

# PERANCANGAN DAN PEMBUATAN KINCIR ANGIN TIPE *HORIZONTAL AXIS WIND TURBINE* (HAWT) UNTUK DAERAH PANTAI SELATAN JAWA

Ahmad Sayogo<sup>1</sup>, Novi Caroko, S.T.\* , M.Eng<sup>2</sup>, Wahyudi, S.T., M.T.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183

E-mail: ahmad.sayogo@gmail.com

---

## Intisari

Kincir angin merupakan salah satu penggerak mula dari sumber energi untuk membangkitkan listrik yang memanfaatkan tenaga angin. Kelebihan kincir angin adalah disamping sumber daya yang melimpah dan terbaru juga tidak menimbulkan dampak pencemaran lingkungan berupa gas buang. Tujuan dari perancangan ini adalah untuk merancang dan membuat kincir angin yang sesuai dengan kecepatan angin di Indonesia dengan material yang kuat, murah dan mudah untuk didapat.

Proses perancangan meliputi perhitungan daya *output* kincir, desain *blade*, pemilihan perbandingan roda gigi *gearboxes*, dan pemilihan generator. Material yang digunakan untuk membuat *blade* (sudu) adalah kayu Pinus dengan ukuran awal 1250 mm x 150 mm x 30 mm. Proses pembuatan dilakukan dengan cara menyerut kayu secara manual dengan menggunakan mesin pasah. Proses *finishing* dilakukan dengan mengampelas secara manual hingga membentuk profil yang diinginkan kemudian dilakukan proses pengecatan untuk menutup pori-pori kayu.

Hasil perancangan yaitu kincir angin tipe horisontal *Horizontal Axis Wind Turbine* (HAWT) dengan jumlah sudu 3 buah. Diameter rotor 3 m dengan material sudu (*blade*) adalah kayu Pinus dan perbandingan roda gigi pada *gearboxes* adalah 1:3 dengan kapasitas generator 500 Watt. Jenis sudu yang digunakan adalah sudu *airfoil* tipe Clark-Y dengan permukaan bawah datar (*flat botom*). Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan kincir dapat bekerja pada kecepatan angin 1,5-3,9 m/s.

**Kata Kunci:** *airfoil*, Clark-Y *flat botom*, HAWT, Kincir Angin

## 1. Pendahuluan

Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan perkembangan teknologi membuat kebutuhan akan suplai energi semakin meningkat, terutama kebutuhan akan energi listrik. Hal ini membuat harga listrik setiap tahunnya mengalami kenaikan. Kebutuhan listrik saat ini masih tergantung pada bahan bakar fosil yang berupa bahan bakar minyak (BBM) dan batu bara yang jumlahnya semakin menipis. Upaya yang dilakukan pemerintah saat ini adalah dengan mencari sumber energi alternatif yang tidak bergantung pada bahan bakar fosil. Salah satu upaya pemanfaatan energi alternatif terbaru yang ramah lingkungan adalah energi yang berasal dari angin. Kincir angin merupakan salah satu contoh penggerak mula dari sumber energi untuk membangkitkan listrik dengan memanfaatkan tenaga angin.

Indonesia adalah negara yang memiliki sumber daya energi yang sangat melimpah, salah satunya adalah energi angin. Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak di daerah khatulistiwa, hal ini menunjukkan bahwa Indonesia memiliki potensi energi angin yang melimpah. Melimpahnya sumber energi di wilayah Indonesia tidak dibarengi dengan pemanfaatan sumber energi secara maksimal. Pantai selatan Jawa merupakan wilayah Indonesia yang mempunyai potensi energi angin yang cukup melimpah, walaupun potensi

anginya cukup rendah yaitu antara 3-6 m/s (BPPT, 2015).

Potensi angin tersebut cocok digunakan untuk pembangkit listrik dengan daya keluaran antara 100-500 Watt. Daya tersebut sangat cocok digunakan untuk skala rumah tangga, walaupun masih tergolong skala kecil. Daya keluaran yang tergolong kecil tersebut dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif, terutama bagi daerah yang belum teraliri listrik PLN. Beberapa daerah di selatan Jawa masih ada yang belum teraliri oleh listrik PLN terutama daerah pesisir yang jauh dari pusat kota.

Asy'ari dkk (2012) membuat *prototipe* kincir angin HAWT bersudu 3 buah, material sudu (*blade*) terbuat dari *fibreglass*. Pengujian dilakukan di daerah waduk Gajah Mungkur Wonogiri, menggunakan *gearbox* dengan perbandingan 1:1,2. Dari hasil pengujian yang dilakukan didapat bahwa kincir tersebut mampu menghasilkan tegangan 95 Volt dan arus 4,5 mA pada kecepatan 5.6 m/s.

