tegangan yang dihasilkan generator yang digunakan berkisar 70 -75 V pada putaran poros 800-1000 rpm. Potensi ini pembangkitan energy listrik ini diharapkan mampu membantu nelayan baik untuk sistem penerangan perahu maupun sistem penerangan untuk memancing ikan dan juga sebagai sumber tenaga listrik alternatif untuk kepentingan navigasi lainnya

**Kata Kunci :** “turbin angin sumbu vertical”, “penerangan perahu nelayan”, “Savonius”, “generator multi pole”, “sumber tenaga listrik alternatif”.

## 1. Pendahuluan

Kekayaan maritim Indonesia sangatlah besar, yaitu meliputi 2/3 wilayah Indonesia atau sebesar 5,8 juta km<sup>2</sup> dan panjang pantai sekitar 97 ribu km. Hal ini menggambarkan potensi sektor kelautan yang sangat menjanjikan untuk dikembangkan. (KKP, 2015). Sedangkan jumlah nelayan di Indonesia sampai tahun 2013 tercatat 2.835.700 orang dengan total armada 820.780 unit. Dari jumlah total armada tersebut, sekitar 314.620 merupakan perahu tanpa motor dan 303.490 perahu motor tempel (KKP, 2013).

Masih menurut KKP, dari jumlah perahu tersebut lebih dari 75 % perahu tidak mempunyai sumber penerangan disaat mereka melaut. Padahal salah satu sumber energi terbarukan di Indonesia yang berpotensi untuk lebih dikembangkan adalah energi angin..



**Gambar 1. Peta potensi pengembangan energy terbarukan menggunakan energy angin ([www.hijauku.com](http://www.hijauku.com))**

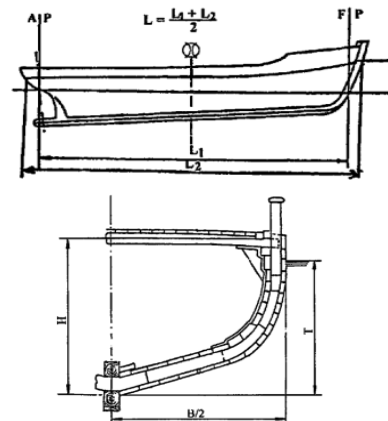
Keadaan ini didukung peta potensi angin Indonesia seperti disajikan pada gambar 1, yang menunjukkan kondisi kecepatan angin di Indonesia yang sangat memungkinkan untuk dimanfaatkan menjadi pembangkit energi alternatif untuk perahu nelayan tersebut.

Mekanisme umum yang digunakan pemanfaatan energi angin adalah dengan menggunakan turbin angin. Ada dua jenis turbin angin yang sering digunakan berdasarkan kedudukan poros, yaitu turbin angin sumbu horizontal (*Horizontal Axis Wind Turbine*, HAWT) dan turbin angin sumbu vertikal (*Vertical Axis Wind Turbine*, VAWT). Keuntungan terbesar penggunaan VAWT adalah bahwa generator dan *gear box* dapat dirakit di dasar menara sehingga mudah untuk dirawat dan diperbaiki, tidak perlu tiang menara yang tinggi karena mampu bekerja pada kondisi kecepatan angin rendah, dan mudah untuk dibuat karena konstruksinya yang lebih sederhana dibanding tipe HAWT. Namun turbin angin jenis ini mempunyai kapasitas keluaran yang kecil dan penggunaan yang luas hanya untuk aplikasi daya rendah (Jha, 2011). Salah satu tipe turbin angin sumbu vertikal yang ada adalah tipe turbin angin Savonius. Turbin tipe ini banyak digunakan karena cara pabrikasinya tidak rumit dibandingkan tipe turbin sumbu vertikal lainnya. Maka turbin angin jenis VAWT lebih cocok digunakan sebagai penerangan atau sumber energi listrik lainnya di perahu nelayan.

