



Proses pembuatan Bilah pada Turbin Angin tipe *taper* dengan NACA Airfoil 6510 di PT. Lentera Bumi Nusantara

Ricky Ardiawan Berlyansyah¹, Oleh²

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Singaperbangsa Karawang. Jl. H.S Ronggowaluyo, Telukjambe Timur. Kabupaten Karawang. 41361

Abstract

Received: 16 Oktober 2022
Revised: 20 Oktober 2022
Accepted: 25 Oktober 2022

Wind energy is one of the most popular renewable energy alternatives. In the use of wind energy, of course, tools and technology are needed to process and process the energy conversion process. One technology that can be applied is wind turbines. Wind turbines are able to convert the kinetic energy of the wind into mechanical motion which is used to drive a generator that converts mechanical motion into electrical energy. From this case, the part of the windmill that plays a significant role in the process of converting wind energy is the blade. Therefore it is necessary to design a good blade based on field research so as to create a blade design that is able to work optimally according to the characteristics of the blade installation site. From the problems above, the authors are motivated to explore the process of making blades, and the process of making blades on the Wind Turbine is carried out with the Taper type with Airfoil NACA 6510 which consists of designing, selecting materials, machining processes. The material used for the process of making blades on the Taper Wind Turbing with Airfoil NACA 6510 is mahogany wood. The results of the process of making blades on a Taper Wind Turbine with Airfoil NACA 6510 obtained a radius of 0.8 m, linear chord from 0.113 – 0.70 m, torsion angle 12,580 – 5,580

Keywords: *blade, wind turbine, manufacture, NACA 6510*

(*) Corresponding Author: 1710631150145@student.unsika.ac.id

How to Cite: Berlyansyah, R., & Oleh, O. (2022). Proses pembuatan Bilah pada Turbin Angin tipe *taper* dengan NACA Airfoil 6510 di PT. Lentera Bumi Nusantara. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(21). <https://doi.org/10.5281/zenodo.7275286>

PENDAHULUAN

Energi angin merupakan salah satu alternatif energi terbarukan yang banyak dipilih. Adapun alasan mengapa energi angin menjadi salah satu yang banyak dipilih antara lain, karena ramah lingkungan, tidak terpengaruh oleh kenaikan harga bahan bakar, tersedia di alam bebas dengan gratis dan terus menerus tidak akan habis.

Dalam pemanfaatan energi angin tentunya dibutuhkan alat dan teknologi untuk mengolah dan memproses dalam proses pengonversian energi tersebut. Salah satu teknologi yang dapat diterapkan adalah turbin angin. Turbin angin mampu mengubah energi kinetik angin menjadi gerak mekanik yang digunakan untuk menggerakkan generator yang merubah gerak mekanik menjadi energi listrik. 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.

Dari kasus ini bagian dari kincir angin yang berperan signifikan dalam proses pengonversian energi angin adalah bilah. Maka dari itu diperlukan perancangan bilah yang baik dan didasarkan pada riset lapangan sehingga mampu tercipta sebuah desain bilah yang mampu bekerja optimal sesuai dengan karakteristik tempat pemasangan bilah.

Dari permasalahan di atas maka penulis termotivasi untuk mendalami proses pembuatan bilah. Sebuah desain bilah yang baik tidak akan bekerja dengan baik jika proses pembuatannya salah sehingga produk bilah tidak sesuai dengan rancangan awal. Maka dari itu penulis melakukan penelitian yaitu proses pembuatan bilah pada turbin angin jenis *taper* dengan airfoil NACA 6510.

Komponen Turbin Angin

- **Bilah**

Bilah merupakan bagian penting dalam suatu sistem pembangkit listrik turbin angin, yaitu yang berinteraksi langsung terhadap angin. Secara umum terdiri dari 2 tipe yaitu *Horizontal Axis Wind Turbine* (HAWT) dan *Vertical Axis Wind Turbine* (VAWT).

- **Generator**

Generator merupakan alat konversi energi mekanik menjadi energi listrik. Generator mengubah torsi (T) dan kecepatan putar rotor (ω) yang diterimanya dari balde menjadi nilai tegangan (V) dan arus (I). Hasil keluaran dari generator berupa listrik 3 fasa.

- **Fin**

Ekor turbin angin berfungsi untuk mengarahkan turbin angin menghadap arah angin.

