

SIMULASI PROSES PEMESINAN CETAKAN *PROPELLER BLADE* DENGAN PEMODELAN PROFIL *AIRFOIL*

Balkhaya, Ihsan, Muhammad Anhar Pulungan

Dosen Tetap Politeknik Aceh Selatan

e-mail: balwakdrag@gmail.com

ABSTRAK

Pemanfaatan kincir angin untuk menghasilkan sumber daya energi alternatif semakin giat dilakukan diberbagai daerah. Dalam pengoperasiannya, kincir angin selalu memiliki masalah pada bahan dan bentuk yang tidak sama, seperti pelapukan dan tidak seimbang. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan mendapatkan propeller blade (daun baling-baling) yang seimbang, tahan dan simetris terhadap perubahan kecepatan angin yang sangat radikal. Proses pembuatan propeller blade dilakukan pemodelan profil airfoil dalam bentuk matematik dengan menggunakan data-data diinput dari NACA yang sudah diketahui titik koordinat.. Bentuk profil airfoil untuk propeller blade direncanakan dimana titik koordinat profil airfoil NACA merupakan fungsi dari maksimum chamber dan thickness yang dapat ditentukan. Menentukan chamber line, thickness dan titik-titik koordinat profil Airfoil yang diimplementasikan kedalam bahasa pemrograman Visual Basic. Hasil pemodelan matematik di input ke dalam software Auto CAD untuk mendapatkan desain cetakan propeller blade. Desain tersebut di input ke dalam software Master CAM untuk dilakukan simulasi proses pemesinan pembuatan cetakan propeller blade. Dari hasil simulasi didapat 7084 jumlah nomor program NC (Numerical Control)

Kata Kunci : Airfoil, NACA Seri 4-Digit, Propeller blade, Cetakan.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Penggunaan dan pemanfaatan kincir angin untuk menghasilkan sumber daya energi alternatif dewasa ini semakin giat dilakukan diberbagai daerah diseluruh Indonesia. Hal ini meningkatkan sumber daya energi alternatif yang terbarukan sebagai pengganti bahan bakar minyak dan gas (Yusuf, 2015). Ditambah lagi dengan usaha perbaikan lingkungan hidup dengan cara mengurangi tingkat polusi udara yang diakibatkan oleh hasil pembakaran bahan bakar. Usaha ini terus dilakukan dengan dukungan dan partisipasi berbagai pihak untuk memasyarakatkan pemakaian kincir angin secara menyeluruh disemua daerah, kincir angin yang dibuat merupakan salah satu cara untuk memanfaatkan energi yang berasal dari alam yang tidak terbatas. Umumnya kincir angin yang sudah beroperasi sekarang masih menggunakan kincir yang dibuat secara tradisional. Dalam

pengoperasiannya, kincir angin selalu memiliki masalah pada bahan dan bentuk yang tidak sama, seperti pelapukan dan tidak seimbang .

Pada tahun 1932 NACA (*National Advisory Commite for Aeronautics*) melakukan pengujian beberapa bentuk *airfoil* untuk *propeller blade*. Distribusi kelengkungan dan ketebalan NACA ini tidak dipilih berdasarkan teori tetapi diformulasikan berdasarkan pendekatan bentuk profil yang efektif. Dengan demikian akan didapat hasil yang layak untuk mendesain *propeller blade*. Pada airfoil NACA seri empat, digit pertama menyatakan persen maksimum *chamber* terhadap *chord*. Digit kedua menyatakan persepuluh posisi maksimum *chamber* pada *chord* dari *leading edge*. Sedangkan dua digit terakhir menyatakan persen ketebalan airfoil terhadap *chord* (Firman, 2013).

