

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/340479213>

# PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PROTOTYPE TURBIN SAVONIUS DALAM RANGKA PEMANFAATAN RENEAWABLE ENERGY (ANGIN) UNTUK SISTEM PENERANGAN PADA KAPAL

Conference Paper · December 2013

---

CITATIONS

0

3 authors, including:



**Mohammad Danil Arifin**

Universitas Darma Persada

17 PUBLICATIONS 11 CITATIONS

SEE PROFILE

# PERANCANGAN DAN PEBUATAN PROTOTYPE TURBIN SAVONIUS DALAM RANGKA PEMANFAATAN RENEAWABLE ENERGY (ANGIN) UNTUK SISTEM PENERANGAN PADA KAPAL

MOHAMMAD Danil ARIFIN<sup>2</sup>, Fanny OCTAVIANI<sup>2</sup>, Arif PRASETYO<sup>1</sup>

<sup>2</sup>Dosen Fakultas Teknologi Kelautan, UNSADA - Jakarta

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, UNSADA - Jakarta  
Email : [Arifp1215@yahoo.com](mailto:Arifp1215@yahoo.com) / [Arifp1215@hotmail.com](mailto:Arifp1215@hotmail.com)

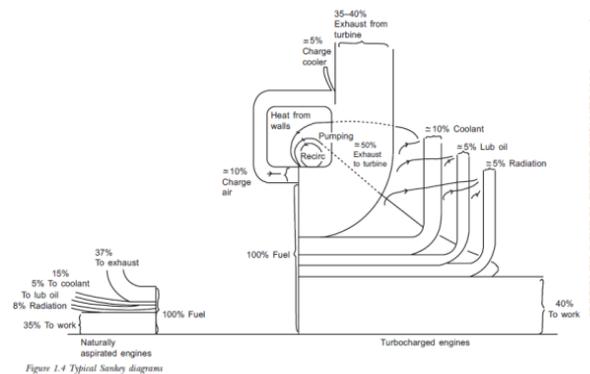
## Abstract

Vessel operating costs the highest for purchase of fuel, with the increasingly limited oil reserves and the trend of oil price increases every year this is will add to the high operating costs. Important to start doing research for deploying renewable energy on the ship, especially to reduce the use of auxiliary engine on the ship. For renewable energy applications on ships using wind energy is available throughout the day. Application on the ship using savonius turbine, with high rotor 50 cm, diameters 40 cm, use of gear ratio to increase the rotation of the rotor and the generator 200 W. Assuming when a sail the wind speed 12 m/s and the results of the electricity generated by the generator is average of 100 Wh. With the early stages of the installation 20 units turbines, then the results electricity generated can reach 2.000 W x 24 h = 4.8 kWh/d. This is certainly a very promising result for future development. With continuously research can certainly achieve the best efficiency.

**Keywords:** Renewable energy, Ship, Savonius turbine, Wind energy,

## 1. Pendahuluan

Semua pabrikan mesin terus berinovasi untuk menciptakan mesin yang semakin efisien dalam penggunaan bahan bakar, hasilnya diciptakan mesin dengan dual fuel yakni pencampuran antara gas dan bahan bakarpada ruang bakar dan penggunaan turbo charger, namun tetap saja dari hasil pengoptimalan tersebut hanya sebagiannya saja yang berubah menjadi energi mekanik dan sisanya terbuang menjadi panas, seperti terlihat pada diagram sankey.



Gambar 1. Typical Sankey Diagrams.

Oleh karena itu penting untuk memulai mencari energi alternatif, yakni energi terbarukan dimana penggunaannya hanya sebatas sebagai energi bantu dan belum menjadi tenaga penggerak utama, dimana hal ini sudah dimulai oleh beberapa negara antara lain Jerman dengan *sky sails* yang digunakan untuk menarik kapal container dimana terjadi penghematan bahan bakar dari mesin utama sebesar 35 %, tentunya hal ini merupakan hasil yang menjanjikan untuk terus dilakukan pengembangan kedepannya dan dengan lahirnya konsep kapal wallenius wilhelmsen yang siap diluncurkan pada tahun 2025 yakni dimana hampir keseluruhan energi yang ada disekitar kapal dapat dimanfaatkan seperti angin, matahari, energi ombak, fuel cell dan hydrogen.