Serah (2004) dalam penelitiannya merancang turbin angin tipe *horizontal* dengan sudu berjumlah 3 buah. Diameter rotor adalah 2 m dengan menggunakan *airfoil* tipe NACA 4415. Dari penelitian tersebut didapatkan arus terbesar adalah 0,42 A dengan tegangan 3,34 V, pada kecepatan angin 5,7 m/s.

Herlambang (2014) dengan membuat kincir angin HAWT *multiblade* yang digunakan

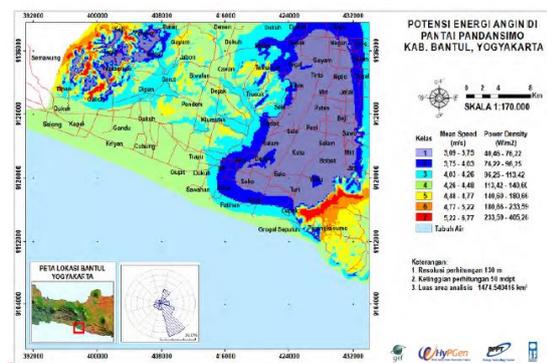
langsung untuk menggerakkan pompa torak kerja ganda. Jenis blade yang digunakan adalah tipe *flap plate* dengan sudu. Material *blade* terbuat dari plat galvanis dengan diameter rotor 90 cm dan panjang sudu 43 cm. Daya terbesar yang dapat dihasilkan oleh kincir tersebut adalah 206,08 Watt pada kecepatan angin 13 m/s.

Sedangkan Arfarisi (2016) membuat rancang bangun kincir angin HAWT kapasitas 1000 Watt dengan sudu berjumlah 3 buah. Diameter rotor kincir tersebut adalah 2,28 m dan *airfoil* yang dipakai adalah tipe NACA 4415. Material yang dipakai dalam pembuatan blade adalah *fiberglass*. Dari data pengujian yang dilakukan kincir tersebut dapat menghasilkan daya terendah pada kecepatan angin 2,67 m/s dengan daya sebesar 4,4 watt. Daya tertinggi dari kincir tersebut adalah sebesar 65,6 Watt pada kecepatan angin 9,2 m/s.

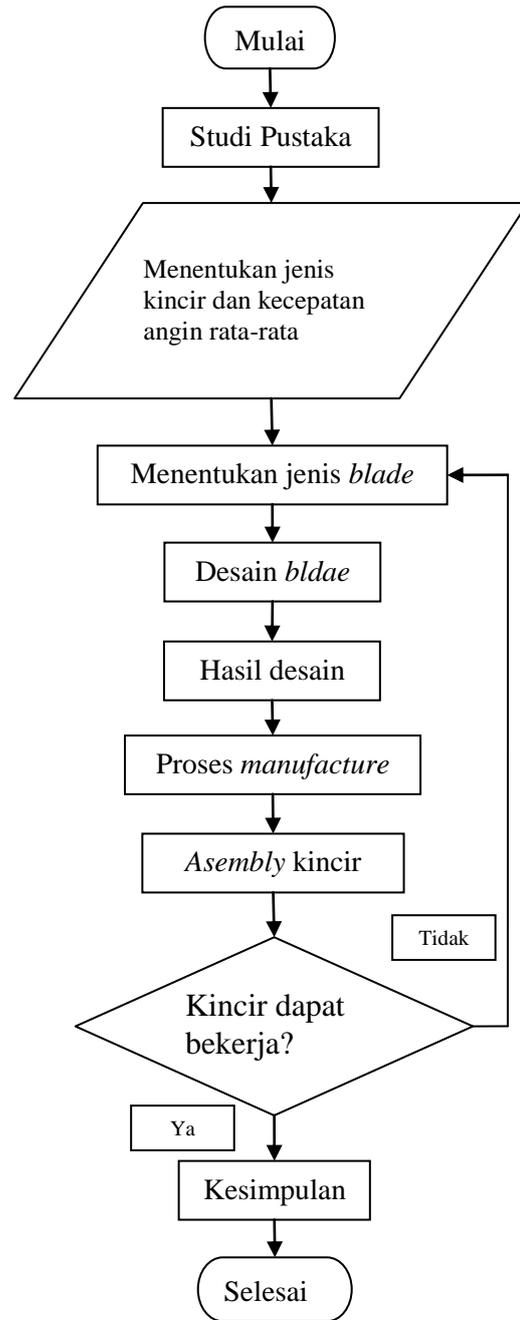
Kelebihan kincir angin adalah disamping sumber daya yang melimpah dan terbaru juga tidak menimbulkan dampak pencemaran lingkungan berupa gas buang. Namun saat ini kincir angin yang tersedia dipasaran rata-rata masih belum sesuai untuk kecepatan angin di Indonesia terutama di wilayah selatan Jawa yang tergolong kecepatan rendah, yaitu antara 3-6 m/s (BPPT, 2015). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan rancangan dan *prototype* kincir angin yang sesuai dengan kecepatan angin di Indonesia dengan material yang kuat, murah dan mudah untuk didapat.

