

## **RANCANG BANGUN PROPELLER TURBIN ANGIN SUMBU VERTICAL BERBAHAN DASAR KOMPOSIT FIBERGLASS (GFRP)**

**Nizardi T A<sup>1)</sup>, S Ali<sup>2)</sup>, Husin Z<sup>3)</sup>, Marbun M<sup>4)</sup>**

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin FT-Universitas Teuku Umar - Meulaboh

<sup>2,3,4)</sup> Dosen Teknik Mesin FT-Universitas Teuku Umar - Meulaboh

E-mail : syurkarni@utu.ac.id<sup>2</sup>

### **Abstrak**

*Pemanfaatan energi angin yang sebagai alternatif dalam pemakaian energi terbarukan sangat berpotensi untuk penambahan income bagi masyarakat dimana potensi angin di daerah meulaboh aceh barat yang sebesar rata-rata 11 km/h dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan energi listrik dengan daya angin rendah, pada penelitian adalah merancang dan memfakturkan propeler turbin angin jenis lenz tipe cupped dengan jumlah propeller sebanyak 3 (Tiga) Buah. Metode desain dilakukan dengan menggunakan software sketchup yang hasil akhirnya berupa gambar 3 dimensi dan dalam proses manufaktur metode yang dilakukan adalah pengolesan atau dikenal juga dengan metode hand lay up dengan bahan yang digunakan adalah serat fiberglass dan penguat resin atau dikenal dengan material komposit. Serta untuk memperoleh hasil dilakukan pengujian berupa uji kemampuan propeller dalam menggerakkan generator yang dalam penelitian ini, besaran generator sebesar 100 W. pengujian dilakukan pada lokasi universitas Teuku Umar pada gedung kuliah terintegrasi tepatnya pada rooftop dengan ketinggian dari permukaan laut sebesar ±20 m. Hasil yang diperoleh setelah dilakukan pengujian kecepatan angin adalah sebesar 18,4 mph. rata-rata selama pengujian 3 (tiga) hari, dan rata-rata hasil putaran turbin sebesar 39,8 rpm.*

**Kata Kunci :** Energi Angin . energi alternatif, material komposit, hand lay up, kecepatan angin, putaran propeller

### **Abstract**

*The wind energy as an alternative in the use of renewable energy has the potential to increase income for the capital, where the potential for wind in the area of Meulaboh, west Aceh, which is 11 km/h, on average can be used for electrical energy needs specially for low wind turbine power, This is research is designing and manufacturing wind turbine propellers. Wind type Lenz cupped type, the number of propellers as much as 3 (three) pieces. The design method is carried out by using Sketch Up software, the final result is in the form of a 3-D image and in the manufacturing process method is making the wind turbine propeller with the method hand lay up for the materials using are fiberglass as a matrix and resin as a reinforcement or known as composite materials. And to obtain the results, a test was carried out in the form of a propeller ability test in driving a generator. With the generator output was 100 W. The test was carried out at the location of Teuku Umar University in an integrated building, precisely on the rooftop with a height of build ± 50m. On the sea level. The results obtained after testing the wind speed amounted to 18.4 mph. average during testing 3 (three) days, and the average results of the propeller turbine rotation of 39.8 rpm.*

**Key words:** wind energy, energy alternative, composite materials, hand lay up, wind speed, propeller turbine rotation

## PENDAHULUAN

Energi angin merupakan energi terbarukan yang sangat fleksibel dan dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan seperti pemompaan air irigasi, pembangkit listrik, pengering atau pencacah hasil panen, aerasi tambak ikan atau udang, untuk pendinginan ikan pada perahu nelayan dan lain-lain[1]. Energi angin merupakan sumber energi listrik yang bisa dimanfaatkan secara gratis. Kawasan yang memiliki potensi angin yang banyak antara lain daerah pegunungan dan daerah pantai. Angin adalah udara yang bergerak sebagai akibat adanya perbedaan tekanan, dan angin mengalir dari tempat dengan tekanan udara tinggi ke tempat dengan tekanan udara rendah[2]. Menurut Direktorat Jendral Ketenagalistrikan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Tahun 2016, pembelian energi listrik oleh PLN diwilayah Aceh mencapai 130,15 MWh, pada tahun 2017 pasokan energi listrik yang mampu disediakan oleh PLN untuk wilayah Aceh sebanyak 164,08 MW.

