

PENELITIAN KARAKTERISTIK AERODINAMIKA AEROFOIL SUDU SKEA NELAYAN NILA 80

Sulistyo Atmadi
Pcnelili Pusat Teknologi Dirgantara Terapan, LAPAN

ABSTRACT

An economical electric-small-scale wind turbine is intended for an alternative source of energy for fishermans. For the power requirement of wind turbine with the wind condition in Indonesia, an aerofoil research is needed, in particular for the case of SKEA Nelayan Nila 80, with unknown aerofoil data. The focus of the research concentrated on finding aerodynamic characteristics C_l , C_d and C_m for angle of attack regime from -4 to 16 degrees. The result would be used in the modification of existing wind turbine. With limited engineering data, several integrated softwares had been used such as AutoCad 2004, Gambit and Fluent 5.2.1. AutoCad was used to digitise aerofoil geometry, gambit was used for grid generation wich then fed into Fluent 5.2.1. for load analysis. The result was quite similar to N-60 which gives stall angle at around $13^\circ - 15^\circ$ and C_l/C_d maximum = 16

ABSTRAK

Turbin angin listrik skala kecil yang ekonomis diharapkan akan menjadi pilihan nelayan sebagai salah satu sumber penghasil daya listrik. Untuk turbin angin yang menghasilkan daya optimum yang sesuai dengan kondisi angin di Indonesia, maka perlu dilakukan penelitian airfoil dari turbin angin tersebut, dalam kasus ini dilakukan pada SKEA nelayan Nila 80, yang belum diketahui data jenis airfoilnya. Fokus penelitian adalah mempelajari karakteristik aerodinamika airfoil seperti C_l , C_d , dan C_m dalam suatu rentang sudut serang, mulai dari -4 derajat hingga 16 derajat. Hasil penelitian airfoil ini diharapkan dapat dijadikan data awal untuk modifikasi turbin angin dengan prestasi yang lebih baik. Terbatasnya data bilah turbin angin yang hendak dianalisis, maka diperlukan bantuan beberapa perangkat lunak yang saling terintegrasi seperti: Autocad 2004, Gambit, dan Fluent 5.2.1. Autocad berfungsi untuk digitasi data geometri airfoil, gambit untuk pembuatan grid-grid untuk analisis data, sedangkan fluent sebagai perangkat lunak untuk analisis seluruh gaya yang bekerja pada airfoil SKEA nelayan NILA 80. Karakteristik aerodinamik yang diperoleh tidak jauh berbeda dengan airfoil yang mirip yaitu N-60, sudut stall terjadi sekitar 13 hingga 15 derajat dan C_l/C_d maksimum 16.

1 PENDAHULUAN

Harga turbin angin yang murah, bebas bahan bakar, dan bebas polusi dalam menghasilkan daya listrik skala kecil menjadikan turbin angin ini dapat dipasarkan untuk pemakai dengan kemampuan terbatas, seperti nelayan kecil. Sasaran utama pemakaian turbin angin di Indonesia saat ini adalah di daerah pantai atau laut di mana sumber angin hampir selalu tersedia setiap saat. Penggunaan umum SKEA nelayan adalah bagi kapal pencari ikan yang setiap saat

berada di laut. SKEA nelayan yang dikembangkan LAPAN merupakan SKEA hasil modifikasi dari turbin yang sudah ada, namun dengan modifikasi tersebut, secara keseluruhan SKEA nelayan NII-A 80 merupakan hasil rancangan LAPAN sendiri. Bagian sudu merupakan salah satu bagian yang belum dimodifikasi, disesuaikan dengan karakteristik angin di Indonesia. Dengan penelitian dan analisa karakteristik airfoil SKEA Nelayan yang telah ada dapat digunakan untuk pengembangan sudu turbin angin yang efisien dan optimal sesuai dengan

karakteristik kecepatan angin di Indonesia (2 m/d - 6 m/d).

2 METODOLOGI

Metodologi *Computational Fluid Dynamics* (CFD), digunakan untuk menganalisa aliran udara. Sedangkan Fluent merupakan perangkat lunak untuk menganalisis aliran udara di sekitar benda dengan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD). CFD sendiri adalah suatu metode komputasi numerik untuk menyelesaikan persamaan aliran suatu benda dalam aliran fluida dengan berbasis komputer. Metoda analisis dengan CFD menjadi pilihan favorit untuk era tahun 2000-an karena kemudahannya dalam proses analisis dan biaya yang tidak terlalu mahal. Tetapi pada akhirnya, metoda ini hanyalah suatu metoda pendekatan dimana hasil eksperimen tetap diperlukan untuk menggambarkan aliran yang sesungguhnya terjadi.

