

# Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin Sumbu Vertikal Tipe Savonis Untuk Penerangan Perahu Nelayan

<sup>1</sup>Moh Farouq, <sup>2</sup>Efrita Arfah Zuliari, <sup>3</sup>Trisna Wati

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surabaya

<sup>1</sup> mohamadfarouq9@gmail.com, <sup>2</sup> efrita.zuliari@gmail.com, <sup>3</sup> trisnaw@itats.ac.id

**Abstract** - Most of the people in Lumpur Village, Gresik Regency are fishermen. Their activities as fishermen are supported by boat with length of 10 meters and width of 2 meters. These boats need petromax lights for lighting in the night. The use of petromax lights needs fuel as energy source, and it feels necessary to find a new innovation for an alternative energy. The wind energy power plant uses vertical axis wind turbine savonis type which is more advantageous compared with horizontal axis wind turbine when applied for fishing boat. Other advantages are that vertical axis wind turbine savonis type is easy to make, easy to upkeep and does not need a high pole. The vertical axis wind turbine savonis type used in this research was turbine with three blades with the width of each blade of 25 cm. and the turbine height of 50 cm. The designed generator was axial type with rotor and star diameter of 30 cm. The magnet on rotor were 12 pieces, coil stator consisted of 12 enamel wire rolls of 0.8 mm. Experiments conducted, resulted in output voltage of the power plant of 0.8 volt for wind speed of 2.0 m/s, 1.9 volt for wind speed of 2.5 m/s, 2.5 volt for wind speed of 3.0 m/s, 3 volt for wind speed of 3.5 m/s, and 4 volt for wind speed of 5.2 volt. In this research, the equipment made could work with low wind speed, i.e. 2.0 m/s.

**Keywords** : Renewable Energy, Vertical Axis Wind Turbine, Axial Generator.

**Abstrak** - Masyarakat di desa lumpur kabupaten Gresik sebagian besar berprofesi sebagai nelayan. Aktifitas sebagai nelayan dibantu dengan perahu berukuran panjang 10 meter dan lebar 2 meter untuk mencari ikan. Perahu ini membutuhkan penerangan lampu petromax sebagai penerangan pada saat malam hari. Penggunaan lampu petromax ini membutuhkan bahan bakar sebagai sumber energi, sehingga perlu mencari inovasi baru untuk mencari sumber energi alternative. Pembangkit listrik tenaga angin merupakan salah satu sumber energi alternative tenaga listrik untuk penerangan perahu nelayan. Pembangkit listrik tenaga angin menggunakan turbin angin sumbu vertikal tipe savonis mempunyai keuntungan apabila di aplikasikan pada perahu nelayan di bandingkan turbin angin tipe horisontal. Keuntungan turbin angin sumbu vertikal tipe savonis adalah mudah dibuat, mudah perawatan, dan tidak perlu tiang tinggi. Konstruksi turbin angin sumbu vertikal tipe savonis yang dibuat pada penelitian ini adalah turbin dengan tiga sudu dengan lebar per sudu adalah 25 cm, tinggi turbin 50 cm. Generator yang dirancang memiliki tipe aksial dengan diameter rotor dan star diameter adalah 30 cm. Magnet pada rotor sebanyak 12 buah magnet, kumparan pada stator terdiri dari 12 gulungan kawat email yang berukuran 0.8 mm. Pada percobaan yang dilakukan, tegangan keluaran yang dihasilkan oleh pembangkitan ini adalah 0,8 volt untuk kecepatan angin 2.0 m/s ,

1.9 volt untuk kecepatan angin 2.5 m/s, dan 2.5 volt untuk kecepatan angin 3.0 m/s, 3 volt untuk kecepatan angin 3,5 m/s, 4 volt untuk kecepatan angin 5,2 volt. Pada penelitian ini, alat yang dibuat mampu bekerja dalam kecepatan angin rendah yaitu 2,0 m/s.