- **Controller**

Controller berperan sebagai alat konversi energi listrik AC menjadi DC dan pengatur sistem tegangan masukan yang fluktuatif dari generator untuk distabilkan sebelum disimpan ke baterai.

- **Data Logger**

Data logger berperan sebagai media penyimpanan data. Tegangan dan arus dari controller akan melewati data logger untuk direkam. Kemudian tegangan dan arus akan kembali dialirkan menuju baterai. Rekaman data disimpan dalam SD Card dalam format excel seperti waktu perekamana data dalam detik, tegangan, arus, kecepatan, dan arah angin.

- **Baterai**

Baterai berperan sebagai media penyimpanan energi listrik keluaran dari controller.

- **Inverter**

Inverter merupakan alat konversi listrik bertegangan AC dari baterai (12/24V) menjadi listrik bertegangan AC (220 V) sehingga bisa digunakan untuk peralatan listrik bertegangan AC, seperti peralatan rumah tangga sehari-hari.

Gaya yang Bekerja pada Bilah

- a. Gaya angkat (*lift*), bekerja tegak lurus dengan arah aliran angin dan efektif untuk mengangkat bilah. Gaya angkat dipengaruhi oleh *coefficient lift airfoil*.

- b. Gaya hambat (*drag*), bekerja sejajar dengan arah aliran angin dan menghambat gerakannya bilah. Gaya hambat dipengaruhi oleh *coefficient drag airfoil*.
- c. Gaya dorong (*thrust*), adalah resultan dari gaya angkat dan gaya hambat dan merupakan gaya yang mendorong tiang penyangga turbin.
- d. Torsi (*torque*), atau momen gaya adalah besaran yang menyatakan besarnya gaya yang bekerja memutar bilah. Torsi diperoleh dari perkalian gaya tangensial yang bekerja pada bilah dengan jari-jari bilah. Gaya tangensial adalah resultan dari gaya angkat dan gaya hambat.

Manufaktur

Proses manufaktur adalah pengolahan bahan mentah melalui proses kimia dan fisika untuk mengubah bentuk, sifat atau tampilan untuk membuat komponen atau produk. Manufaktur juga mencakup perakitan berbagai komponen hingga menjadi produk. Dalam proses manufaktur, ada beberapa hal yang perlu di kaji dan dipersiapkan anatara lain:

1. Pemilihan Material
2. Perancangan
3. Proses pemesinan :
 - Pengetaman (*planning*)
 - Pengeboran (*drilling*)
 - Penggergajian (*sawing*)
 - Penggrindaan (*grinding*)
 - Pengamplasan

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan, yaitu juni s.d September 2022. Penelitian ini dilaksanakan di PT. Lentera Bumi Nusantara dan di uji di perusahaan tersebut. Penelitian ini memiliki beberapa tahapan yang diantaranya :

Persiapan Alat dan Bahan

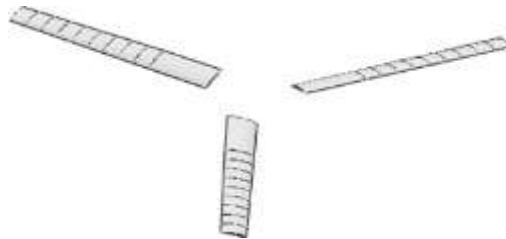
Alat yang digunakan terdiri dari: Gerinda tangan, meteran, golok/parang, gergaji potong, mesin ketam kayu, mistar, kunci shock, mistar sorong, amplas 80, 150, 220, 1000, timbangan, mesin bor duduk. Bahan yang digunakan dalam proses pembuatan bilah sebagai berikut :

- Balok kayu mahoni
- Lem kayu
- Triplek lkayu
- Dempul

Simulasi dan Desain

Dalam proses manufakturing bilah, setelah mempersiapkan segala perlengkapan, bahan, alat, metode kerja atau langkah pembuatan serta piranti pendukung lainnya. Hal pertama yang perlu disiapkan adalah desain bilah, desain yang disiapkan meliputi desain tiga dimensi pada solidwork yang kemudian direalisasikan dalam bentuk desain dua dimensi dengan skala satu banding satu. Sebelum memasuki tahap desain dilakukan simulasi bentuk geometri bilah dengan menggunakan software Qblade, dengan memasukan angka-angka hasil perhitungan geometri bilah yang telah di buat sebelumnya pada kolom yang berwarna abu-abu

yang meliputi nilai jari-jari parsial, twist linear dan chord linear, yang ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 1. Simulasi Geometri Bilah