Persamaan dasar yang digunakan dalam analisis aliran fluida oleh CFD adalah persamaan Navier stokes yang dirumuskan sebagai berikut:

1. Persamaan kontinuitas

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho V)$$

2. Persamaan momentum

$$\rho \frac{Du}{Dt} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \rho f_x + (F_x)_{viscous}$$

$$\rho \frac{Dv}{Dt} = -\frac{\partial p}{\partial y} + \rho f_y + (F_y)_{viscous}$$

$$\rho \frac{Dw}{Dt} = -\frac{\partial p}{\partial z} + \rho f_z + (F_z)_{viscous}$$

3. Persamaan energi

$$\rho \frac{D(e + V^2/2)}{Dt} = \rho q -$$

$$\nabla \cdot (\rho V) + \rho (f \cdot V) + Q'_{viscous} + W'_{viscous}$$

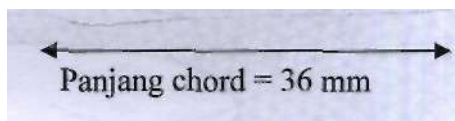
Metoda penyelesaian persamaan di atas didekati oleh fluent dengan metode Upwind, simple, dsb. Untuk analisis aliran di sekitar airfoil turbin angin diasumsikan memenuhi kondisi

inkompresibel dua dimensi dan menggunakan metoda diskritisasi STANDARD untuk mencari distribusi tekanan, metoda diskritisasi First Order Upwind' untuk solusi persamaan momentum, dan metoda SIMPLE untuk mencari hubungan kopling tekanan dan kecepatan.

3 DATA ANALISIS

Data yang tersedia sangat minim sehingga analisis airfoil SKEA NILA 80 dilakukan dengan mengambil salah satu *section* dari sudu turbin angin SKEA nelayan. Dengan asumsi jenis airfoil yang digunakan di sepanjang span sudu sama, maka diambil contoh profil airfoil dari daerah ujung sudu.

Karena koordinat airfoil tidak diketahui secara pasti, maka profil airfoil di *scan* dan kemudian direkonstruksi ulang secara *trial and error* dengan bantuan perangkat lunak AUTOCAD. Hasil gambar profil kemudian terlihat seperti Gambar 3-1.



