

# PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN DENGAN INOVASI TURBIN HELIKS VERTIKAL UNTUK KEMANDIRIAN ENERGI SEKOLAH DAERAH PESISIR

Kamal Habibi Bagar<sup>1)</sup>, Wahyudi Wicaksono<sup>2)</sup>, Novem Ardan Rohmadin<sup>3)</sup>, Adi Prasetyawan<sup>4)</sup>, Arief Rahman<sup>5)</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Jurusan Elektro, ITS , Surabaya, Indonesia

<sup>1</sup> Email: habibi.bagar@gmail.com

<sup>2</sup> Email: yudi\_boy41@yahoo.co.id

<sup>3</sup> Email: novemrohmadin@gmail.com

<sup>4</sup> Email: ady.elits18@gmail.com

<sup>5</sup> Email: yudi\_boy41@yahoo.co.id

## Abstract

*Indonesian coastal have wind great potential because it has the second longest coastline in the world. In contrast to conventional wind turbines can only absorb a maximum of about 30 % of wind energy, wind turbine theoretically and practically helices can absorb almost 40-50 % and convert it into mechanical energy due to the helical blade design that uses the principle of lift force and torque on the blades distribution, so it is very advantageous to be applied to the coastal regions of Indonesia. By combining the generator dual axial and helical turbine power can be generated with a range of about 500 Watts .*

*One of the schools in the area Cumpat Kenjeran Surabaya chosen as a partner because of the location of the school adjacent to the coast followed by the electrical energy needs for learning tools such as computers , tools and other lab work. To manufacture helical blade assisted by PT Mitra Mandiri Perkasa which help in the problem of providing tools .*

*Keywords : Helix Wind Turbine , Wind, Generator Dual Axis, Electric*

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu turbin yang sering digunakan adalah turbin Darrieus, didesain oleh George Darrieus pada tahun 1920-an. Merupakan salah satu tipe dari turbin angin vertikal yang bergerak dengan prinsip gaya angkat, dimana dapat menghasilkan energi yang jauh lebih besar dibandingkan dengan kebanyakan turbin angin lainnya. Meskipun menghasilkan efisiensi yang cukup besar, Turbin Darrieus memiliki kelemahan yaitu membutuhkan energi eksternal untuk mengawali gerakan sedemikian hingga cukup untuk mengakselerasikan dirinya sendiri dalam menghasilkan power output. Hal inilah penyebab ketidakpraktisan penggunaan turbin Darrieus dalam menghasilkan energi listrik.

Proposal ini memberikan inovasi turbin angin terbaru yang bersudu heliks sedemikian hingga disebut juga dengan turbin Heliks. Dengan desain sudunya yang unik, turbin Heliks masih menggunakan prinsip yang hampir sama dengan turbin Darrieus. Meskipun menggunakan prinsip kerja yang sama, turbin Heliks justru menutupi

kekurangan-kekurangan yang terdapat pada turbin Darrieus dan bahkan menghasilkan daya keluaran yang lebih besar untuk kecepatan angin yang sama. Selain itu listrik yang dihasilkan dapat digunakan untuk meningkatkan kesejahteraan dan kemandirian energi bagi sekolah-sekolah yang terdapat di daerah pesisir. Diikuti dengan mitra pertama merupakan Madrasah I'tidaiyah atau setara SD swasta.

Proposal ini akan secara cermat menyediakan solusi untuk masalah yang ada pada turbin Darrieus melalui pemasangan sudu yang berbentuk heliks. Bentuk heliks dipilih karena secara teori dapat memberikan total torsi yang jauh lebih seimbang daripada sudu turbin Darrieus. Dengan kata lain, turbin Heliks hanya membutuhkan kecepatan minimum yang relatif rendah untuk mengakselerasikan dan memberinya daya yang besar

Suatu fluida yang melewati suatu permukaan objek akan memberikan gaya pada objek tersebut. Secara vektor gaya-gaya yang diberikan dapat dipisahkan menjadi dua komponen yaitu gaya angkat dan gaya dorong. Gaya dorong adalah gaya yang vektornya