Dengan demikian dirasa penting untuk mulai berpartisipasi dalam pengembangan energi terbarukan yang dapat diaplikasikan pada kapal. Dengan perencanaan pengaplikasian turbin savonius pada kapal ferry 750 GT yang dipasang pada areal top deck dari kapal, hal ini dilakukan karena tidak terdapatnya lalu lalang orang sehingga aman untuk diaplikasikan

pada top deck dan juga tersedianya ruang yang begitu luas sehingga dapat dipasang dalam jumlah yang banyak dan dapat tercipta *wind farm*, dengan begitu listrik yang dihasilkan menjadi lebih maksimal dan akan berdampak langsung pada pengurangan beban kerja dari mesin bantu.



**Gambar 2.** Kiri : Sky Sail, Kanan : Kapal konsep wallenius wilhelmsen.

## 2. Metode Penelitian

Berikut ini adalah data utama dari kapal ferry 750 GT yang nantinya akan diaplikasikan turbin savonius, dimensi dan ukuran kapal sebagai berikut :

- Length over all = 54.50 m
- Leght Betwen perpedicullar = 47.25 m
- Breath = 14.20 m
- Draft = 2.45 m
- Total kebutuhan untuk penerangan = 33.60 Kwh/Day

### 2.1. Tinjauan Pemasangan Pada Kapal

#### a. Desain Kapal

Desain ruang pada kapal sangat diperhitungkan karena menyangkut dengan biaya pembuatan dari kapal. Sehingga harus dipasangkan energi terbarukan yang memungkinkan dipasang pada kapal tanpa membutuhkan ruang dari kapal yang terlalu banyak dan tidak mengganggu fungsi dari kapal.

#### b. Ruang Lingkup Pemakaian

Karena kapal berlayar dilaut maka desain alat energi terbarukan yang akan dipasangkan harus tahan dengan air laut "*marine use*" karena rentan terhadap korosi.

#### c. Tahanan Kapal

Pada ilmu perkapalan dikenal juga hambaran udara  $R_A$ , karena pengaplikasiannya pada kapal sehingga harus dicari pemasangan energi terbarukan dengan hambatan terkecil.

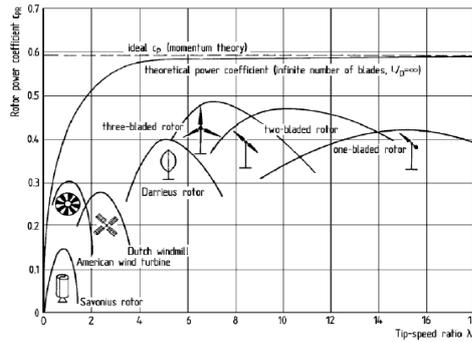
#### d. Stabilitas

Faktor terpenting dari sebuah kapal adalah stabilitas, karena akan mempengaruhi keamanan dan kenyamanan saat berlayar, sehingga energi terbarukan yang akan diaplikasikan pada kapal tidak boleh mengurangi stabilitas dari kapal.

#### e. Keaman

Faktor keamanan baik kapal maupun kru kapal yang mengoperasikan, jangan sampai mengganggu proses pengoperasian kapal tersebut dan mengurangi faktor keamanan.

Didasari dari uraian tersebut dapat disimpulkan untuk mencari energi terbarukan yang dapat bekerja pada kapal tanpa mengganngu performa kapal dan harus dapat bekerja sepanjang hari, hal ini didasari karena nantinya desain kapal akan berubah dan biaya investasi untuk pemasangan energi terbarukan, sehingga harus dapat dirasakan betul manfaatnya yang akan berdampak pada pengurangan biaya operasional.

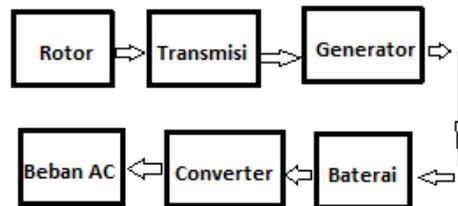


**Gambar 3.** Tabel jenis-jenis turbin.

Dari uraian tersebut maka dipilihlah menggunakan pembangkit listrik tenaga angin dikarenakan angin ada sepanjang hari baik siang maupun malam dan ketika kapal sedang bersandarpun masih tetap ada dan akan sangat dirasakan betul manfaatnya ketika kapal sedang berlayar karena mendapat kecepatan angin yang stabil dari kapal yang sedang berlayar akibat hantaman angin. Dari tabel berbagai jenis turbin angin dipilihlah turbin savonius yang akan dipasangkan pada kapal dikarenakan alasan-alasan berikut :

- Desain keseluruhan turbin yang kompak, dapat mengatasi turbulensi angin dengan baik, bentuk dari blade yang sederhana.
- Tidak memiliki radius putar untuk mengarahkan kearah angin datang, sehingga dapat menerima angin dari segala arah.
- Desain savonius yang dapat berputar pada kecepatan angin yang sangat rendah sampai tinggi.