Gambar 3-1: Digitisasi Geometri airfoil dengan Autocad 2004

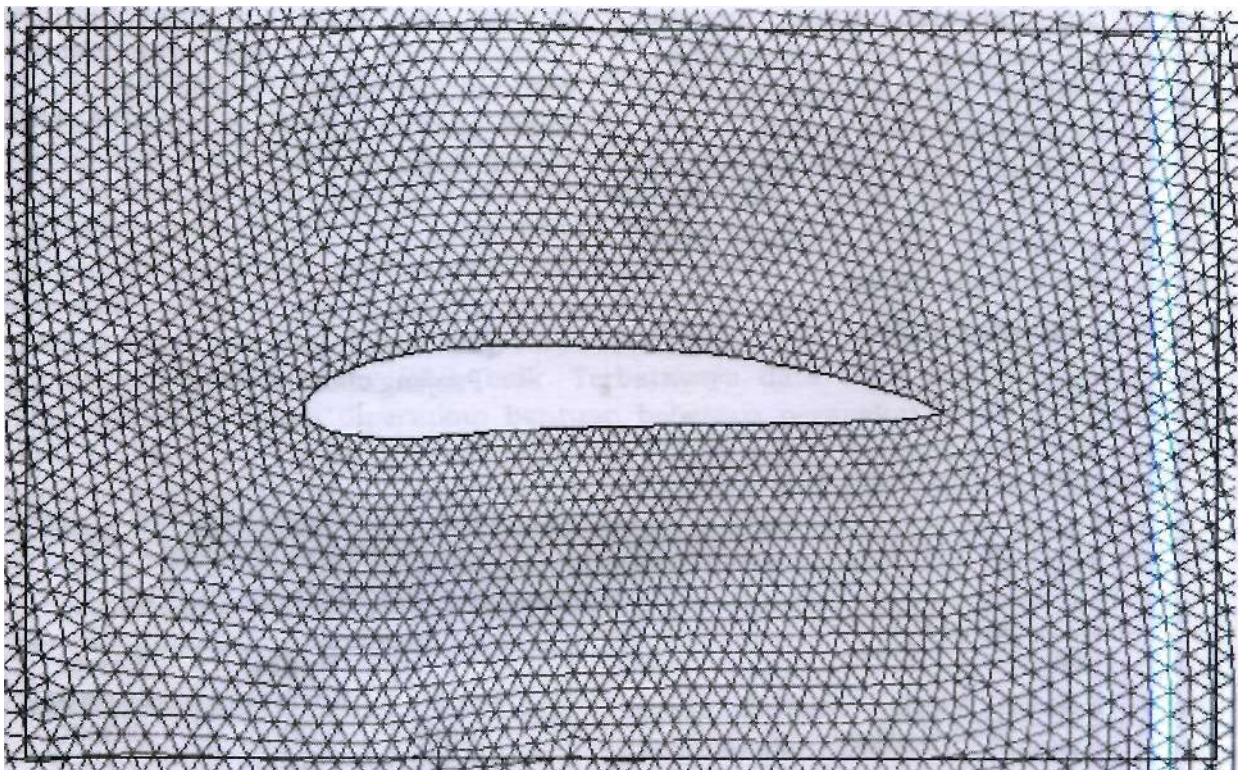
Tabel 3-1: KOORDINAT AIRFOIL

Chord	Upper Surface	Lower Surface
0.0000	0.0000	0.0000
0.9000	1.3065	-1.0556
1.8000	1.9900	-1.2181
2.7000	2.4659	-1.3806
3.6000	2.7827	-1.5196
4.5000	3.0136	-1.5999
5.4000	3.2143	-1.6075
6.3000	3.3790	-1.5635
7.2000	3.5143	-1.4892
8.1000	3.6214	-1.4053
9.0000	3.7011	-1.3268
9.9000	3.7565	-1.2552

10.8000	3.7910	-1.1901
11.7000	3.8082	-1.1312
12.6000	3.8115	-1.0780
13.5000	3.8049	-1.0301
14.4000	3.7921	-0.9871
15.3000	3.7266	-0.9487
16.2000	3.7586	-0.9144
17.1000	3.7363	-0.8837
18.0000	3.7079	-0.8564
18.9000	3.6715	-0.8319
19.8000	3.6253	-0.8098
20.7000	3.5678	-0.7899
21.6000	3.4973	-0.7715
22.5000	3.4122	-0.7544
23.4000	3.3112	-0.7380
24.3000	3.1928	-0.7221
25.2000	3.0561	-0.7061

26.1000	2.9023	-0.6897
27.0000	2.7334	-0.6727
27.9000	2.5514	-0.6538
28.8000	2.3577	-0.6335
29.7000	2.1536	-0.6111
30.6000	1.9401	-0.5862
31.5000	1.7138	-0.5584
32.4000	1.4619	-0.5272
33.3000	1.1795	-0.4670
34.2000	0.8706	-0.3694
35.1000	0.5401	-0.2619
36.0000	0.0000	0.0000

Setelah bentuk geometri diperoleh, dilakukan proses diskritisasi domain analisis dan generasi grid dengan menggunakan perangkat lunak GAMBIT. Hasilnya seperti Gambar 3-2.



Gambar 3-2: Grid Generation dengan bantuan perangkat lunak GAMBIT pada sudut 0°

Proses diskritisasi dan *mesh generation* yang diperoleh dari GAMBIT kemudian dianalisis dengan menggunakan FLUENT. Hasil dari analisis fluent ini berupa koefisien aerodynamics C_l , C_d , dan C_m untuk suatu sudut serang tertentu. Ren tang sudut serang yang **dipilih** adalah -4 sampai 16 derajat. Sudut 16 derajat dipilih karena pada

sudut ini hasil yang diperoleh fluent sudah tidak konvergen lagi. Karena pada sudut serang ini sudah terjadi separasi aliran dan sudu airfoil telah mencapai kondisi *stall*.