Turbin angin vertikal merupakan salah satu jenis turbin yang dapat digunakan. Turbin jenis ini memiliki poros atau sumbu rotor utama yang disusun vertikal atau tegak lurus. Kelebihan utama dari jenis ini adalah daya listrik yang dihasilkan lebih besar. Turbin angin sederhana dengan diameter 0.6m, dapat menghasilkan daya listrik 80 W [3]. Pembuatan propeller turbin angin dapat dibuat menggunakan berbagai macam material, salah satunya adalah menggunakan komposit. Komposit merupakan material yang tersusun dari dua atau lebih kombinasi unsur yang secara makro berbeda dalam bentuk dan komposisi material yang pada dasarnya tidak dapat dipisahkan [4]. Ditinjau dari kemampuan impak pada material komposit berpenguat serat alam seperti digunakan serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Yang memiliki kemampuan energi Impak sebesar 35 joule dan tegangan yang bekerja sebesar 2,8 Mpa.[5]. Kinerja dan output yang dihasilkan dari turbin angin sangat dipengaruhi pada Penggunaan bahan material propeller tersebut, maka dari itu diperlukan bahan material komposit fiberglass yang cocok untuk pada pembuatan propeller turbin angin yang memerlukan ketahanan dan kekuatannya baik. Dari beberapa faktor di atas maka perlu untuk dilakukan eksperimen lebih lanjut untuk mencoba membangun propeller turbin angin vertikal. Penelitian ini dilakukan pada gedung kuliah terintegrasi Universitas teuku umar.

### **Turbin Angin**

Listrik merupakan salah satu kebutuhan dasar masyarakat. Listrik menjadi salah satu energi dalam menjalankan segala roda kegiatan ekonomi dan aktivitas masyarakat. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut diperlukan banyak pembangkit tenaga listrik di Indonesia., Pemerintah telah berkomitmen untuk memasok listrik sebanyak 35 ribu Megawatt (MW) dalam jangka waktu 5 tahun (2014-2019). Pemerintah dan sektor swasta bekerja sama untuk membangun 109 pembangkit listrik, dimana 35 proyek telah dilakukan pembangunannya oleh PLN dan 74 proyek lainnya yang dilakukan pembangunannya oleh Swasta / Independent Power Producer (IPP) [1].

### **Vertikal Axis Wind Turbine (VAWT)**

Vertikal Axis Wind Turbine (VAWT), merupakan turbin angin sumbu tegak yang gerakan poros dan rotor sejajar dengan arah angin, sehingga rotor dapat berputar pada semua arah angin. VAWT. Keunggulan dari VAWT memiliki torsi tinggi sehingga dapat berputar pada kecepatan angin rendah, serta generator dapat diposisikan di bagian bawah turbin sehingga mudah perawatan dan kerja turbin tak dipengaruhi arah angin. Kelemahannya adalah kecepatan angin di bagian bawah sangat rendah sehingga apabila tidak perlu memakai tower akan menghasilkan putaran yang rendah, dan efisiensi lebih rendah dibandingkan HAWT. Ada tiga model rotor pada

turbin angin jenis ini, yaitu: Savonius, Darrieus, dan H rotor. Turbin Savonius memanfaatkan gaya drag sedangkan Darrieus dan H rotor memanfaatkan gaya lift. [6] Turbin Savonius ditemukan oleh sarjana Finlandia bernama Sigurd J. Savonius pada tahun 1922, konstruksi turbin sangat sederhana, tersusun dari dua buah sudu setengah silinder [7]

### **Propeller**

Merupakan kitiran untuk memutar turbin dengan cara mengkonversikan daya energi angin menjadi energi mekanik dengan memutar dua atau lebih propeller dari sebuah poros utama. Propeller dari sebuah turbin angin berperan sebagai bilah berputar yang memproduksi gaya dengan mengaplikasikan prinsip bernoulli dan hukum gerak newton.

### **Komposit**

Suatu material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya, melalui campuran yang tak seragam atau homegen, dimana sifat dasar material pembentuknya berbeda. Sehingga saat merencanakan suatu material dengan kemampuan tertentu dapat di inisiasikan dengan perbedaan komposisi[7].

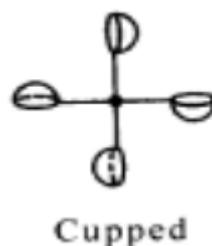
### **Fiberglass**

Material fiberglass merupakan suatu jenis bahan komposit serat yang memiliki keunggulan kuat namun tetap ringan walaaauupun tidakkk sekaku dan seringan carbon fiber, fiberglass memiliki sifat ulet, dan relative murah harganya[8]

## **METODE PENELITIAN**

### **Perencanaan desain**

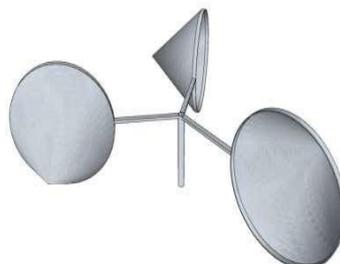
Perencanaan desain Propeller turbin dengan menggunakan software *sketch up* dengan desain berbentuk atau tipe cupped



Gambar 1: Model lenz23 tipe cupped (VAWT)  
 (Sumber [www. thebackshed.com](http://www.thebackshed.com))