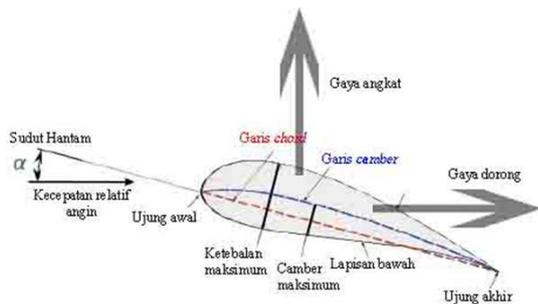
searah dengan arah gerak fluida sedang gaya angkat memiliki vektor tegak lurus dengan arah gerak fluida. Sistem aerodinamis memiliki variabel bebas berupa kecepatan relatif objek terhadap fluida dan sudut hantam terhadap vektor arah gerakanya.

Turbin angin konvensional yang biasanya digunakan dalam mengkonversi energi angin menjadi listrik disebut juga HAWT. Turbin angin tipe HAWT memiliki sumbu rotasi yang arahnya horizontal. Turbin ini memiliki kelebihan dan kekurangan sebagai berikut :

Kelebihannya :

1. Mudah dalam proses pembuatan dan perakitannya
  2. Efisiensi daya tinggi
- Kekurangan :

1. Hanya bergantung pada arah angin yang searah dengan sumbunya
2. Membutuhkan luas hantaman angin yang besar (Menghabiskan luasan yang banyak)
3. Dibutuhkan alat bantu elektronika untuk mengontrol arah hantaman angin dengan turbin
4. Membutuhkan kecepatan angin yang cukup besar untuk membuat turbinnya berputar

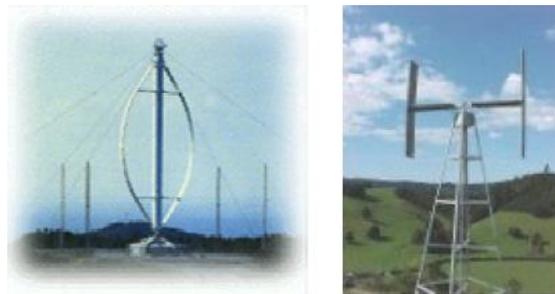


Gambar 1, Vektor gaya pada *aerofoil*

Sangat berbeda dengan turbin HAWT, turbin VAWT memiliki sumbu putar vertikal. Dan mereka juga memiliki prinsip kerja yang sangat berbeda. Angin dari arah manapun akan membuat turbin VAWT berotasi hanya pada satu arah rotasi. Hal inilah yang menyebabkan turbin VAWT jauh lebih diminati daripada turbin HAWT. Salah satu turbin VAWT yang sangat dikenal salah satunya adalah:

1. Turbin Savonius
2. Turbin Darrieus :

3. Tipe Eggbeater
4. Tipe H



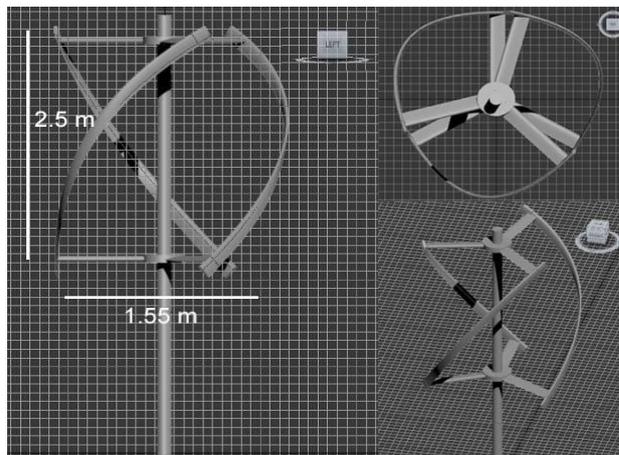
Gambar 2. Turbin angin tipe VAWT

Generator terdiri dari beberapa magnet permanen dalam susunan N-S-N-S yang diletakan melingkar pada keliling plat besi. Garis fluks berjalan dari kutub utara menuju selatan magnet, lalu dilanjutkan ke magnet disampingnya melalui induksi magnet pada plat besi rotor. Plat stator yang berisi kumparan diletakan diantara kedua plat untuk menangkap energi magnetik dari garis-garis fluks magnet sehingga dapat dikonversikan menjadi energi listrik.