**Kata Kunci** : Energi Terbarukan, Turbin Angin Sumbu Vertikal, Generator Aksial

## I. Pendahuluan

Energi adalah kebutuhan manusia sepanjang masa. Dari dahulu sampai sekarang kebutuhan energi selalu meningkat. Di Indonesia sumber energi fosil yang saat ini masih menjadi kebutuhan utama. Tetapi seiring dengan pertumbuhan penduduk di Indonesia, sumber energi fosil mulai berkurang dan lama kelamaan akan habis sehingga dapat memicu terjadinya krisis energi. Untuk mengatasi masalah krisis energi adalah menggunakan energi alternatif atau yang bisa disebut energi terbarukan. Misalnya energi surya, energi air, energi angin dan lain-lain. Energi angin adalah salah satu energi terbarukan yang dapat mengatasi masalah krisis energi [1].

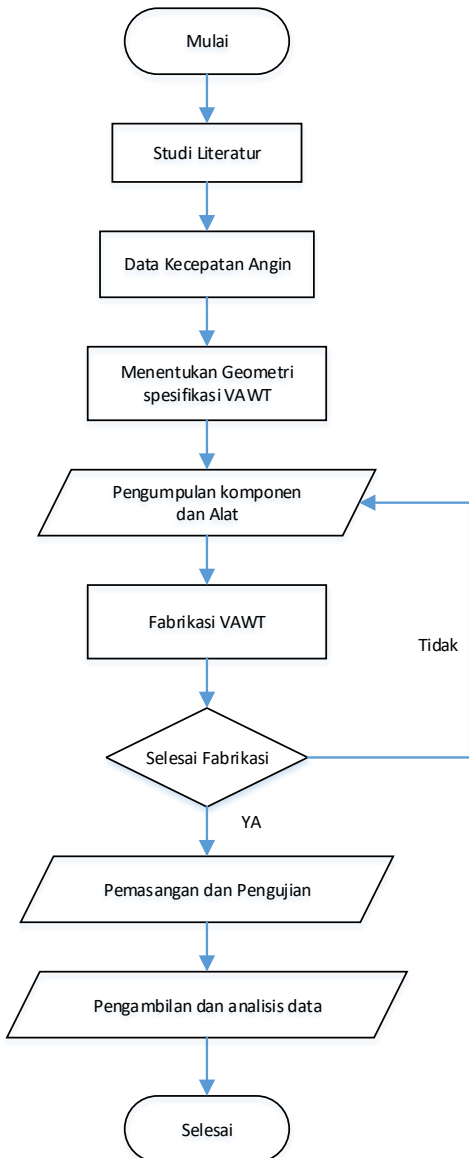
Kabupaten Gresik merupakan satu dari sekian Kabupaten yang ada di Jawa Timur yang sebagian wilayahnya berada di garis pantai. Banyak masyarakat di Gresik yang berada di daerah bibir pantai bekerja sebagai nelayan khususnya di Desa Lumpur Kabupaten Gresik. Pada saat ini nelayan di Desa Lumpur Kabupaten Gresik sering dihadapkan pada masalah pengeluaran biaya saat mencari ikan menggunakan perahu dilaut. ( Informasi Nelayan Desa Lumpur Kab. Gresik ). Nelayan di Desa Lumpur Kec. Gresik Kab. Gresik pada umumnya menggunakan perahu mesin berbahan bakar solar berkapasitas 7 s/d 10 gross ton dengan ukuran bagan panjang 10m, lebar 2-3m, dan tinggi 1m yang dapat berlaju dengan kecepatan maks 50km/jam. Untuk sarana penerangannya menggunakan lampu petromax yang berbahan bakar minyak tanah.