### **Desain berbantuan software sketch up**

Desain dengan menggunakan sketchup dengan jumlah propeller sebanyak 3 (tiga ) buah, gambar desain sebagaimana terlihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2 : Desain propeller (VAWT) menggunakan software Sketch up

Gambar desain ini memperlihatkan bahwa terdapat 3 tiga buah propeller berjenis cupped tipe Lenz ini, sehingga kemampuan putarnya akan baik dimana masing masing propeller penghubung memiliki sudut sebesar  $120^{\circ}$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Desain

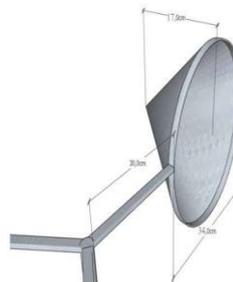
#### Perancangan Propeller

Rancang bangun propeller turbin sumbu vertical komposit fiberglass (GFRP) menggunakan software drawing *Sketch up*. Adapun beberapa hal yang diperhatikan dalam proses mendesain Antara lain : desain dan dimensi Propeller dan Pemakaian Jenis material.

Hal tersebut juga berguna untuk memudahkan dalam proses manufaktur. Begitupula dalam memilih material yang digunakan, harus yang memiliki kemudahan dalam desain dan percetakan.

### Dimensi

Ukuran pada propeller turbin sebagaimana yang terlihat pada gambar berikut ini:



Gambar 3 : Dimensi propeller

Dimensi propeller juga sebagai mana tertera pada tabel 1 berikut:

Tabel 1 Data Hasil Uji Spesimen

No	Nama Spesimen	mm
1	Luas lingkaran	340
2	Kedalaman cup propeller	170
3	Batang penyangga	300

### Proses Pembuatan Propeller

#### Persiapan cetakan

Pada persiapan cetakan untuk memudahkan pada proses pembentukan dilakukan, membuat cetakan yang sesuai dengan ukuran yang didesain dalam hal ini cetakan dibuat dengan menggunakan material seng yang berupa lembaran dan banyak dijual dipasaran lalu di bentuk sesuai dengan desain yang sudah dilakukan seperti pada gambar 3 diatas, gambaran desain juga harus sesuai dengan kemampuan dari tiang penyangga dan tekanan angin yang berada didaerah tersebut dimana rata-rata tekanan angi yang terjadi seputaran kota meulaboh tepatnya desa suak ribee yaitu sebesar 11 km/j[9].

Proses pencetakan sebagaimana terlihat pada gambar 4 berikut:



Gambar 4 : cetakan setelah dibentuk kerucut

### Pembuatan propeller

Pembuatan propeller menggunakan bahan bahan diantaranya: resin yang berfungsi sebagai penguat, kemudian serat gelas atau fiberglass yang berfungsi sebagai matriks, selanjutnya serbuk powder yang berguna untuk bahan pengisi dan katalis sebanyak 10% dari besaran jumlah campuran resin dan powder Proses pembuatan dimulai dari pencampuran bahan penguat dan katalis serta powder selanjutnya fiber di lapisi pada cetakan agar dapat dilakukan pengolesan, cara ini sering dikenal dengan *hand lay up*. Pengolesan Antara campuran resin terhadap fiberglass dilakukan sebanyak 3 kali pelapisan, dengan setiap lapisan memiliki ketebalan sebesar kurang lebih 2 mm. setelah selesai pelapisan dilakukan proses pengeringan. Pada proses pengeringan ini dilakukan secara manual yaitu dengan cara menempatkan cetakan di panas terik matahari. Proses pengerjaannya sebagaimana terlihat pada gambar 5 berikut:



Gambar 5:(a) proses pencampuran bahan. (b). proses pengolesan pada cetakan

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa proses pencamouran saat dilakukan perlu ketelitian yang baik agar saat pengolesan struktur material tercampur dengan baik dan merata. Dan apabila

pada proses pencampuran tidak sesuai baik takaran maupun pengadukan maka akan terjadi gelembung – gelembung udara yang terperangkap atau dinamakan Void, yang akan mengakibatkan tidak sempurnanya dalam pembentukan struktur propeller nantinya.

### Proses Akhir

Setelah dilakukan proses pembuatan propeller, berikutnya adalah tahapan akhir yaitu proses pembentukan dan pembersihan pada produk propeller, pada tahap ini pada permukaan propeller sering terlihat berpori sehingga perlu diperbaiki.

#### Penimbangan Berat Propeller

Setelah proses pembuatan selesai proses pembuatan propeller selanjutnya dilakukan penimbangan berat dari propeller yaitu sebesar kurang lebih 700 gram.