Dalam proses pembuatan *propeller blade* perlu melakukan pemodelan profil *airfoil* dalam bentuk matematik agar dapat dilakukan proses pembuatan cetakan yang data-data diinput dari

NACA yang sudah diketahui titik koordinat profil *airfoil* supaya dapat dilakukan proses pemesinan dengan mesin CNC. Membuat *propeller blade* dengan menggunakan cetakan untuk mendapat hasil yang lebih seimbang, simetris dan tidak memerlukan *finishing* dengan waktu pengerjaan lebih cepat dan biaya yang lebih murah dibandingkan dengan membuat *propeller blade* secara tradisional. Selain itu *propeller blade* tersebut mampu dibuat lebih ringan dan dapat diubah atau disesuaikan kondisi angin (Mirsal, 2012).

Pada generasi berikutnya, pembuatan *propeller blade* menghabiskan waktu tidak lama tetapi didapat hasil produk yang daya tahan lebih baik, seimbang dan lebih tipis, sehingga sangat membutuhkan cetakan yang baru dan mudah dibuat.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah pengembangan program NC (*Numerical Control*) untuk simulasi proses pemesinan cetakan *propeller blade* dengan pemodelan profil *airfoil*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Design Airfoil

Bentuk profil yang direncanakan pada perencanaan ini adalah membuat suatu bentuk profil *propeller blade* yang diinputkan titik-titik maksimum *chamber* terhadap *chord*, posisi maksimum *chamber* pada *chord* dari *leading edge* dan ketebalan dari *chamber line* dari NACA *airfoil* 4-digit.

Pemodelan Matematik Profil Airfoil

Dalam menganalisa bentuk profil secara matematis digunakan beberapa persamaan (Haci, 2017), kemudian persamaan-persamaan tersebut di input ke dalam *Software Visual Basic*. Persamaan-persamaan tersebut adalah sebagai berikut:

$$y_c = \frac{m}{p^2} (2px - x^2) \quad (1)$$

Dimana $x = 0$, sampai $x = p$

$$y_c = \frac{m}{(1-p^2)} [(1-2p) + 2px - x^2] \quad (2)$$

dimana $x = p$, sampai $x = c$

$$\pm y_t = \frac{t}{0,2} (0,2969\sqrt{x} - 0,1260x - 0,3516x^2 + 0,2843x^3 - 0,1015x^4)$$

dimana $x = 0$, sampai $x = c$

$$x_u = x - y_t \sin \theta \quad (4)$$

$$y_u = y_c + y_t \cos \theta \quad (5)$$

$$x_l = x + y_t \sin \theta \quad (6)$$

$$y_l = y_c - y_t \cos \theta \quad (7)$$

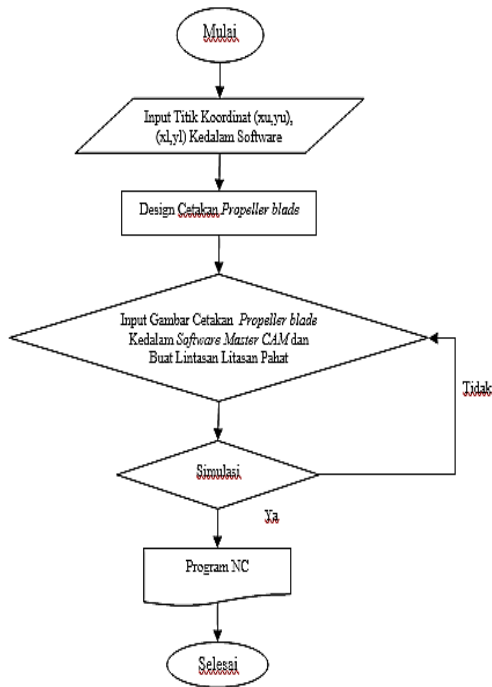
$$\theta = \arctan \left(\frac{dy_c}{dx} \right) \quad (8)$$

Menghitung *camber line* (y_c) dari titik 0 sampai titik p dan dari titik p sampai titik c (*chord*), untuk ketebalan *chamber line* dihitung dari titik 0 sampai dengan titik c (*chord*). Setelah semua titik diketahui maka dapat dihitung titik-titik koordinat akhir kurva profil *airfoil*, untuk nilai x dari titik 0 sampai titik c, $c = 1$ dibagi dalam 25 titik. Pada NACA 2412, digit pertama menyatakan persen maksimum *chamber* (m) terhadap *chord*. Digit kedua menyatakan persepuluh posisi maksimum *chamber* (p) pada *chord* dari *leading edge*. Sedangkan dua digit terakhir menyatakan persen ketebalan (t) *airfoil* terhadap *chord*.