Mahalnya minyak tanah menjadi permasalahan besar bagi para nelayan karena keperluan penerangan membutuhkan minyak tanah untuk menyalakan lampu petromax pada saat menangkap ikan di malam hari tetapi saat ini penerangan nelayan pada saat berlayar hanya mengandalkan senter dan lampu LED warna warni untuk memberi tanda pada kapal besar tetapi tidak cukup untuk penerangan pada bagan perahu, sedangkan pada saat berlayar di malam hari sangat membutuhkan penerangan. ( Informasi Nelayan Desa Lumpur Kec. Gresik Kab. Gresik ). Dilihat dari permasalahan tersebut maka perlu dicarikan solusi dengan memanfaatkan energi angin pada saat nelayan berlayar pada sore hari hingga malam hari. Energi angin dapat dimanfaatkan untuk memutar turbin yang dihubungkan ke generator kemudian hasilnya disimpan dalam baterai sehingga dapat digunakan untuk menyalakan lampu LED sebagai pengganti lampu

petromax yang berbahan bakar minyak tanah sebagai sarana penerangan perahu nelayan.

## II. Metode Penelitian

### A. Metode

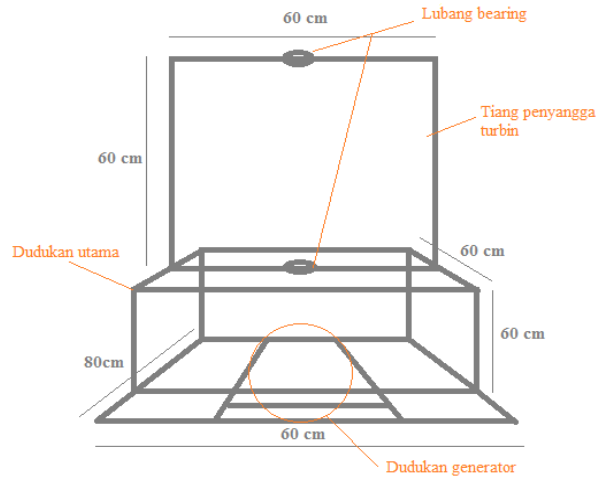


Gambar 1. Metode Pembuatan Alat

### B. Perancangan Alat

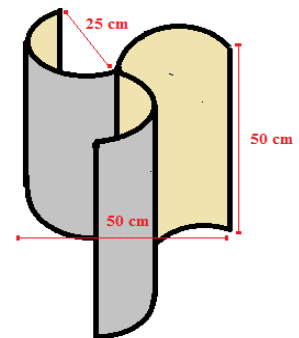
dalam perancangan alat meliputi:

1. Merancang rangka dudukan



Gambar 2. Desain rangka dudukan

2. Merancang turbin angin



Gambar 3. Desain turbin angin sumbu vertical savonius

Dari spesifikasi rancangan kincir angin savonius di atas bisa di ketahui area tangkap angin dari sudu savonius dengan menggunakan persamaan (1).

$$A_v = h \cdot d \tag{1}$$

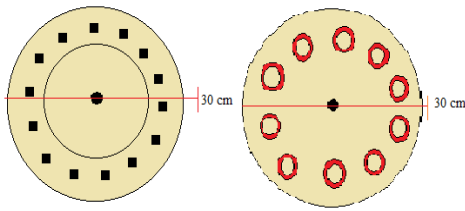
Hasil persamaan di atas dapat dilakukan perhitungan energi yang di peroleh kincir angin savonius dengan persamaan (2).

$$P = \frac{1}{2} \cdot c_p \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \tag{2}$$

Untuk menghitung besarnya torsi kincir angin savonius dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan (3)

$$\tau = \frac{P}{\omega} = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot n} \tag{3}$$

3. Merancang generator



Gambar 5. Gambar rotor dan stator

4. Menentukan jenis magnet

Magnet permanen yang digunakan dalam perancangan ini adalah mengacu pada penelitian yang sebelumnya [2] yaitu jenis magnet NdFeb karena magnet ini mudah didapat dipasaran dan memiliki maximum energi produk ( Bmax ) paling tinggi yaitu hingga 247 kJ/m<sup>3</sup> [3,4]. Tipe magnet NdFeb yang digunakan dalam generator ini adalah ukuran 15 x 25 ( mm ) berbentuk koin dan terbuat dari bahan nikel dengan spesifikasi yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Magnet Neodymium

5. Menentukan luasan area magnet

Dalam area magnet ini menentukan luasan piringan rotor dengan selanjutnya adanya syarat bahwa luasan piringan stator mengikuti luasan rotor dengan tujuan untuk mensinkronkan antara kutub magnet permanen dengan kumparan pada stator.