## 2. Metode Perancangan dan Pembuatan

Tahap awal perancangan adalah menentukan kecepatan angin yang ada di daerah pantai selatan Jawa. Setelah mendapat nilai kecepatan angin kemudian menentukan jenis kincir dan *blade* yang akan digunakan untuk kincir angin. Proses selanjutnya adalah proses pembuatan *blade* yang selanjutnya dilakukan pengujian apakah kincir dapat bekerja atau tidak. Tahapan proses perancangan ini berdasarkan diagram alir penelitian yang terdapat di dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.1 Potensi angin di wilayah selatan kabupaten Bantul DIY



Gambar 2.2 Diagram alir penelitian

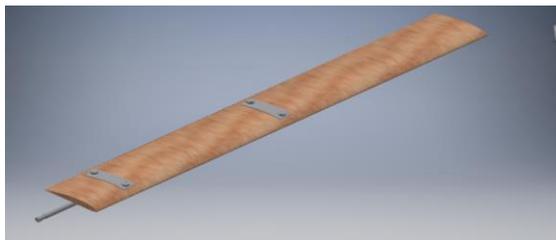
## 3. Pembahasan

Angin merupakan salah satu jenis energi terbarukan yang ramah lingkungan yang dapat dipakai untuk memasok kebutuhan energi listrik masyarakat. Pada umumnya, perancangan dan pembuatan kincir angin tipe HAWT lebih banyak dibanding kincir tipe VAWT. Kincir angin HAWT dipilih karena, berdasarkan studi yang ada, karakteristik angin di wilayah pantai selatan Jawa adalah laminar. Angin laminar ditunjukkan dengan bentuk pepohonan yang condong pada satu arah. Kincir angin HAWT sangat cocok diaplikasikan pada daerah yang

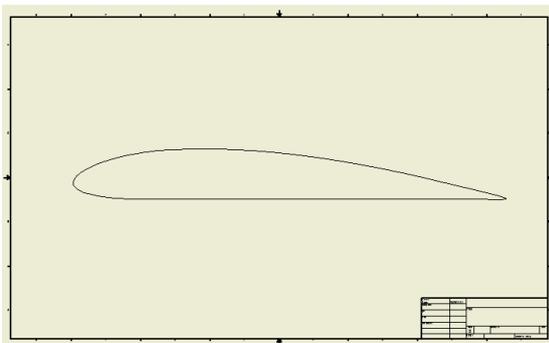
karakteristik anginnya adalah laminar bukan turbulen.

**a. Proses Perancangan**

Perancangan kincir angin pada tahap awal dimulai dengan menentukan jenis *blade* yang akan dipakai. Proses perancangan meliputi perancangan prancangan *blade*, perhitungan roda gigi dan pemilihan kapasitas generator yang digunakan. Proses selanjutnya adalah melakukan perhitungan dimensi *blade* kincir angin yang akan dipakai. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai *swept area* sebesar 7,068 m<sup>2</sup> dengan diameter rotor 3 m, untuk nilai TSR dipilih 7 karena optimal, dan nilai *rotor solidity* adalah 0,048. Setelah menentukan jenis kincir dan *blade* yang akan digunakan selanjutnya digambar teknik untuk keperluan analisis dan simulasi. Dengan memperhitungkan nilai efisiensi generator diharapkan kincir ini mampu menghasilkan daya *output* sebesar 152,114 Watt pada kecepatan angin 4,5 m/s. Desain CAD dari *airfoil* yang dirancang ditunjukkan pada Gambar 3.2.



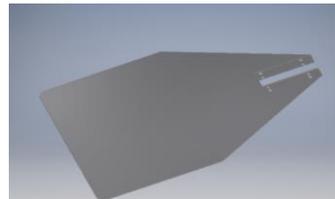
Gambar 3.1 Gambar 3D Airfoil



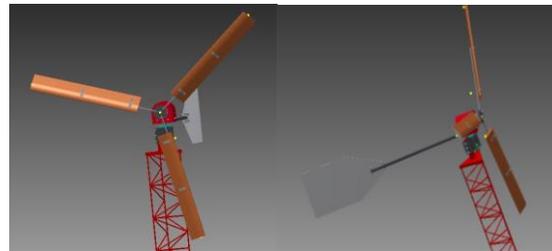
Gambar 3.2 Bentuk Airfoil Clark Y flat botom



Gambar 3.3 Frame Kincir



Gambar 3.4 Gambar Ekor Kincir



Gambar 3.5 Gambar kincir angin HAWT

**b. Proses Pembuatan**

Bentuk desain yang telah ditentukan pada tahap perancangan kemudian di gambar sketsa/pola pada balok kayu pinus yang akan digunakan untuk membuat *blade*. Kayu Pinus dipilih karena selain harganya murah juga kuat dan tahan terhadap air.