## 2.2. Perencanaan Turbin Savonius



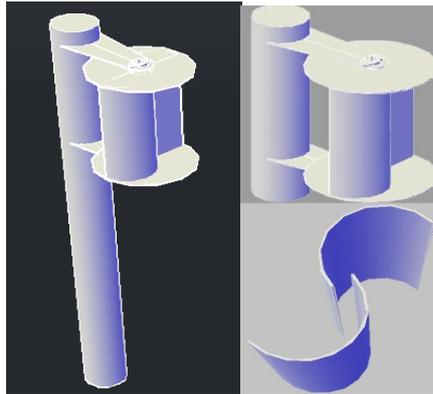
- Rotor  
Perhitungan Power Rotor

$$P_{max} = 0,18 \cdot H \cdot D \cdot v^3 [w]$$

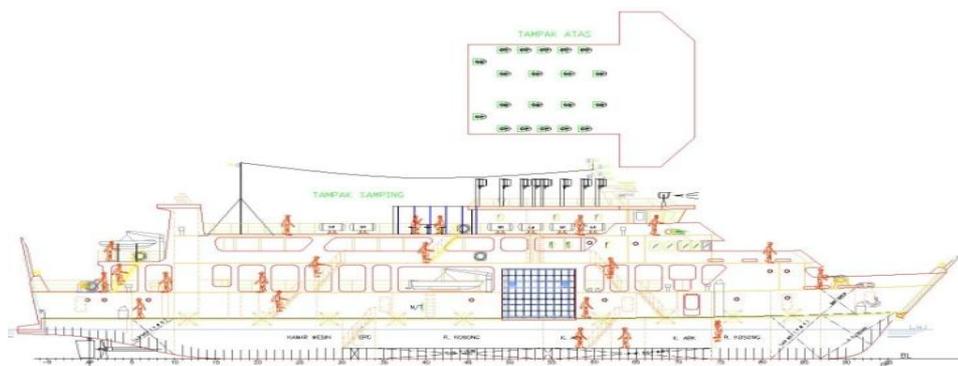
Dimana :

- H = Tinggi rotor (m)  
D = Diameter Rotor (m)  
V = Kecepatan angin (m/s)

- Transmisi  
Diameter pulley rotor = 18 cm  
Diameter pulley generator = 7 cm
- Generator  
Merk : Sanyo Denki  
Type : BL Super 63BM007FXE00  
Phase : 3 Phase  
Tegangan : 12 – 200 V  
Out Max : 200 W



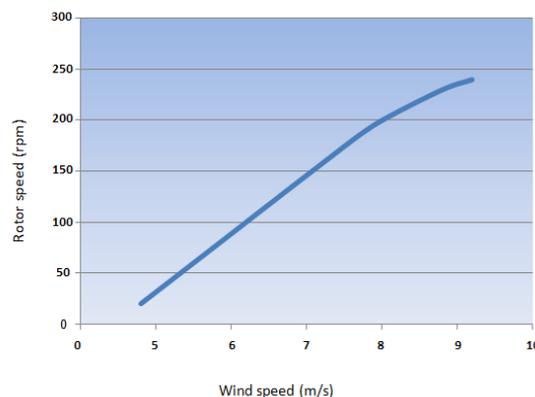
**Gambar 4.** Perencanaan turbin Savonius



**Gambar 5.** Perencanaan pemasangan pada kapal.

### 3 Hasil dan Kesimpulan

Hasil dari pembuatan dengan skala yang sebenarnya, Blade dibuat menggunakan PVC dengan tinggi rotor 50 cm, diameter 40 cm. dari hasil pengujian dengan kecepatan angin 9 m/s didapatkan kecepatan rotor 240 rpm. Kemudian putaran dari rotor ditransmisikan menggunakan roda gigi untuk menaikkan putaran dengan ratio 1 : 2,5 sehingga akan menaikkan putaran dari rotor menuju ke generator, akibat pemasangan transmisi terjadi kerugian putaran rotor menurun menjadi 140 rpm. Penurunan kecepatan rotor turbin akibat pemasangan dari transmisi memang dirasa cukup besar namun itu tergantikan dengan naiknya putaran yang sampai pada generator.