4 HASIL ANALISIS

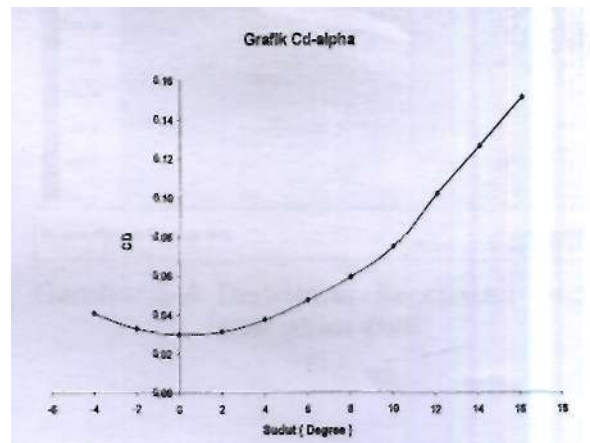
Hasil perhitungan FLUENT 5.2 dapat dilihat dari Tabel 4-1

Tabel 4-1: TABEL DATA CI DAN Cd HASIL PERHITUNGAN FLUENT 5.2.1

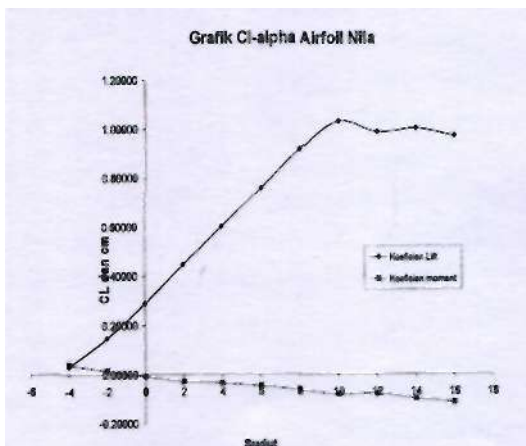
Sudut	L	D	M	cl	cd	cm	cl/cd
-4	0.02	0.02	0.0008	0.03341	0.04063	0.04	0.8223
-2	0.08	0.02	0.0003	0.14818	0.03269	0.017	4.5332
0	0.16	0.02	0.0001	0.28886	0.03001	-0.01	9.6262
2	0.25	0.02	0.0006	0.44657	0.03141	-0.03	14.2155
4	0.33	0.02	0.0007	0.60092	0.03753	-0.03	16.0122
6	0.42	0.03	0.0009	0.75700	0.04763	-0.05	15.8921
8	0.50	0.03	0.0012	0.91603	0.05935	-0.06	15.4354
10	0.57	0.04	0.0016	1.03221	0.07483	-0.08	13.7948
12	0.54	0.06	0.0015	0.98829	0.10233	-0.08	9.6582
14	0.55	0.07	0.0019	1.00226	0.12674	-0.1	7.9078
16	0.54	0.08	0.0022	0.97135	0.15152	-0.11	6.4105

Dalam simulasi menggunakan fluent digunakan kecepatan operasional sekitar 5 m/s. Kecepatan ini dipilih karena cukup menggambarkan kecepatan udara yang melewati sudu turbin angin. Kondisi yang lain adalah standar *sea level* untuk kerapatan udara, temperatur, dan viskositas udara.

Data hasil perhitungan fluent untuk rentang sudut serang -4 derajat hingga 16 derajat kemudian dapat digambarkan kurva Cl-alpha, Cd-alpha dan Cm-alpha (Gambar 4-1 dan 4-2).



Gambar 4-2: Kurva Cd-alpha airfoil SKEA NILA 80



Gambar 4-1: Kurva Cl-alpha & Cm-alpha airfoil SKEA NILA 80

5 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisis airfoil SKEA Nelayan NILA 80, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

- Karakteristik aerodinamika yang diperoleh tidak jauh berbeda dengan karakteristik aerodinamika airfoil yang mirip, yaitu N-60.
- Sudut *stall* yang terjadi pada airfoil di atas adalah sekitar 13 hingga 15 derajat.
- Cl/Cd maksimum yang diperoleh cukup baik, sekitar 16

- Hasil analisis yang diperoleh oleh fluent menggambarkan kecenderungan, mendekati kenyataan yang sebenarnya, tetapi tidak dapat dikuantifikasi secara tepat.