Tabel 1. Geometri bilah

TSR	Airfoil	CpCd	Alpha (deg)	Cf	Jumlah bilah (B)
7	NACA6510	179.32	3	1.1	3

Elemen	r (m)	TSR parsial	Flow angle (deg)	Twist (beta) (deg)	Chord ideal (m)	Twist Linear 75% (deg)	Twist Linear 75% (deg)	Twist + Pitch Tdeg	Chord Betz (m)
0	0.17	1.4875	22.61	19.61	2.880		8.59	15.59	0.108
1	0.233	2.03875	17.42	14.42	1.118		7.95	14.95	
2	0.296	2.59	14.07	11.07	0.546		7.30	14.30	
3	0.359	3.14125	11.77	8.77	0.306		6.65	13.65	
4	0.422	3.6925	10.10	7.10	0.188		6.00	13.00	
5	0.485	4.24375	8.84	5.84	0.124		5.36	12.36	
6	0.548	4.795	7.95	4.85	0.086		4.71	11.71	
7	0.611	5.34625	7.05	4.05	0.052	4.05	4.05	11.05	
8	0.674	5.8975	6.42	3.42	0.046	3.42	3.42	10.42	
9	0.737	6.44875	5.88	2.88	0.035		2.77	9.77	
10	0.800	7	5.42	2.42	0.028		2.12	9.12	0.09

Pada kali ini bilah yang di desain adalah bilah tipe taper dengan airfoil naca 6510, lebar chord 0,108 m dan jari-jari bilah 0,8 m. Setelah mendapatkan koordinat bilah yang didapat dari data hasil perhitungan perancangan, selanjutnya yaitu membuat desain 3D dan 2D menggunakan *software Solidwork*



Gambar 2. Desain bilah

Langkah-langkah Manufaktur

1. Memilih dan mempersiapkan kayu. Kayu dikeringkan terlebih dahulu dengan cara dijemur di bawah matahari dan dibalik ketika kayu terlihat sudah cukup kering agar kayu tidak mengalami keretakan. Kayu kemudian dipotong agar rata dan siku menjadi ukuran 120 cm x 15 cm x 3 cm.

2. Membuat mal positif atau negatif sesuai dengan airfoil bilah. Mal dibuat dengan menggunakan cetakan berskala 1:1 dari airfoil penampang pada gambar teknik bilah yang telah dirancang.
3. Mengukur dan menentukan posisi titik-titik ujung airfoil pada bagian ujung bilah. Kemudian menempel airfoil bagian ujung bilah sesuai dengan posisi titik ujungnya menggunakan lem agar lebih kuat.
4. Mengukur dan menentukan posisi titik-titik ujung *airfoil* pada bagian pangkal bilah. Kemudian, menarik garis lurus dari bagian ujung ke pangkal bilah sebagai garis bantu pembuatan *twist*.
5. Membuat garis bantu yang menandakan bagian kayu yang akan dibuang, memperpanjang garis tersebut hingga ke pangkal, kemudian melakukan penyerutan kayu atau pemotongan kayu dengan menggunakan gergaji meja.
6. Membuat garis-garis elemen pada kayu.
7. Membentuk dan memperhalus bilah menggunakan amplas gerinda. Melakukan cek secara berkala menggunakan mal yang telah dibuat pada bagian-bagian bilah sesuai dengan garis elemen yang telah dibuat.
8. Memperhalus kembali permukaan dengan menggunakan amplas.
9. Membentuk pangkal dan memberikan lubang pada bilah agar dapat dipasang sesuai pada generator.

Proses Pembuatan

1. Persiapan Material Kayu

Ukuran bilah yang akan dibuat berdasarkan perancangan yang telah dilakukan adalah 100 cm x 11,3 - 0,7 cm x 3 cm, dibutuhkan 3 balok kayu mahoni. Langkah awal dalam proses pembuatan bilah adalah pengeringan dan pemotongan kayu.



Gambar 3. Pengeringan kayu

2. Pembuatan mal

Langkah berikutnya adalah pembuatan mal atau cetakan airfoil bilah. Hasil gambar teknik bilah yang telah dibuat khususnya penampang bilah atau airfoil pada setiap elemen bilah dicetak dengan skala 1:1 lalu ditempel pada triplek.