**Gambar 6.** Windspeed versus rotor speed.

Kemudiandilakukan percobaandengan menggunakangenerator dimana dilakukan pembebanan pada generator dengan multitester untuk pengukuran, dan terjadi kenaikan torsi pada generator yang berdampak pada berkurangnya kecepatan pada generator

menjadi 180rpm, tegangan 12V dan arus 1,1A. Penurunan kecepatan rotor akibat penggunaan transmisi dan torsi generator meningkat menjadi sangat besar bila dilakukan pemberian beban. Hasil arus listrik yang dihasilkan dirasa belum maksimal karena putaran rotor generator yang harus dicapai 3000rpm untuk menghasilkan daya listrik 200W. Tapi kedepannya dengan menggunakan generator khusus untuk tenaga angin, dengan torsi yang sangat kecil dan daya listrik 200W hanya membutuhkan 400rpm, ini tentu saja akan membuat hasilnya sesuai dengan yang direncanakan.

Listrik yang dihasilkan akan digunakan untuk membantukelistrikan lampu penerangan pada kapal dan dengan begitu diharapkan terjadi pengurangan penggunaan mesin bantu (generator). Dengan kecepatan angin yang berfluktuasi tentu hasilnya akan berbeda-beda ketikakapal sedang berlayar dan labuh jangkar. Dengan output maksimum generator 200W, diasumsikan setengahnya bahwa listrik yang dihasilkan rata-rata 100W, dengan angin yang ada selama 24 jam. Dan dengan kebutuhan daya untuk penerangan pada kapal sebesar 33,60kWh maka jumlah turbin yang perlu dipasang adalah:

$$\frac{33600}{100 \text{ W} \times 24 \text{ h}} = 14 \text{ units}$$

Dalam hal ini akan dilakukan pemasangan sejumlah 20 unit turbin, penambahan 4 unit turbin sebagai tenaga cadangan ketika angin dalam intensitas yang rendah dan karena luas dari areal top deck yang masih bisa dimanfaatkan. Maka daya yang dihasilkan oleh turbin per jamnya adalah :

$$20 \text{ Unit} \times 100 \text{ W} = 2.000 \text{ Wh}$$

Jumlah daya yang dihasilkan oleh turbin selama 24 jam adalah:

$$2.000 \text{ W} \times 24 \text{ jam} = 48.000 \text{ Wh} = 4.8 \text{ kWh}$$

- Beban awal generator = 80kVA
- Setelah aplikasi turbin savonius:

$$\begin{aligned} \text{VA} &= 80.000 - 48.000 \\ &= 32.000 \text{ VA} = 3.2 \text{ kVA} \end{aligned}$$

- Penghematan energi yang dilakukan setelah pengaplikasian turbin savonius adalah :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Beban Awal} - \text{Setelah Pengaplikasian}}{\text{Beban Awal}} \times 100 \% \\ &= \frac{80000 - 32000}{80000} \times 100\% \\ &= 60 \% \end{aligned}$$

Jadi penghematan energi yang diperoleh sebesar 60% dengan menggunakan 20 unit turbin savonius.



**Gambar 7.** Turbin Savonius dan Generator

#### 4. Kesimpulan

Biaya paling mahal yang harus dikeluarkan saat pengoperasian kapal adalah biaya untuk bahan bakar, dengan trend kenaikan harga saat ini tentunya akan menambah beban biaya operasional kapal, inilah yang menjadi tantangan kita sebagai seorang engineer untuk melakukan inovasi, karena pelaksanaan penelitian dan pengembangan untuk efisiensi penggunaan bahan bakar telah dilakukan oleh produsen mesin. Oleh karena itu sekarang yang mungkin dilakukan adalah inovasi dan pengembangan energi terbarukan yang dapat diterapkan pada kapal, karena negara-negara maju saat ini sedang dalam pengembangan penelitian. Karena itu dalam posisi ini kita masih bisa bersaing untuk melakukan pengembangan.

