

RANCANG BANGUN BILAH PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN DENGAN DAYA 3.5 kW

M. Fadly Firmansyah¹, Edi Septe S.²

Jurusan Teknik Mesin¹ Fakultas Teknologi Industri² Universitas Bung Hatta³

Jl. Gajah Mada No. 19 Olo Nanggalo Padang, Sumatera Barat 25143

email : fadly15firmansyah@gmail.com

ABSTAK

Ketetapan daya 3,5 kW di ambil dari kebutuhan listrik untuk Gunung kerinci guna memfasilitasi objek wisata tersebut, maka dari pada itu, di manfaatkanlah tenaga angin di gunung tersebut yang berkisar ± 6 m/s. dan di rancanglah sebuah komponen kincir angin *Horizontal axis Wind turbine* (HAWT) yaitu bilah. pengolahan data geometri bilah, dimana di lakukan simulasi pada *Qblade*, perancangan pada *Solidworks*, manufaktur dan analisa. Perancangan bilah yang di hitung di peroleh panjang 5,5 meter, lebar 0,5 meter dan tebal yang di sesuaikan dengan *airfoil naca 5415*. setelah melakukan perancangan di lanjutkan dengan implementasi dalam skala 1:10 yang dimana di lakukan manufaktur bilah sesuai dengan diagram pembuatan, manufaktur alat pendukung yang terdiri dari hub bilah, tiang bilah dan dudukan generator beserta fin yang sesuai dengan diagram pembuatan, dari hasil implementasi bilah skala 1:10 di lakukan 2x percobaan, pada percobaan pertama pada kecepatan angin 1,3 m/s di dapatkan tegangan 18 volt dengan kecepatan putaran 898,6 rpm, dan percobaan kedua kecepatan angin 1,5 m/s di dapatkan tegangan 20 volt dengan kecepatan putaran 916,8 rpm dan di konversikan menjadi rotasi per second. setelah itu dilakukan perbandingan antara *Tip Speed Ratio* yang di rancang dengan rps, di dapatkan hasil perbandingan *Tip Speed Ratio* dari hasil rancang bangun 8,6 dan 7,5 dan *Tip Speed Ratio* yang di rancang melebihi dari *Tip Speed Ratio* yang di rancang. dan mendapatkan daya sebesar 389,81 watt untuk bilah yang telah di manufaktur pada kecepatan angin 6 m/s pada densitas udara 1,27 kg/m³

Kata kunci : *gunung kerinci, turbin angin, bilah, airfoil, Qblade, Solidworks, Tip, Speed Ratio*

ABSTACT

The 3.5 kW power stipulation is taken from the electricity requirement for Mount Kerinci to facilitate the tourist attraction, therefore, the wind power in the mountain is utilized which ranges from ± 6 m/s. and designed a component of the Horizontal axis Wind turbine (HAWT) windmill, namely the blade. blade geometry data processing, where simulation is performed on *Qblade*, design on *Solidworks*, manufacturing and analysis. The design of the calculated blade is 5.5 meters long, 0.5 meters wide and the thickness is adjusted to the *Naca 5415* airfoil. After designing, it is continued with implementation on a 1:10 scale where manufacturing of the blades is carried out according to the manufacturing diagram. , manufacturing supporting tools consisting of a blade hub, blade pole and generator holder along with fins in accordance with the manufacturing diagram, from the results of the 1:10 scale blade implementation, 2 experiments were carried out, in the first experiment at a wind speed of 1.3 m/s it was obtained a voltage of 18 volts with a rotation speed of 898.6 rpm, and the second experiment with a wind speed of 1.5 m/s obtained a voltage of 20 volts with a rotation speed of 916.8 rpm and converted into rotations per second. after that a comparison is made between the designed *Tip Speed Ratio* with rps, the results of the comparison of the *Tip Speed Ratio* from the design results are 8.6 and 7.5 and the designed *Tip Speed Ratio* exceeds the designed *Tip Speed Ratio*. power of 389.81 watts for blades that have been manufactured at a wind speed of 6 m/s at an air density of 1.27 kg/m³

Keywords: *Mount Kerinci, wind turbine, blades, airfoil, Qblade, Solidworks, Tip, Speed Ratio*

PENDAHULUAN

Gunung kerinci ialah gunung berapi tertinggi di Indonesia dengan ketinggian tinggi 3805. yang memiliki kecepatan angin $\pm 6\text{m/s}$ dan densitas udara sebesar $1,270\text{ kg/m}^3$. Saat ini sebagian energi listrik yang di gunakan di Indonesia berasal dari energy fosil, yaitu bahan bakar minyak (BBM), gas dan batu bara. [1]