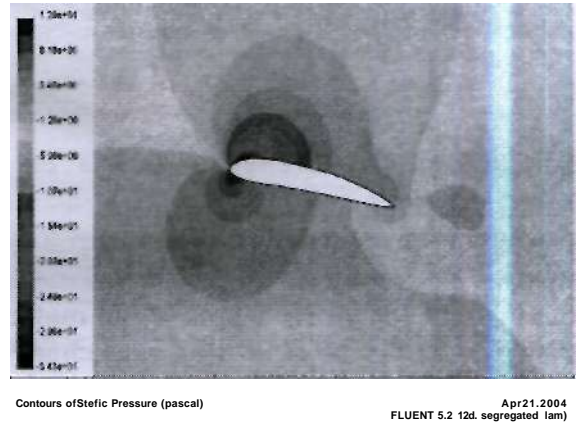
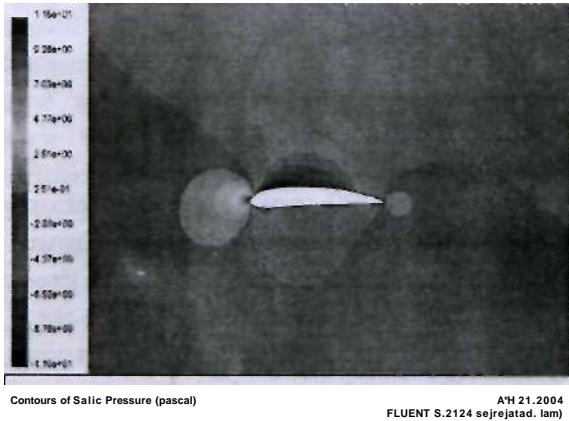
Dari hasil yang ada, masih diperlukan modifikasi bentuk airfoil agar diperoleh karakteristik aerodinamik yang lebih baik, yang sesuai dengan kondisi kecepatan angin di Indonesia

DAFTAR RUJUKAN

- Anderson, John D., Jr, 1985. *Fundamentals of Aerodynamics*, Mc Grawhill company, Singapore.
- Abbot, Ira H; Von Doenhoff, Albert E, 1959. *Theory of wing section*, Dover Publications, inc. New York.
- Kuethe, Arnold M; Chow, Chuen Yen, *Foundations of Aerodynamics : Bases of Aerodynamic Design*, John Wiley & Sons.Inc. New York.

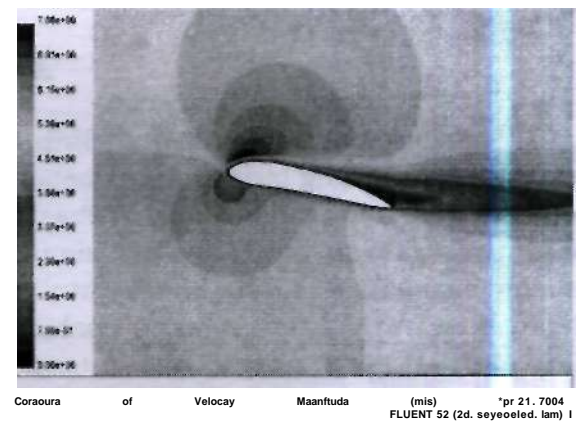
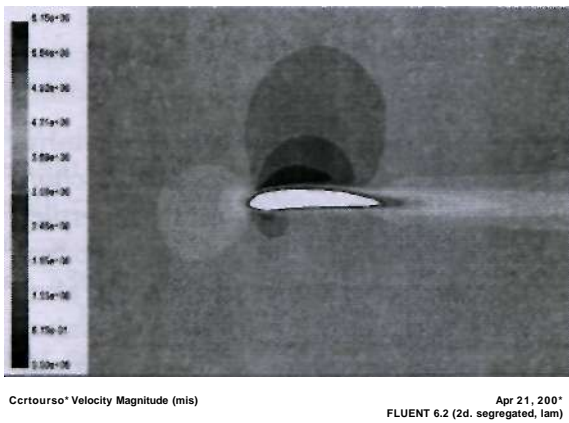
LAMPIRAN :

Hasil analisa airfoil menggunakan perangkat lunak fluent :



Gambar 5-1: Distribusi tekanan statik pada sudut 0 derajat

Gambar 5-3: Distribusi tekanan statik pada saat stall



Gambar 5-2: Distribusi Kecepatan pada sudut 0 derajat

Gambar 5-4: Distribusi kecepatan pada saat akan stall