## 2. Dasar Teori

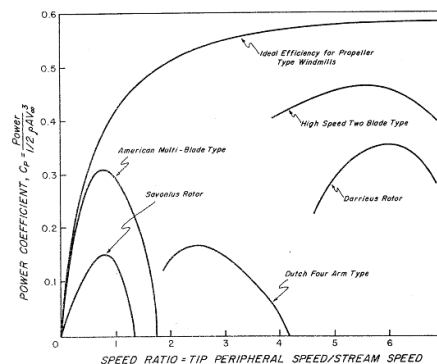
Ukuran utama sebuah kapal ikan mencakup panjang kapal  $L$ , lebar kapal  $B$ , tinggi kapal  $H$ , dan sarat air  $T$  seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Salah satu contoh ukuran konstruksi perahu nelayan dengan berat dibawah 5 GT berbahan kayu yang diproduksi PN Gresik mempunyai ukuran  $L$  berkisar 9,75-10,75 m,  $B$  berkisar 2,8-3,  $H$  berkisar 1,0-1,1 m, dan  $T$  antara 0,3-0,4 m (Abdur Rachman, 2012). Sehingga konstruksi turbin angin vertikal disesuaikan dengan ukuran konstruksi perahu tersebut. Sedangkan tipe turbin VAWT yang dipilih adalah turbin rotor savonius yang merupakan VAWT yang berputar pelan dibandingkan tipe turbin lain. *Speed tip ratio* ( $\lambda$ ) kurang dari 1 dengan efisiensi yang rendah,  $C_p \sim 0,2$ . Kondisi ini dapat dilihat di kurva

performa beberapa tipe turbin angin ditunjukkan dalam gambar 3.

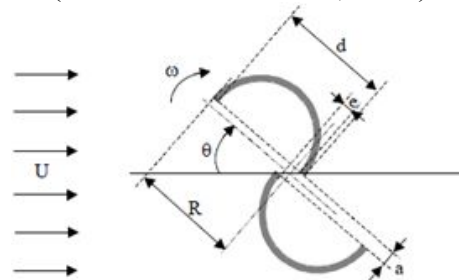


**Gambar 2. Ukuran utama konstruksi kapal ikan**  
(Biro Klasifikasi Indonesia, 1964)

Desain klasik dari rotor Savonius sederhana ditunjukkan pada gambar 4. Pergerakan pada rotor ini terjadi karena adanya perbedaan dorongan antara *advancing blade* dan *returning blade*. Jika rotor mempunyai nilai  $a$  dan  $e$  sama dengan 0, maka rotor tersebut dinamakan rotor Savonius konvensional. Dari notasi-notasi pada gambar diatas maka;



**Gambar 3. Performa turbin angin**  
(Wilson dan Lissaman, 1974)



**Gambar 4. Skema rotor Savonius**  
(Menet, 2004).

Dari notasi-notasi pada gambar diatas maka, koefisien kecepatan (*speed tip ratio*) dirumuskan sebagai (Jha, 2011):

$$\lambda = \frac{U}{\omega R} \dots\dots\dots (1)$$

dengan  $\omega$  adalah kecepatan sudut (rad/det), R radius rotor (m), U kecepatan angin (m/det). Daya mesin P dirumuskan sebagai berikut (Menet, 2004) :

$$P = C_p \rho R H U^3 \dots\dots\dots (2)$$

Dengan  $C_p$  merupakan koefisien daya

Turbin angin sumbu vertikal mampu bekerja pada kondisi kecepatan angin rendah dengan konstruksi sederhana yang tidak memerlukan tiang tinggi.