Maka untuk memenuhi kebutuhan penanjak dan memfasilitasi objek wisata tersebut peneliti memanfaatkan sumber tenaga angin yang di mana memiliki kecepatan angin ± 6 pada gunung tersebut, dan kami rancanglah sebuah komponen kincir angin yaitu bilah. [2]

Tip Speed Ratio 1 dan 2 bilah memiliki kondisi kerja aerodinamis yang tidak asimetris

sehingga desain 3 bilah lebih banyak digunakan karena putarannya yang lebih stabil dan ideal[3]

dalam penelitian ini pada airfoil NACA 5412 lebih baik dari pada NACA 3415, 4415, dan 6315 jenis taperless lebih baik dari pada jenis taper pada simulasi pengujian C_p -TSR untuk TSR 7 taperless bernilai C_p 46%, pengolahan data di lakukan dengan menggunakan persamaan yang di ambil dari referensi yang di paparkan [3-7]

Pada penelitian ini blade dibuat dengan desain blade jenis taperless airfoil NACA 5415 berbahan kayu Mahoni. [6] dan untuk proses perancangan pada bentuk 3d di buat dalam bentuk gambar teknik dan di dimanfaatkan dalam pembuatan mal pembentukan bilah dalam proses manufaktur [8]

METODE

Rancang bangun ini di mulai dengan melakukan studi literatur pustaka terlebih dahulu, di maksudkan untuk menemukan teori dan konsep yang di butuhkan. kemudian mencari *software* untuk tahap perancangan, di lanjutkan mencari bahan untuk proses manufaktur, lalu di lakukan

pengujian untuk mendapatkan hasil dari perancangan dan proses manufaktur.

A. Software

- Microsoft Excel digunakan untuk proses perhitungan dan pengolahan data
- *Qblade* di gunakan untuk melihat hasil simulasi langkah awal
- *Solidworks* digunakan untuk melihat hasil dari pengolahan data dan membantu dalam proses manufaktur

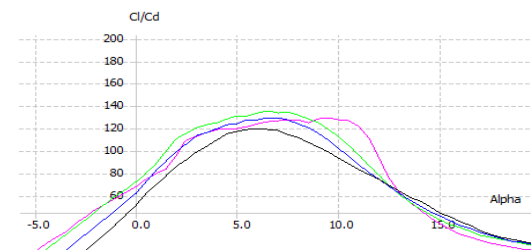
B. Alat dan bahan

- Kayu Mahoni
- Triplek Melaminto
- Material ST-37 profil L
- Material ST-37 profil Hollow
- Plat baja ST-37 1mm dan 2 mm
- material ST-37 beton
- Pipa ASTM A53 1"
- generator 240 Volt
- Baut M10 x 80 mm
- Bearing Doble Row ball

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan

Penetapan data di ambil dari kebutuhan listrik pada gunung kerinci sebesar 3,5 kW, yang dimana memiliki kecepatan angin $\pm 6\text{ m/s}$ turbin yang digunakan memiliki jumlah 3 bilahdi lakukan analisis *airfoil* untuk melakukan perbandingan *naca* (**grafik 1**).



Grafik 1 CI/Cd berbanding Alfa Pada *Naca* 3415,4415,5415 dan 6315

melakukan pengolahan data pada persamaan yang meliputi :

1. Jari Jari Bilah

$$R = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

R = Jari-jari bilah (m)

A = Luas sapuan bilah (m²)

2. Jari-Jari Parsial

$$\lambda_r = \frac{r}{R} \lambda_R$$

λ_r = TSR parsial untuk setiap elemen

r = Jari-jari parsial (m)

R = Jari-jari bilah (m)

λ_R = TSR bilah

3. Sudut alir /flow Angle

$$\phi = \frac{2}{3} \tan^{-1} \frac{1}{\lambda_r}$$

ϕ = Sudut Alir atau flow angle (°)

λ_r = TSR parsial untuk setiap elemen

4. Sudut Puntir/Twist

$$\beta = \phi - \alpha$$

ϕ = Sudut alir atau flow angle (°)

α = sudut serang angin terhadap (*Angle of Attack*) (°)