Dalam perancangan rotor ini dengan bentuk silinder maka dalam mencari luas area magnet menggunakan persamaan (4) yaitu:

$$A_{magnet} = \frac{\pi \cdot (r_0^2 - r_1^2) - \Gamma_f (r_0 - r_1) \cdot Nm}{Nm} \quad (4)$$

Dengan :

- r<sub>0</sub> = radius luar magnet ( cm )
- r<sub>1</sub> = radius dalam magnet ( cm )
- Γ<sub>f</sub> = jarak antar magnet ( cm )
- N<sub>m</sub> = jumlah magnet

Menghitung radius dalam magnet :

$$R = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$R = 3,14 \cdot 12,5^2 \cdot 5 = 2,452$$

Menghitung radius luar magnet :

$$R = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot t$$

$$R = 2 \cdot 3,14 \cdot 12,5 \cdot 5 = 3,925$$

Jadi luas area magnet A<sub>magnet</sub>

$$3,14 \cdot ( 3,952^2 - 2,452^2 ) - 1,25 ( 3,952 - 2,452 ) / 12 = 0,012 \text{ m}$$

6. Menentukan Densitas Fluks Maksimum

Dalam perancangan rotor ini dengan bentuk silinder maka dalam mencari densitas fluks maksimum menggunakan persamaan (5) yaitu:

$$B_{max} = Br \cdot \frac{lm}{lm + lg} \quad (5)$$

Dengan :

Br = densitas fluks magnet (ketetapan jenis magnet NdFeb)

lm = tebal magnet ( cm )

Lg = jarak antara rotor dengan stator ( cm )

$$\text{Jadi } B_{max} = 1,2 \cdot \frac{1,5}{1,5 + 0,5} = 0,9 \text{ tesla}$$

7. Menentukan jumlah magnet pada rotor

Dalam menentukan jumlah kutub magnet di setiap rotor dalam perancangan ini didasari oleh rumus pada persamaan (6) dibawah ini dengan beberapa nilai yang telah diketahui yaitu frekuensi dan jumlah putaran.

$$p = \frac{120 \cdot xf}{n} \quad (6)$$

n = kecepatan putar rotor ( rpm )

p = jumlah kutub rotor

f = frekuensi ( Hz )

$$f = \frac{n \cdot p}{120} = \frac{500 \cdot 12}{120} = 50$$

jadi nilai yang di inginkan

$$p = \frac{120 \cdot 50}{500}$$

$$p = 12 \text{ kutub magnet} \times 1 \text{ jumlah fasa} = 12 \text{ magnet}$$

8. Menentukan jarak antar magnet dan keliling rotor. Jarak antar magnet dapat dicari dengan menggunakan persamaan (7) yaitu:

$$\Gamma_f = \sin 30^\circ \cdot x \cdot b \quad (7)$$

Dengan :

Γ<sub>f</sub> = jarak antar magnet ( cm )

b = panjang magnet ( cm )

$$\Gamma_f = \frac{1}{2} \times 2,5 = 3,75 \text{ cm}$$

Hasil dari nilai jarak antar magnet ini akan digunakan untuk mencari keliling rotor, Untuk mencari keliling rotor menggunakan persamaan (8) :

$$K_r = (\Gamma_f \times 12) + (a \times n) \quad (8)$$

Dengan :

Kr = keliling rotor ( cm )  
 Tf = jarak antar magnet ( cm )  
 a = lebar magnet ( cm )  
 n = jumlah magnet ( 12 )  
 $Kr = ( 3,75 \times 12 ) + ( 1,25 \times 12 ) = 59 \text{ cm}$