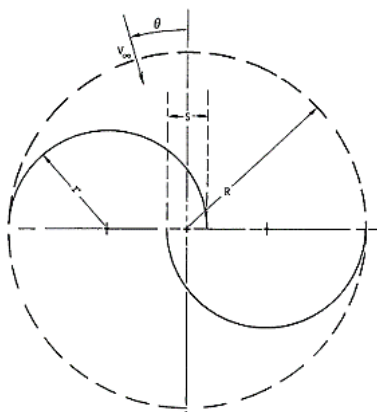
### 3. Metode Penelitian

#### 3.1. Perancangan Turbin Angin Savonius

Turbin angin savonius dibuat dengan material Stainless steel ketebalan 0,6 mm dan ketebalan cover 1 mm. Perancangan mengacu pada hasil penelitian Blackwell, dkk (1977) dengan parameter-parameter sebagai berikut :

Turbin Savonius 2 sudu, desain mengacu pada gambar 5, dengan parameter-parameter sebagai berikut :

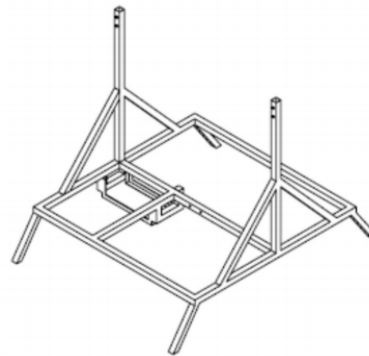
- Diameter, R : 900 mm
- Diamater, r : 250 mm
- Tinggi, H : 1000 mm
- Rasio s/d : 0,2
- Jumlah sudu : 2



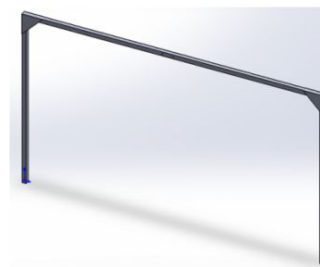
**Gambar 5. Skematik 2 sudu Savonius dengan sudut sudu 180 °**  
(Blackwell dkk, 1977)

#### 3.2. PerancanganKontruksi Penopang Turbin

Rancangan kontruksi turbin seperti disajikan pada Gambar 6 dibuat dengan ukuran menyesuaikan ukuran-ukuran utama pada perahu nelayan. Dudukan ini akan digunakan untuk menopang turbin savonius beserta kelengkapannya, yaitu generator dan mekanisme transmisinya.



a. Dudukan



b. Bagian atas

**Gambar 6. Rancangan kontruksi penopang Turbin**

#### 3.3. Pemilihan Generator

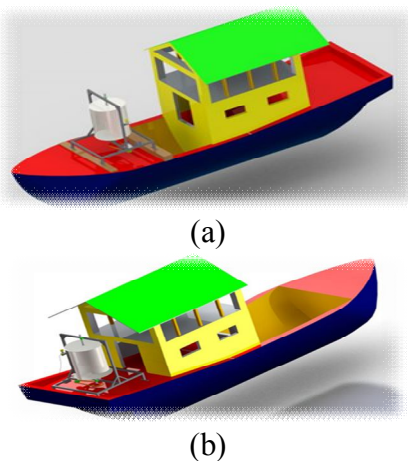
Pada umumnya generator yang digunakan oleh turbin angin tipe vertical adalah generator AC yang biasanya digunakan oleh turbin angin tipe horizontal, sebagai contoh seperti terlihat pada Gambar 7. Namun generator tipe ini memerlukan putaran tinggi untuk menghasilkan daya listrik yang tinggi. Dari hasil pengujian generator ini dapat membangkitkan tegangan sebesar 75 – 80 volt pada putaran 3000 rpm. Sehingga untuk diaplikasikan pada turbin angin tipe vertikal membutuhkan mekanisme transmisi yang lebih kompleks. Oleh sebab itu pada sistem ini generator yang akan digunakan merupakan tipe generator multi pole untuk mengakomodir karakteristik putaran angin rendah di Indonesia.