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan wawasan umum berhubungan dengan alat yang akan dibuat, dasar teori yang digunakan dan mengetahui penelitian-penelitian yang sebelumnya telah dilakukan. Studi literatur juga berguna untuk mempelajari mengenai prosedur perancangan yang tepat. Sumber literatur antara lain buku, jurnal, internet dan tugas akhir serta hasil penelitian.

## 2. METODE

### 2.1 Perancangan desain dan Sistem Turbin



Gambar 3, Rancangan 3D Turbin Heliks

Pertama, pembuatan 3D model melalui software Rhino versi 4.0 sebagai alat bantu visualisasi. Lalu diikuti pembuatan desain turbin mini sebagai referensi ukuran kedepan. Software RhinoCAM, salah satu ekstensi Rhino v4.0, dapat digunakan untuk mencetak 3D.



Gambar 4. Flowchart pembuatan cetakan segmen Heliks

Model langsung pada bahan yang disediakan melalui mesin CNC. Secara ringkas flowchartnya tampak seperti diatas.

### 2.2 Pembuatan Alat

Pembuatan alat akan dimulai dengan mengumpulkan semua bahan-bahan material dan alat pendukung. Bahan-bahan yang sudah sesuai dengan rancangan alat akan segera diimplementasikan dalam bentuk prototipe. Spesifikasi Turbin Heliks ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Spesifikasi turbin Heliks

| Spesifikasi Turbin Heliks      |             |                    |
|--------------------------------|-------------|--------------------|
| Ukuran Rotor ( <i>blades</i> ) | Panjang     | 2.5 m              |
|                                | Diameter    | 1.55 m             |
|                                | Area sapuan | 6.8 m <sup>2</sup> |

Proses pembuatan baling-baling berbentuk heliks dapat dilihat pada flowchart di bawah ini.



Gambar 5. Flowchart keseluruhan pembuatan turbin Heliks

### 2.3 Pengujian dan Implementasi

Pengujian ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa kinerja alat yang telah dibuat dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan, yaitu berdaya tinggi dan efisien. Pengujiannya dilakukan melalui percobaan lapangan dengan cara memasang Turbin Heliks pada area pesisir dan kota agar dapat diketahui daya outputnya. Pengambilan sampel berupa daya yang dihasilkan akan ditampilkan pada alat wattmeter dengan variabel bebas kecepatan rata-rata angin pertahun dan nantinya dimasukkan dalam hasil proposal akhir.

### 2.4 Analisa Sistem Alat

Analisa sistem dilakukan dengan caramelihat daya rata-rata Turbin Heliks yang dapat dihasilkan jika ditempatkan pada area pesisir dengan kota. Analisa juga dilakukan terhadap kelebihan dan kekurangan desain Turbin Heliksagar teknologi ini nantinya dapat diterapkan dengan baik pada lingkungan masyarakat dengan biaya yang dapat dijangkau oleh rakyat biasa.

### 2.5 Pembuatan Laporan

Pembutan laporan dilaksanakan setelah semua langkah-langkah terselesaikan sehingga hasil yang diperoleh dari pembuatan sistem dapat dijelaskan secara rinci sesuai dengan data-data yang diperoleh.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perancangan dan pembuatan maka diperoleh turbin angin Heliks yang memiliki beberapa komponen pembentuk sebagaimana dijelaskan di bawah ini:

#### a. Stator

Stator adalah suatu bagian yang statis, tidak bergerak, dan berfungsi sebagai sumber listrik pada proses pembebanan. Dalam kasus rancangan turbin Heliks stator yang digunakan sesuai dengan tipe yang digunakan pada Generator Dual Axial yang terdiri dari beberapa komponen pembentuk yaitu :

##### 1) Koil / Solenoid

Sebuah lilitan kumparan kawat magnet yang dilapisi oleh sebuah lapisan isolatif yang flexibel dan cukup kuat menjaga agar tidak ada yang terhubung singkat jika ditempelkan satu sama lain. Setiap solenoid memiliki 90 lilitan. Dalam satu stator Dual Axial, terdapat aturan relasi antara jumlah magnet dan jumlah koil agar menghasilkan output 3-fasa yakni seperti berikut :

Tabel 2. Hubungan jumlah koil dengan jumlah magnet untuk generator *Dual Axial*

| Jumlah Koil | Jumlah Magnet |
|-------------|---------------|
| 6           | 8             |
| 9           | 12            |
| 12          | 16            |
| 24          | 32            |

Dalam proyek turbin Heliks ini, digunakan hubungan 9 : 12 untuk mempermudah biaya produksi tetapi masih mendukung jumlah energi yang dihasilkan.