9. Menentukan kerapatan fluks magnet  
 Dalam perancangan rotor berbentuk silinder maka dalam mencari fluks magnetik menggunakan persamaan (9) yaitu:

$$\Phi_{\max} = A_{\text{magn}} \cdot B_{\max} \quad (9)$$

Dengan :  
 $\Phi_{\max}$  = fluks magnetik ( webber )  
 $A_{\text{magn}}$  = area magnet (  $\text{cm}^2$  )  
 $B_{\max}$  = densitas fluks maksimum  
 Jadi fluks magnet :  
 $\Phi_{\max} = 0.012 \times 0,9$   
 $\Phi_{\max} = 0.0108 \text{ webber}$

10. Menentukan Jumlah Kumputan Stator

Jumlah kumputan = 12 buah , nilai ini didapatkan dari besarnya jumlah magnet pada rotor, agar keliling stator menyesuaikan keliling rotor, pertimbangan lain adalah agar kumputan dapat sepenuhnya tersapu oleh fluks magnetik.

11. Menentukan Jumlah Lilitan Stator

Jumlah lilitan = 140 lilitan , nilai ini didapat dari rumus tegangan induksi pada generator dengan persamaan (10) yaitu;

$$E_{\text{rms}} = \frac{E_{\text{max}}}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} \times N \times f \times \Phi_{\max} \times \frac{N_s}{N_p h} \quad (10)$$

Dengan :  
 $E_{\text{rms}}$  = tegangan induksi ( volt )  
 N = jumlah lilitan per kumputan  
 f = frekuensi ( Hz )  
 $\Phi_{\max}$  = fluks magnet ( wb )  
 $N_s$  = jumlah kumputan  
 $N_p h$  = jumlah fasa

Dengan pertimbangan untuk meraih tegangan 12 Vac serta parameter yang telah ada seperti frekuensi sebesar 50 hz , fluks magnet sebesar 0.0108 webber , jumlah kumputan 12 buah serta jumlah fasa 1 fasa maka dapat dihitung dengan persamaan :

$$N = \frac{2 \times \frac{12}{\sqrt{2}} \times N \times 50 \times 0.0108 \times 12}{2}$$

$$N = \frac{280}{2} = 140 \text{ lilitan}$$

12. Menentukan diameter kawat email

Diameter kawat email = 0,8 cm , nilai ini didapatkan pada referensi kawat email pada bab 2 , besar arus yang dibutuhkan sebesar 1 ampere – 1,5 ampere yang dimana besar arus tersebut dapat dialirkan dengan kawat berdiameter 8 mm , besarnya nilai arus ini bergantung pada besarnya diameter kawat email.

13. Menghitung analisa tegangan keluaran.

Berdasarkan parameter nilai keluaran tegangan generator yang diinginkan sebesar 12 Vac. Dalam perencanaan pasti akan selalu ada perbedaan yakni dengan mengacu persamaan (10):

$$E_{\text{rms}} = 1.57 \times 140 \times 50 \times 0.0108 \times 12 = 13.2 \text{ Volt Ac.}$$

### III. Hasil dan Pembahasan



Gambar 7. Hasil Perancangan pembangkit listrik tenaga angin

Gambar diatas adalah hasil rancangan pembangkit listrik tenaga angin sumbu vertikal tipe savonis, yang dipasang pada perahu nelayan untuk membangkitkan tenaga listrik sebagai sumber penerangan.

Tabel 1. Spesifikasi Alat Hasil Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Parameter	Simbol	Nilai
Diameter Turbin	D	0.5 m
Tinggi Turbin	H	0.5 m
Luas Area Tangkap Angin	$A_v$	$0.25 \text{ m}^2$
Jumlah Sudu	-	3
Diameter 1 Sudu	D	24 cm
Kerapatan Fluks Magnet	Br	0,0108 wb
Densitas Fluks Maksimum	Bmax	0,95 T
Diameter Magnet	D	25 mm
Tinggi Magnet	T	15 mm
Jumlah Magnet	Nm	12 buah
Radius Dalam Magnet	Ri	2,452 cm
Radius Luar Magnet	Ro	3,925 cm
Jarak Antar Magnet	Tf	3,75 cm
Luasan Area Magnet	$A_{\text{magnet}}$	$1,2 \text{ cm}^2$
Keliling Rotor	Kr	59 cm