**Gambar 7. Generator untuk turbin angin tipe horizontal**

### 3.4. Pemasangan turbin pada kapal nelayan

Mekanisme pemasangan turbin pada kapal nelayan disesuaikan dengan ukuran-ukuran kapal yang mengikuti standar Biro Klasifikasi Indonesia. Namun pada prinsipnya dipasang pada daerah kapal yang memungkinkan aliran angin dari segala penjuru tidak terganggu dengan bangunan kapal yang lain. Desain pemasangan pada kapal nelayan dapat dilihat pada Gambar 8.



**Gambar 8. Desain pemasangan sistem turbin angin penerangan kapal nelayan ; (a) Buritan depan kapal, (b) Buritan belakang kapal**

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Hasil Rancangan

Proses dan hasil pembuatan turbin Savonius 2 sudu seperti terlihat pada gambar 9, yaitu plat stainless steel dibending membentuk sudu dan ditutup dengan cover ketebalan 1 mm yang berfungsi sebagai pegangan sudu.



**Gambar 9. Proses perangkaian Savonius**

Konstruksi penopang turbin ini material dipilih yang tidak mudah berkarat namun kuat, misalnya dari bahan stainless steel. Namun untuk keperluan pengujian skala laboratorium, konstruksi ini dibuat dengan material besi plat seperti terlihat pada Gambar 10.



**Gambar 10. Kontruksi penopang turbin angin**

Generator yang akan dipilih merupakan generator hasil modifikasi. Generator tipe *multi pole* sesuai dengan karakteristik turbin angin vertikal yang pada umumnya digunakan untuk mengakomodir kecepatan angin rendah. Generator ini dimodifikasi dari motor listrik pada sepeda motor listrik tipe 48V-800W seperti ditunjukkan pada Gambar 11.



**Gambar 11. Generator multi pole modifikasi**

## 4.2. Proses Pengujian

### a. Pengujian Generator

Hasil pengujian generator di laboratorium menunjukkan kemampuan membangkitkan tegangan listrik sampai 70 – 75 V pada putaran 800-1000 rpm. Proses pengujian skala laboratorium dapat dilihat pada Gambar 12.



**Gambar 12. Proses pengujian generator modifikasi skala laboratorium**

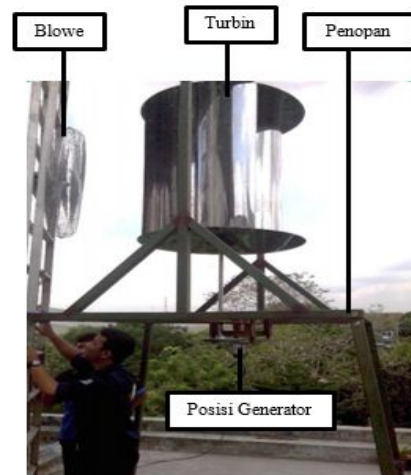
Berdasar data awal tersebut maka generator modifikasi ini menunjukkan performa yang lebih bagus dibandingkan generator untuk turbin angin horizontal. Hal ini disebabkan generator turbin angin horizontal (Gambar 7) akan memerlukan putaran lebih dari 3000 rpm untuk menghasilkan tegangan listrik sebesar 70-75 volt.

### b. Pengujian Turbin Savonius

Pada saat pengujian, alat yang diperlukan adalah sebagai berikut :

- 1) Anemometer digital sebagai alat ukur kecepatan angin
- 2) Tachometer digital sebagai alat ukur putaran rotor turbin
- 3) Multimeter digital sebagai alat ukur tegangan
- 4) Blower sebagai sumber kecepatan angin
- 5) Generator

Prosedur pengujian dilakukan dengan merangkai turbin Savonius pada kerangka dudukan. Hembusan angin didapat dari blower dengan variasi 3 (tiga) kecepatan angin dilakukan dengan cara mengatur masukan angin di sisi isap blower.