Gambar 6. Proses pengerjaan stator. kanan : Hasil cetakan stator dengan resin

## 2) Hubungan 3-fasa

Koneksi 3-fasa digunakan untuk memperbesar daya dengan ukuran yang sama dibandingkan penggunaan 1-fasa. Rangkaian 3-fasa dapat dibedakan menjadi dua tipe yaitu:

1. Koneksi wye / bintang
2. Koneksi delta

## 3) Cetakan resin

Langkah terakhir dari pembuatan stator adalah proses peresinan yang membutuhkan ketelitian dan kesabaran. Resin merupakan suatu cairan yang akan mengeras jika diberikan suatu katalis. Sifat ini digunakan untuk menyatukan seluruh komponen stator dalam bentuk sebuah padatan yang berbentuk plat dengan ketebalan sekitar 3/4 inch.

## b. Rotor

Rotor adalah bagian yang berotasi pada suatu poros di bagian generator. Rotor pada generator *Dual Axial* difungsikan utamanya sebagai tempat permanen magnet dan fluks magnet berotasi

memutari stator untuk menghasilkan daya. Beberapa komponen utama rotor :

1. Poros / Shaft
2. Tromol / Motor-Hub
3. Trileg / Ruji-ruji
4. Plat silinder

## c. Sudu Heliks

Salah satu proses pembuatan turbin angin yang menyita waktu lama adalah pembuatan sudu-sudunya. Sudu heliks seperti namanya sudu ini berbentuk heliks dimana terdapat 3 sudu dalam satu turbin yang masing-masingnya menutupi 120o derajat lingkaran (jika dilihat dari atas).



Gambar 7. kiri : Hasil akhir turbin Heliks. kanan : Proses *outdoor testing* turbin Heliks

## 4. KESIMPULAN

Dari percobaan lapangan yang telah kami lakukan berulang kali kami dapatkan :

1. Kecepatan angin sekitar 4 m/s atau 16 km/jam masih belum dapat mengawali perputaran turbin heliks sehingga dapat dikatakan tujuan masih belum dicapai.
2. Dengan tidak berputarnya turbin secara normal, energi listrik yang dihasilkan pun sangatlah minim dibandingkan dengan ekspektasi awal.
3. Terdapat kekurangan pada desain bagian sudu, sehingga tidak dapat memaksimalkan konversi energi angin menjadi energi kinetik rotasi.

4. Pengembangan alat ini apabila masuk dalam pasar global akan memiliki nilai jual berkisar Rp 7.000.000,00 untuk menghasilkan 500 Watt.

Pengembangan turbin angin Heliks dapat terus dilakukan, terutama pengoptimalan pada bagian sudunya agar dapat mengkonversi energi angin seefisien mungkin. Pengoptimalan dapat dilakukan dengan cara mendesain airfoil pada sudu-sudunya dan diperlukan penelitian serta trial and error lebih lanjut. Implementasi turbin Heliks dapat dilakukan di tempat yang berpotensi angin besar, pada daerah pesisir, dan perlu diberi juga sistem proteksi pada bagian generatornya maupun sudu-sudunya agar lebih aman khususnya untuk makhluk hidup.

## 5. REFERENSI

- [1] Abrahamovich, H. & Rosen, A., 1988. A Model of the Aeroelastic Behaviour of Darrieus Wind Turbine Blades, *Wind Engineering*, Vol. 12 No. 3.
- [2] Beans, E.W. & Jakubowski, G.S., Nov.-Dec. 1983. Method for Estimating the Aerodynamic Coefficients of Wind Turbine Blades at High Angles of Attack, *J. Energy*, Vol. 7, No. 6.
- [3] Burton, T. & et. al, 2001. *Wind Energy Handbook*.
- [4] DeCoste, J. et al., 2004. *Self Starting Darrieus Turbine*. Dalhousie.