Parameter	Simbol	Nilai
Celah Udara	$\delta$	0,5cm
Jumlah Kumparan	Ns	12 kumparan
Jumlah Fasa	Nph	1 fasa
Jumlah Lilitan	N	140 lilitan
Diameter Kawat	D	0,8 mm
Diameter Stator	D	30 cm
Radius Dalam Stator	Ri	3,4 cm
Radius Luar Stator	Ro	23,4 cm

Tabel 2. Hasil Pengujian Generator Tanpa Beban

RPM	OUTPUT TEGANGAN (V) TANPA BEBAN
100	2,5
250	4,7
500	8,9
750	13,8
1000	17,8
1250	22,2
1500	24,5

Tabel 3. Hasil Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Angin Pada Perahu Nelayan

NO	Waktu pengujian	Kecepatan Angin m/s	RPM	V generator	V resistor	Arus
1	13.00 – 13.30	2.0 m/s	100	2,5	0,8	0,0003
2	13.30 – 14.00	2,5 m/s	250	4,7 volt	2,8	0,0005
3	14.30 – 15.00	3,5 m/s	500	8,9 volt	5,9	0,0013
4	14.30 – 15.00	5.2 m/s	750	13,8 volt	10,9	0,0017
5	15.00 – 16.30	3,0 m/s	1000	17,8 volt	15,7	0,0007

#### IV. Kesimpulan

- Dari hasil perancangan dan pengujian alat dapat disimpulkan bahwa:
1. Dari hasil pengujian generator aksial menunjukkan bahwa generator sudah bisa menghasilkan tegangan pada rpm rendah yaitu pada saat 100 rpm, generator dapat menghasilkan tegangan output sebesar 2,5 Volt ac, pada 250 rpm menghasilkan tegangan output 4,7 volt ac, pada 500 rpm menghasilkan tegangan 8,9 Volt ac, pada saat 750 rpm menghasilkan tegangan 13,8 Volt ac, pada saat 1000 rpm menghasilkan tegangan 17,8 Volt ac pada saat 1250 rpm menghasilkan tegangan 22,2 Volt ac, dan pada saat 1500 rpm generator dapat menghasilkan tegangan 24,5 Volt ac.
  2. Dari hasil pengujian pada perahu, pada saat itu kondisi kecepatan angin maksimal adalah 5,2 m/s dan cenderung berubah-ubah alat ini mampu menghasilkan tegangan sebesar 4 Volt ac. Dari hasil tersebut dapat dimanfaatkan untuk sumber tenaga listrik pada penerangan perahu nelayan.

#### V. Daftar Pustaka

- [1] Rizki muhamad anshor., & Iskandar, R. "Performansi Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Savonis 2 Tingkat Untuk Pengisian Baterai Sebagai Penerangan Lampu Nelayan Kota Padang". Jurnal sistem mekanik dan thermal.2017.
- [2] Dimas waluyo jati., dkk."Perancangan Generator Fluks Axial Putaran Rendah Magnet Permanen Neodium Dengan Optimasi Lebar Celah Udara ", Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik - Undip, 2014.
- [3] Dhiyaul Farhan M.Nur, Ramdhan Halid Siregar S.T., MT, Mahdi Syukri S.T., MT., "Perancangan Prototype Generator Magnet Permanen Fluks Aksial Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin Untuk Penerangan Lampu Jalan" Seminar Nasional dan ExpoTeknik Elektro, 2016.
- [4] Herudin., dkk. " Rancang Bangun Generator Sinkron 1 Fasa Magnet Permanen Kecepatan Rendah 750 RPM ", Jurnal Teknik Elektro – Universitas Sultan Agung Tirtayasa,2016.