5. Coefisien Lift di ambil dari software Qblade

6. Koreksi lebar bilah

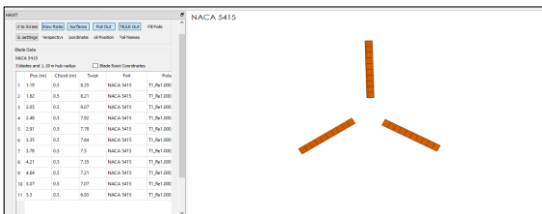
$$Z = \frac{Cr}{\cos \beta}$$

Cr = Lebar bilah atau Chord

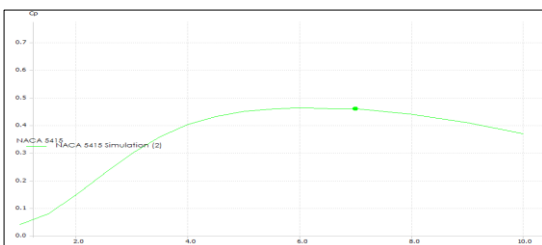
Z = koreksi lebar bilah

β = Sudut puntir atau twist angle (°)

hasil pengolahan data di dapatkan model dasar (**gambar 1**) dan performa(**gambar 2**) (*Coefisien power*).



Gambar 1. simulasi geometri bilah dan bentuk bilah Naca 5415 pada Q-Blade

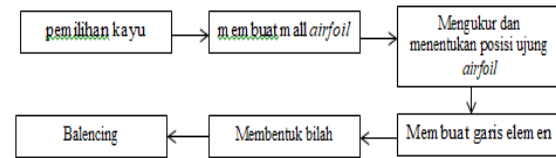


Gambar 2. simulasi kurva Cp-TSR pada geometri bilah

B. Implementasi Konsep Perancangan

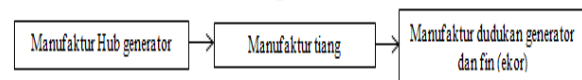
dikalakan menjadi 1 : 10. dari proses pembuatan komponen semua bagian.

1. Pembuatan bilah skala 1:10



Gambar 3. Diagram prosedur pengerjaan proses manufaktur bilah menggunakan material kayu mahoni di bentuk menggunakan cetakan *airfoil* dari hasil perancangan pada *solidworks*

2. Manufaktur Komponen Turbin



Gambar 4. Diagram proses manufacturing alat pendukung

C. Percobaan dan pengujian

Pada pengujian di lakukan untuk melihat hasil dari implementasi dari pembuatan bilah yang dimana bertujuan untuk melihat perbandingan TSR dan daya pada kecepatan angin 6 m/s, di dapatkan data hasil percobaan (**Tabel 1**).

Tabel 1. Hasil Percobaan Naca 5415 skala 1:10

No	Kecepatan Angin (m/s)	Tegangan (Volt)	Kecepatan Putaran (RPM)
1	1.3	18	898,6
2	1.5	20	916,8

Pada percobaan pertama di dapatkan Tip Speed ratio 8,6 dan percobaan kedua sebesar 7,5 dan daya pada kecepatan angin 6 m/s sebesar 389,81 watt.

KEMPULAN

Jenis bilah yang di gunakan yaitu *Taperless* pada kecepatan angin sedang, untuk hasil perancangan di dapatkan panjang jari jari 5,5 m lebar 0,5 m dengan Naca 5415, memiliki C_p (coofisien power) sebesar 46% kecepatan angin 6 m/s dan densitas udara $1,270 \text{ kg/m}^3$ dan daya dari hasil implementasi pada kecepatan angin 6 m/s sebesar 389,81 watt dengan TSR pada 2x percobaan 8,6 dan 7,5

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dewita, Anggi. Dkk. 2015. "Pemanfaatan WRF-ARW untuk Simulasi Potensi Angin sebagai Sumber Energi di Teluk Bone". *Jurnal. Material dan Energi Indonesia. Universitas Padjajaran*. Vol. 05, No.02 2015 17-23.
- [2] Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika, Stasiun Meteorologi kelas I Sultan Thaha Jambi.
- [3] Hau, Erich. 2013. *Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics*. Munich: Springer.
- [4] N. Zahra dan Inayah, "Dasar-Dasar Perancangan Bilah", Lentera Bumi Nusantara, 2016
- [5] Ismail. Taufik Arrahman. 2017. "Perancangan Turbin Angin Sumbu *Horizontal* Tiga Sudu Dengan Kapasitas 3 MW". *Jurnal. Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila Srangeng Sawah*. Presisi, vol 18, No 2, Juli 2017. ISSN 1411 4143.
- [6] Piggott, H. 1997. *Windpower Workshop*. Centre of Alternative Energy.
- [7] N.H. Sari*, W.G. Laksana. 2019. "Perancangan Bilah Taperless pada kincir angin" *Jurnal teknik mesin, Universitas Mataram*
- [8] Sato, G. Takeshi, N. Sugiharto. 1981. *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Buku