3. PEMBAHASAN

Flowchart Tahapan Proses Pembuatan Cetakan Propeller blade

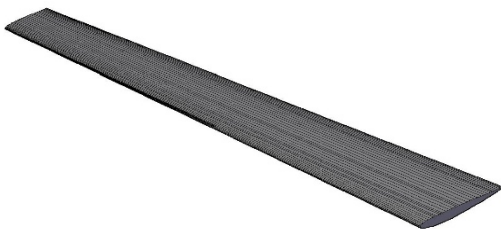
Tahapan-tahapan dalam proses pembuatan cetakan *propeller blade* dengan pemodelan profil *airfoil* ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1 : Flowchart Tahapan proses pembuatan cetakan Propeller blade

Perencanaan Cetakan Propeller blade

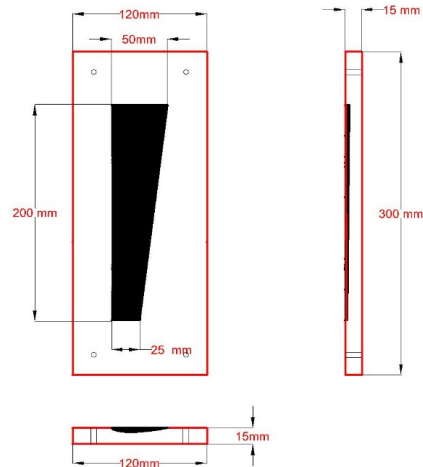
Design cetakan propeller blade menggunakan software Auto CAD yang diinput titik-titik profil airfoil (X_u, Y_u) dan (X_l, Y_l) yang sudah dihitung dengan Software Visual Basic, kurva airfoil tersebut digambar dalam bentuk tiga dimensi seperti Gambar 2.



Gambar 2 : Airfoil Propeller blade 2412

Bentuk cetakan dengan ukuran panjang 300 mm, lebar 150 mm dan tebal 30 mm, gambar

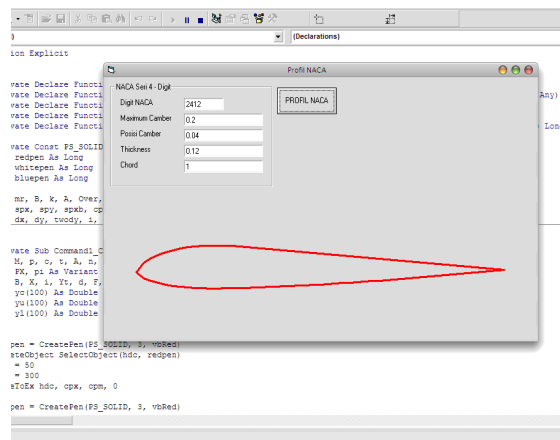
tersebut di input kedalam software Master CAM untuk dilakukan simulasi proses pengerjaan pembuatan cetakan propeller blade seperti Gambar 3.



Gambar 3. Bentuk cetakan propeller blade yang akan direncanakan

Hasil Pemodelan Profil Airfoil

Bentuk Camber Line (y_c) dan Ketebalan Chamber Line (y_t) dan profil Airfoil menggunakan software visual basic ditampilkan pada Gambar 4.



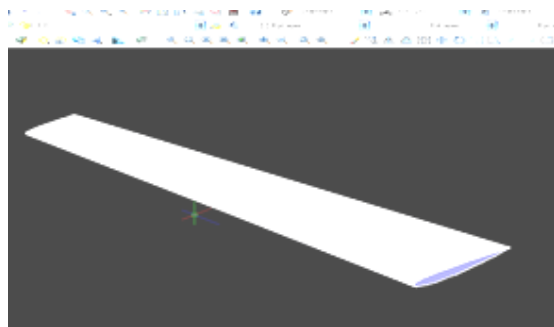
Gambar 4: Bentuk Profil NACA 2412 yang dihasilkan

Pembuatan Cetakan *Propeller blade*.