Gambar 3.6 Material kayu pinus



Gambar 3.7 Pola pada kayu pinus

Setelah pola digambar pada kayu, kemudian dilakukan proses penyerutan, proses ini dilakukan secara manual dengan menggunakan gerinda yang mata gerindanya diubah dengan depasangi amplas khusus kayu. Pada proses digunakan amplas kasar dengan nomor 400. Semua proses dilakukan secara manual, maka pada proses ini dilakukan secara hati-hati karena jika terjadi kesalahan maka hasil profil *airfoil* pada kayu akan tidak sesuai yang diharapkan.



Gambar 3.8 Proses penyerutan

Setelah didapatkan *blade* setengah jadi pada proses sebelumnya kemudian dilakukan proses pengamplasan dengan amplas nomor 500. Proses pengamplasan dilakukan dengan tujuan memperhalus permukaan kayu. Pada proses ini dilakukan secara manual karena proses ini merupakan proses akhir penghalusan sehingga perlu kehati-hatian. Proses ini juga bertujuan untuk mempertegas profil *airfoil* pada kayu pinus.

Tahapan terakhir adalah proses finishing, pada proses ini dilakukan proses pengecatan menggunakan cat pernis kayu. Proses ini dilakukan dengan tujuan untuk menutup pori-pori kayu agar tidak terjadi jamur pada kayu.



Gambar 3.9 Proses pemernisan

Setelah proses finishing selesai maka *blade* selanjutnya dapat dilakukan proses perakitan dengan stik *blade* yang nantinya dirakit bersama kincir dan siap dilakukan pengujian lebih lanjut.



Gambar 3.10 *Blade* yang sudah dirakit dengan stik *blade*

*Blade* kincir angin yang sudah selesai dibuat selanjutnya dilakukan proses *assembly* dengan kincir dan siap untuk dilakukan proses pengujian. Pengujian bertujuan untuk mengetahui apakah kincir angin dapat bekerja atau tidak, seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.11 Kincir Angin HAWT

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pada perancangan dan pembuatan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kincir angin yang dirancang dan dibuat adalah kincir angin tipe *horizontal* atau *Horizontal Axis Wind Turbine* (HAWT) berjumlah sudu 3 dengan material sudu dari kayu Pinus. Diameter rotor (D) yang digunakan adalah 3 m dengan perbandingan roda gigi pada *gearboxes* adalah 1:3 serta kapasitas generator yang digunakan adalah 500 Watt. Bentuk *airfoil* yang dipilih adalah tipe Clark-Y dengan permukaan bawah *airfoil* berbentuk datar (*flat botom*) dengan dimensi 1000 mm x 150 mm x 17,5 mm.
2. Setelah dilakukan uji coba di Pantai Baru Pandansimo Bantul pada tanggal 14 Mei 2016 kincir angin dapat beroperasi pada kecepatan angin sebesar 1,5-3,9 m/s.

#### 5. Saran

Saran yang dapat berikan untuk pengembangan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk peneliti selanjutnya diharapkan mampu merancang generator kincir angin yang sesuai untuk kecepatan angin rendah dan dapat mengurangi lendutan pada generator. Dengan

menghilangkan lendutan pada generator maka kincir dapat beroperasi pada kecepatan yang sangat rendah.

2. Perlu adanya perbaikan *blade* dengan menghilangkan stik pada *blade*. Stik ini menempel pada *blade* sehingga dapat menimbulkan turbulensi pada blade yang nantinya dapat menghambat kerja kincir angin.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

WHyPGen - BPPT. 2015. Peta Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) di Indonesia dan Hasil Kajian Awal PLTB di 10 Lokasi. Serpong. Tangerang Selatan.

Asy'i, Hisyam. 2012. Desain *Prototipe* Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Turbin Angin Horisontal dan Generator Magnet Permanen Tipe *Axial* Kecepatan Rendah. Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III Yogyakarta.

Alfarisi, Mika Salman. 2016. Rancang Bangun Turbin Angin Sumbu *Horizontal* Kapasitas 1000 Watt. Tugas Akhir Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang

Herlambang, Yusuf Dewantoro. 2013. Kaji Eksperimental Turbin Angin *Multiblade* Tipe Sudu *Flate Plate* Sebagai Penggerak Mula Pompa Air. Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode 4 Universitas Wahid Hasyim Semarang. Semarang

Airfoil Tools.  
<http://airfoiltools.com/airfoil/details?airfoil=clarky-il> . Diakses pada 20 Januari 2015.