Yang paling penting dari aplikasi energi terbarukan di kapal adalah dengan memanfaatkan energi disekitar kapal. Energi angin yang tersedia sepanjang hari, tidak memerlukan berbagai bentuk pengadaan dan transportasi dengan pemanfaatan yang tidak mengganggu pengoperasian kapal di tingkat yang dikhawatirkan dan dengan memanfaatkan energi angin yang ada diharapkan listrik yang dihasilkan akan sebanding dengan untuk melakukan pengurangan penggunaan mesin bantu (*generator*). Pengembangan energi terbarukan bukan untuk menggantikan fungsi keseluruhan dari mesin bantu (*Generator*) namun masih terbatas untuk mengurangi penggunaan mesin bantu. Pengurangan beban kerja tentunya akan mempengaruhi konsumsi bahan bakar.

Meskipun tahap awal pengembangan listrik yang dihasilkan tidak terlalu besar dari yang diharapkan namun kedepannya dengan kemajuan teknologi dan pengembangan berbagai perangkat pendukung seperti generator, baterai dan sistem instalasi pendukung lainnya diharapkan dapat menghasilkan daya yang lebih dan memiliki efisiensi yang baik sehingga dapat mengurangi jumlah instalasi turbin.

- a. kebutuhan daya total generator 80kVA, sekitar 48kVA dapat dipasok oleh 20 unit turbin yang dianggap bekerja dengan hanya setengah kekuatan, terjadi penghematan daya 60%.
- b. Torsi turbin savonius sangat kecil, sehingga harus menggunakan generator khusus yang memiliki torsi kecil dan kecepatan yang rendah untuk memaksimalkan daya yang dihasilkan.
- c. Listrik yang dihasilkan saat ini belum maksimal karena generator yang digunakan belum khusus untuk tenaga angin. Dengan menggunakan generator khusus untuk tenaga angin, listrik yang dihasilkan diharapkan sesuai dengan perencanaan.
- d. Daya baterai yang terbatas dan pengoperasian pembangkit sepanjang hari harus diantisipasi jika ada kelebihan daya yang dihasilkan, jika hal ini terjadi pembangkit harus dimatikan dan energi yang dihasilkan menjadi sia-sia. Sehingga harus menemukan cara untuk memanfaatkan kelebihan daya yang dihasilkan, seperti untuk kebutuhan lain pada kapal, pembangkit hydrogen atau Fuel Cell.
- e. Kedepan dengan modifikasi daerah dek atas akan diperluas untuk menampung lebih banyak turbin. Perlu dihitung jangka pendek dan jangka panjang penggunaan turbin savonius pada kapal, karena aplikasinya akan mempengaruhi harga kapal dan juga investasi untuk aplikasinya.

#### 5. Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin mengucapkan terima kasih atas dukungan dan bantuan dana penelitian dari Fakultas Teknologi Kelautan, DIKTI dan LP2MKUNSADA. Karena dukungannya penelitian ini dapat terlaksana.

#### 6. Referensi

- Ahmad Hemami. (2011) *Wind Turbine Technology*. USA ; Cengage Learning.
- Taylor. D.A. (1990) *Introduction to Marine Engineering* ; Elsevier Butterworth – einmann.
- Woodyard, D.F. (2009) *Pounder's Marine Diesel Engines and Gas Turbines*, Eighth edition. Elsevier Butterworth – Heinmann.

- Mohamed Hassan. (2011) *Design Optimization of Savonius and Wells Turbines*, thesis, Deutch ; Otto Von geuricke Universitat magdenburg.
- Soelaiman,A. (2007) *Perancangan, pembuatan dan pengujian prototype SKEAmenggunakan rotor savonius windshide*. (Tugas Akhir) Bandung ; Institiut Teknologi Bandung.
- Alfin.(2003) *Analisa Hasil Rancangan Kincir Angin Model Savonius Untuk Inverter*. (Tugas Akhir) Kendari ; Universitas haluoleo.
- Archie W. Culph Jr. (1996) *Prinsip-prinsip konversi energi*. Jakarta ; Erlangga.
- Kiyokatsu suga. (2004) *Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin*, Jakarta ; Pradnya Paramitha.
- Sargolzaeu.j & Kianifar. A. (2007) Estimaton of the power ratio and torque in wind turbine savonius rotors using artificial neural. *International Journal of Energy*, issue2, Vol 1.