Dalam pembuatan cetakan *propeller blade*, diinput titik kurva profil *airfoil* (X_u, Y_u) dan (X_l, Y_l) yang telah dihitung menggunakan *software Visual Basic* kedalam *software Auto CAD*. Untuk menentukan bentuk *airfoil* di desain dua bentuk kurva, kurva pertama diperbesar 50 kali sedangkan kurva kedua diperbesar 25 kali. Jarak antara kurva pertama dengan kurva kedua adalah 200 mm, maka didapat bentuk *airfoil* tiga dimensi seperti gambar 4.3 dan 4.4 dibawah ini:

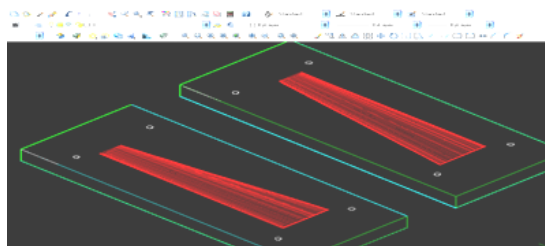


Gambar 5. Bentuk profil airfoil



Gambar 6 Bentuk Airfoil Tiga Dimensi

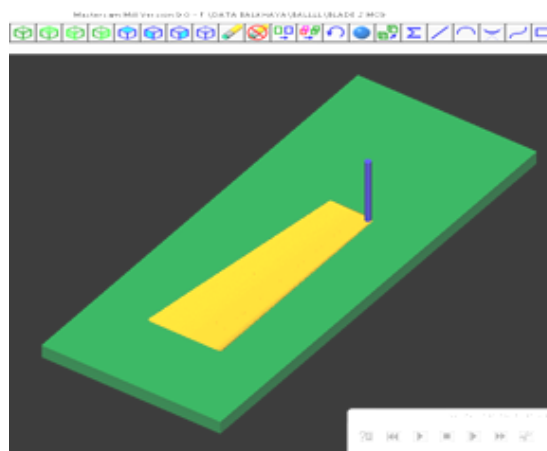
Gambar *Airfoil* tiga dimensi tersebut dibelah menjadi dua bagian, yaitu bagian atas dan bagian bawah. Belahan gambar *airfoil* tersebut digabung dengan gambar berbentuk cetakan dengan ukuran panjang 300 mm, lebar 120 mm dan tebal 15 mm. Penggabungan dua potongan tersebut menghasilkan sepasang cetakan *propeller blade*, seperti gambar 7



Gambar 7 Bentuk Cetakan yang Direncanakan

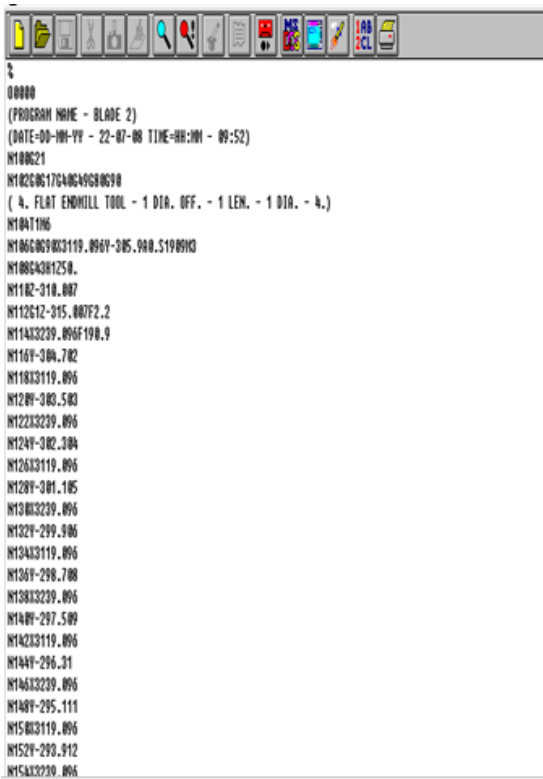
Pembuatan Program NC Dengan *Software Master CAM*