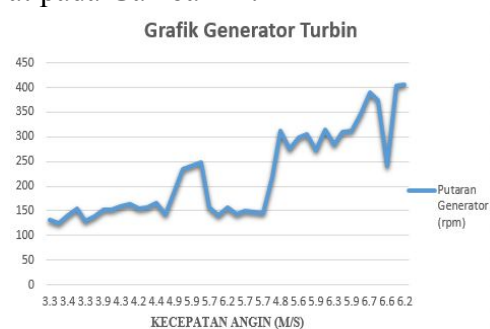
**Gambar 13. Proses pengujian turbin**

Blower yang dipasang pada kerangka dudukan dengan jarak tetap seperti terlihat pada Gambar 13 menghasilkan tiga kecepatan hembusan angin, dimana hasil lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Hasil pengujian dengan blower**

Kecepatan Angin (m/s)	Putaran Poros (rpm)	Putaran Generator (rpm)	Tegangan (V)
5.7	66.4	174.1	3.2
7.3	93.1	328	8.4
8.4	116.3	464	10.3

Pengujian di pantai selatan Yogyakarta menunjukkan hasil yang berbeda dibandingkan pengujian menggunakan blower sebagai sumber kecepatan angin. Dengan kondisi kecepatan angin berkisar 3 m/det – 7 m/det, putaran generator dapat berkisar 120 rpm – 400 rpm. Grafik hasil pengujian di pantai selatan Yogyakarta dapat dilihat pada Gambar 14.



**Gambar 14. Pengujian kecepatan angin dan putaran poros generator di pantai selatan Yogyakarta**

Hal ini disebabkan pada pengujian di pantai, semua sisi sudu dari turbin Savonius menerima hembusan angin. Sedangkan pada pengujian menggunakan bantuan blower hanya satu titik dari sudu turbin yang menerima hembusan angin. Dengan menggunakan mekanisme transmisi yang tepat maka untuk mendapatkan putaran 800 rpm – 1000 rpm pada generator sangat mungkin dicapai. Sehingga daya listrik yang akan dibangkitkan akan sama dengan hasil pengujian di laboratorium.

#### 4. Kesimpulan

- a. Sistem penerangan perahu nelayan menggunakan turbin angin vertikal tipe Savonius 2 sudu dengan dimensi tinggi 1000 mm dan diameter 900 mm.
- b. Generator yang digunakan adalah generator *multi pole* agar dapat bekerja pada kecepatan rendah. Dimana mampu membangkitkan tegangan listrik hingga 70 V - 75 V pada putaran 800 -1000 rpm.

#### Daftar Pustaka

- A.R., Jha., 2011, Wind Turbine Technology, Boca Rotan Florida, USA : CRC Pres
- Blackwell, F., B., Sheldahl, R., E., Feltz, L., V., 1977, Wind Tunnel Performance Data for Two and Three -Bucket Savonius Rotor, National Technical Information Service, US Department of Commerce, Springfield VA
- Biro Klasifikasi Indonesia, 1964, Buku Klasifikasi dan Kontruksi Kapal Laut, Jakarta.
- Jean-Luc Menet and Nachida Bourabaa, 2004, Increase in The Savonius Rotors Efficiency Via a Parameter Investigation, proceeding on European Wind Energy Conference & Exhibition, London, UK
- Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2015, Potensi Kelautan Indonesia sangat Menjanjikan, Siaran pers KKP, Jakarta
- Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2012, Kelautan dan Perikanan dalam angka 2013, Jakarta
- Rachman, A., 2012, Studi kelayakan Ukuran Kontruksi Kapal Kayu Nelayan di Pelabuhan Nelayan (PN) Gresik Menggunakan Aturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI), Tugas Akhir, ITS, Surabaya.
- Wilson R.E., Lissaman P.B.S. 1974, Applied Aerodynamics of wind power machines, Research Applied to National Needs, GI-41840, Oregon State University.
- [www.hijauku.com](http://www.hijauku.com) diakses Nonember 2014