### Pengujian propeller

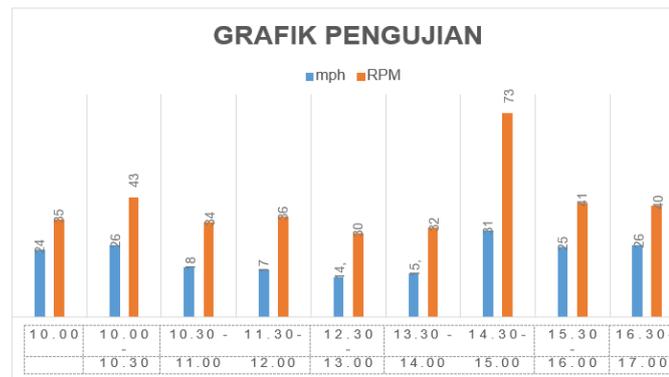
Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap putaran dari propeller setelah dipasangkan ke turbin angin yang berkapasitas 100 watt maka diperoleh hasil untuk putaran poros turbin seperti terlihat pada table 2 berikut:

Tabel 2 hasil pengujian

No.	Waktu	Kecepatan Angin (mph)	Putaran Turbin (rpm)
1	10.00	24	35
2	10.00 – 10.30	26	43
3	10.30 – 11.00	18	34
4	11.00 – 11.30	17	36
5	11.30 – 12.00	14,5	30
6	12.30 – 13.00	15,5	32
7	13.30 – 14.00	16	34
8	14.30 – 15.00	31	73
9	15.30 – 16.00	25	41
10	16.30 – 17.00	26	40

Data diatas adalah pengujian untuk mendapatkan nilai putaran pada propeller pada turbin terhadap kecepatan angin. Data tersebut diambil berdasarkan waktu mulai pukul 10.00 hingga 17.00 wib. Data diambil selama 3 hari dengan lokasi penempatan turbin adalah diatas gedung bertingkat 4 dengan ketinggian sekitar 18,7 mph, dan rata rata selama pengujian 3 (tiga ) hari sebesar 18,4 mph, dan rata rata hasil putaran turbin sebesar 39,8 rpm, data hasil pengujian dapa dilihat dari grafik berikut

### Grafik hasil pengujian



Gambar grafik hasil pengujian

Dari gambar grafik diatas terlihat bahwa kondisi perputaran turbin yang terbaik ada pada saat pukul 14.30. namun perbandingan diatas adalah dimana kecepatan angin yang diukur dengan manometer diperoleh hasil saat itu berkisar 31 mph, sementara perputaran turbin sebesar 7 rpm. Ini menandakan kualitas angina yang berada diarea gedung kuliah terintegrasi universitas teuku umar memiliki potensi untuk pemanfaatan pembangkit listrik tenaga angina atau bayu. Sebagai mana terlihat pada gambar berikut :



Gambar proses pengambilan data

### KESIMPULAN

Dari hasil pengujian diperoleh tingkat keberhasilan menggunakan propeller 80 % dimana pada penggunaan generator putaran turbin sangat maksimal, sehingga jenis propeller ini dapat digunakan untuk kapasitas pembangkit listrik tenaga angin rendah

### Saran

Penggunaan propeller turbin VAWT ini dapat dimanfaatkan untuk pemakaian khusus seperti sebagai alat bantu pasokan energi listrik untuk alat pertanian dan perkebunan atau pun untuk penerangan ruangan pada unit perkantoran.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Saputra C.I. *Pengembangan Turbin Angin Sumbu Vertikal tipe triple stage savonius dengan poros ganda*. 2015.
- [2] Melda L. *Essensi Prototype Turbin Savonius pada kecepatan angin rendah*. 2013.
- [3] Sahim at all. *Analysis of a small Horizontal Exis wind turbine Performance*. 2001;
- [4] Purwanto. D. A.; *Karakterisasi Komposit berpenguat serat Bambu dan serat gelas sebagai alternative bahan baku industri*. ITS Surabaya. 2009
- [5] S.Ali, *Pengaruh Beban Impak Jatuh Bebas pada Produk Inovasi Parking Bumper dari bahan Polymeric Foam diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)*. jurnal Mekanova Vol. 1 edisi 1 hal 1-11.
- [6] Alinuha A. *Analisis Performa dan karakterisasi daya motor BLDC 350 W pada prototype mobil listrik Ababil*. Jurnal teknik elektro 18 (2) 55-58. 2018.
- [7] Matthews.F.L.Rawlings R.D. *Composite Material Engineering and Science*. 1993.
- [8] Wiratama C. *Material Fiberglass Serat Kaca*. 2013.
- [9] Saputra O. *Desain dan Pembuatan Prototype Propeller Turbin Angin Jenis Horizontal dari bahan Glass Fiber Reinforced Plastics (GFRP)*. Tugas Akhir, tidak dipublikasi. 2019.
- [10] <http://www.thebackshed.com/windmill/articles/lenz23.asp>. Diakses 10 Maret 2021