Gambar 4. Pembuatan mal

Pada perancangan bilah, digunakan 10 elemen bilah sehingga banyaknya mal yang dibuat adalah sebanyak 10 buah yaitu mal untuk airfoil 1 sampai dengan airfoil 10. Selain itu dibuat juga mal airfoil 0 untuk ditempel pada bagian ujung bilah sebagai bentuk dasar penampang bilah dan menjadi patokan dasar dalam pengikisan bilah yang akan dilakukan.

3. Pembentukan Bilah

Setelah dilakukannya penjemuran pada kayu tahap selanjutnya adalah proses penggergajian dan pengetaman, proses ini dilakukan untuk menyesuaikan ukuran bilah sesuai dengan perancangan yang sudah ditentukan dan memudahkan proses penggerindaan sesuai bentuk yang dibutuhkan.



Gambar 5. Penempelan mal *airfoil* 0 pada ujung bilah

Setelah itu, kayu dikikis mengikuti panduan garis bantu yang telah dibuat menggunakan gerinda amplas dan mengikuti panduan airfoil elemen 0-11 garis bantu yang telah dibuat, bilah dibentuk mengikuti mal airfoil yang telah dibuat di setiap elemennya.



Gambar 6. Proses penggerindaan mengikuti bentuk mal

Pada proses pembuatan bilah ini, digunakan amplas dengan nomor 80, 150, 220 dan untuk gerinda amplas dan 1000 untuk finishing dengan menggunakan amplas tangan.



Gambar 7. Proses pencocokan mal *Airfoil* dengan bilah

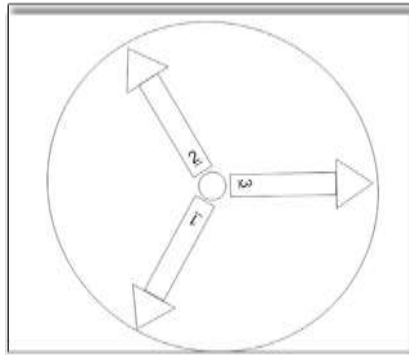
4. Pembuatan Mal Pangkat



Gambar 8. Pembuatan mal pangkat

Setelah mal tertempel selanjutnya dilakukan pemotongan sisa kayu di belakang mal dan disudut melakang pangkal bilah dengan kedalaman 0,5 cm dan panjang 1 cm. bagian ini dibuat agar bilah tidak menabrak dudukan bering pada as hub generator.

5. Tahap Balancing



Gambar 9. Proses balancing

Bilah yang telah selesai dibuat dilanjutkan ke tahapan balancing. Pengujian kesetimbangan dilakukan dengan menyesuaikan kesetimbangan ketiga bilah dengan cara pengikisan menggunakan amplas atau dengan pemberian dempul atau pemberat lainnya. Balancing yang telah dilakukan menunjukkan bahwa bilah dengan massa yang sama belum tentu memiliki kesetimbangan yang sama.

KESIMPULAN

Proses pembuatan bilah pada Turbin Angin jenis Taper dengan Airfoil NACA 6510 terdiri dari perancangan, pemilihan material/bahan, proses pemesinan. Bahan yang digunakan untuk proses pembuatan bilah pada Turbin Angin jenis Taper dengan Airfoil NACA 6510 adalah menggunakan kayu mahoni. Hasil proses pembuatan bilah pada Turbin Angin jenis Taper dengan Airfoil NACA 6510 didapatkan panjang jari-jari 0,8 m, chord linear dari 0,113 – 0,70 m, sudut puntir 12,580 – 5,580.

DAFTAR PUSTAKA

- Piggott, H., & Blow, J. 2011. *Windpower Workshop: Building Your Own Wind Turbine*. Centre for Alternative Technology.
- Tim Lentera Angin Nusantara. 2014. *Pengenalan Teknologi Pemanfaatan Energi Angin*. Tasikmalaya, Jawa Barat.
- Sayogo, A. & Caroko, N., 2016, Perancangan dan Pembuatan Kincir Angin Tipe Horizontal Axis Wind Turbine (HAWT) untuk Daerah Pantai Selatan Jawa, Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT) 4, Yogyakarta