Untuk membuat Program NC, gambar 7 diinput dalam *Software Master CAM* seperti ditampilkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Simulasi Proses pemesinan cetakan *propeller blade*

Dari hasil simulasi tersebut maka didapat bahasa program NC berjumlah 7084 nomor program. Data tersebut diinput kedalam pengaturan mesin CNC. Tampilan data simulasi dari *Software Master CAM* seperti ditampilkan pada gambar 9



```
00000  
(PROGRAM NAME - BLADE 2)  
(DATE=00-00-00 TIME=00:00 - 00:52)  
N180C21  
N182C0C17G48G49G80C90  
( 4. FLAT ENHMILL TOOL - 1 DIA. OFF. - 1 LEN. - 1 DIA. - 4.)  
N180A116  
N180G809803119.886Y-305.988.S1989H3  
N180C4381250.  
N118Z-318.887  
N112G12-315.887F2.2  
N114X3239.886F198.9  
N116Y-384.782  
N118X3119.886  
N128Y-380.583  
N122X3239.886  
N124Y-382.384  
N126X3119.886  
N128Y-381.185  
N138X3239.886  
N132Y-299.986  
N134X3119.886  
N136Y-298.788  
N138X3239.886  
N148Y-297.589  
N142X3119.886  
N144Y-296.31  
N146X3239.886  
N148Y-295.111  
N158X3119.886  
N152Y-293.912  
N154X3239.886
```

Gambar 9. Program NC Keluaran Dari Master CAM

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa, NACA seri 4-digit bisa dimodelkan dengan persamaan matematis, dan dapat diketahui titik-titik koordinat profil untuk membuat cetakan blade (kincir angin). Simulasi dengan Master CAM didapat 7084 jumlah nomor program NC untuk dijadikan sebagai data referensi pada mesin CNC.

SARAN

Makalah ini jauh dari sempurna, maka ada beberapa kritik dan saran agar kedepan makalah ini menjadi lebih baik selain itu pada penelitian selanjutnya agar dapat melakukan pemodelan profil *airfoil* pada semua NACA seri-4 digit dan

membuat program NC yang permanen untuk semua jenis cetakan *blade*.

DAFTAR PUSTAKA

Anderson D Jr, John (1991). *Fundamental of Aerodynamics 2nd edition*, Mc Graw-Hill, Singapore.

Firman Aryanto, I Made Mara, Made Nuarsa, (2013). *Pengaruh kecepatan angin dan variasi jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal*, ISSN: 2088-088X

Haci Sogukpinar. (2017), *Numerical simulation of 4-digit inclined naca 00xx Airfoils to find optimum angle of attack for Airplane wing*, Uludag University Journal of The Faculty of Engineering, Vol. 22, No.1, DOI: 10.17482/uumfd.309470

M. Mirsal lubis (2012), Analisis aerodinamika airfoil naca 2412 pada sayap pesawat model tipe *glider* dengan menggunakan *software* berbasis *computational fluid dynamic* untuk memperoleh gaya angkat maksimum, ISSN 2338-1035

Rochim, Taufiq, (1993), *Pemograman NC*, ITB, Bandung.

Tousif A., Md. Tanjin A., S.M. Rafiul I., Sh., Abbir A., (2013). *Computational Study of Flow Around a NACA 0012 Wing Flapped at Different Flap Angles with Varying Mach Numbers*, General Engineering, ISSN: 2249-4596 Print ISSN: 0975-5861.

Yusuf Ismail Nakhoda, Chorul Saleh (2015). *Rancang Bangun Kincir Angin Sumbu Vertikal Pembangkit Tenaga Listrik Portabel*, ISBN 978-602-98569-1-0.