



## Analisis Perbandingan *Angle of Attack* pada *Airfoil* Modifikasi dan NACA 0018 menggunakan Pendekatan Komputasional (CFD)

### *Comparisional Analysis Angle of Attack on Modification Airfoil and NACA 0018 Using a Computational Approach (CFD)*

Prayogi Donny Dharmawan<sup>1)</sup> Ardhi Fathonisyam Putra Nusantara<sup>2)</sup> Nely Ana Mufarida<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember  
nelyana@unmuhjember.ac.id

#### Abstrak

Pengembangan turbin angin di Indonesia masih minim salah satu penyebabnya adalah biaya penelitian yang sangat mahal. Namun seiring perkembangan teknologi penelitian saat ini bisa dilakukan melalui pendekatan komputasional menggunakan software dengan perhitungan *numerical*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui desain dan permodelan pada *airfoil* serta pengaruh variasi pada *Coefisient Lift* (Cl) dan *Coefisient Drag* (Cd) Dalam studi ini akan dilakukan analisa perbandingan laju aliran menggunakan CFD pada *airfoil* turbin berjenis NACA 0018 yang hasilnya akan dibandingkan dengan *airfoil* modifikasi. Pada prosesnya *airfoil* akan diberi variasi berupa *Angle of Attack* sebesar 0°, 15°, 30°, 45°, 60° dan menggunakan aliran turbulensi k-omega SST. Hasil dari penelitian ini menunjukkan nilai Cl dan Cd tertinggi didapat *airfoil* NACA 0018 pada sudut serang 30° dengan nilai sebesar 1,59810 dan 1,01970. Sedangkan untuk *Airfoil* modifikasi didapat nilai terbaik pada variasi sudut serang 0° dengan nilai Cl sebesar 0,077618 dan Cd sebesar 0,019107.

**Kata Kunci:** *airfoil*, CFD, desain.

#### Abstract

*The development of wind turbines in Indonesia is still minimal, one of the reasons is the high cost of research. However, along with the development of technology, current research can be done through a computational approach using software with numerical calculations. The purpose of this study was to determine the design and modeling of the airfoil and the effect of variations on the lift coefficient (Cl) and drag coefficient (Cd). In the process, the airfoil will be given variations in the form of Angle of Attack of 0°, 15°, 30°, 45°, 60° and use k-omega SST turbulence flow. The results of this study indicate that the highest Cl and Cd values are obtained by the NACA 0018 airfoil at an angle of attack of 30° with values of 1.59810 and 1.01970. As for the modified Airfoil, the best value is obtained at the variation of the angle of attack 0° with a Cl value of 0.077618 and a Cd of 0.019107.*

**Keywords:** *airfoil*, CFD, design.

#### PENDAHULUAN

Salah satu kebutuhan primer masyarakat adalah energi listrik. Tidak terkecuali masyarakat di Indonesia dengan penduduknya yang kurang lebih 265 juta jiwa. Selama ini listrik berasal dari sumber daya yang sifatnya dapat diperbarui (*renewable*) ataupun yang habis pakai (*non-renewable*). Di Indonesia sendiri sebagian besar kebutuhan listrik masih di penuhi oleh pembangkit listrik yang menggunakan sumber daya habis pakai/fosil seperti batu bara (PLTU). Namun banyak dampak negatif yang

dihasilkan dari penggunaannya, sehingga dibutuhkan energi alternatif yang lebih ramah lingkungan. Ada beberapa sumber daya yang bisa dimanfaatkan salah satunya yaitu angin.

Angin merupakan energi alternatif terbarukan, karena sifatnya yang tetap tersedia selama matahari masih menyinari bumi. Sebagai negara *Sub-tropik*, Indonesia memiliki potensi energi angin yang melimpah. Data dari Kementerian ESDM Republik Indonesia (KESDM RI) [1], peluang energi terbarukan di Indonesia

sendiri cukup tinggi. Berikut adalah tabel potensi energi terbarukan yang ada di Indonesia :

**Tabel 1.** Potensi Energi Terbarukan

| Jenis Energi | Potensi                                     |
|--------------|---------------------------------------------|
| Tenaga Air   | 94,3 GW                                     |
| Panas Bumi   | 28,5 SW                                     |
| Bio Energi   | PLT Bio : 32,6 GW dan<br>BBN : 200 Ribu Bph |
| Surya        | 207,8 GWp                                   |
| Angin        | 60,6 GW                                     |
| Energi Laut  | 17,9 GW                                     |

Sumber : Kementerian ESDM RI, 2019

Dari tabel di atas, dapat dilihat bahwa energi angin merupakan energi terbarukan dengan potensi tertinggi ketiga setelah surya dan air. Akan tetapi pada kenyataannya, Di Indonesia sendiri pemanfaatan energi terbarukan ini masih cukup rendah. Data dari Kementerian ESDM, pada tahun 2018 kapasitas pembangkit listrik sampai dengan tahun 2018 mencapai 64,5 GW. Konsumsi energi pada tahun 2017 adalah 7730,84 MW. Dengan pertumbuhan konsumsi listrik sejumlah 8,3% per tahun maka pada tahun 2025 jumlah konsumsi energi adalah 14630,33 MW [2].

Rendahnya pemanfaatan energi angin ini diantaranya adalah rendahnya kecepatan angin dan biaya instalasi teknologinya [3]. Perlu penelitian lebih lanjut terhadap optimasi kinerja turbin yang menyelesaikan permasalahan yang ada.

Untuk lebih efisien perlu adanya metode penelitian yang lebih hemat biaya dan mudah dijangkau yang salah satu contohnya adalah menggunakan metode analisa CFD. Metode ini menganalisa laju aliran fluida melalui pendekatan komputasional menggunakan Software Ansys 15.0 Dengan teknologi komputasi yang sudah canggih saat ini diharapkan hasil analisa CFD ini bisa dijadikan bahan acuan dalam pengembangan teknologi turbin angin yang sudah ada tanpa kita perlu melakukan metode eksperimen yang jauh lebih mahal karena harus membangun turbin angin beserta semua komponennya untuk melakukan penelitian.

Beberapa penelitian telah dilakukan dengan cara menganalisis menggunakan pendekatan komputasional laju aliran fluida pada *airfoil* dengan beragam variasi mulai dari bentuk *airfoil*, kecepatan angin [3], jumlah sudu [4], *steady* atau *unsteady airfoil* [5], dan yang lainnya.

Berdasarkan uraian diatas maka penulis ingin melaksanakan penelitian perhitungan numerik sebuah turbin angin sumbu vertikal tipe *darrieus* yang ada di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember. Penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan komputasional yakni simulasi simulasi CFD

pada software ANSYS tipe 15 dengan model turbulensi K-omega SST pada rotor turbin menggunakan *airfoil* modifikasi yang akan dibandingkan hasilnya dengan *airfoil* NACA 0018 yang ada (Eksisting). Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi sudut serang dan modifikasi *airfoil* terhadap kinerja turbin pada keadaan *steady*.

Berikut adalah rumusan masalah yang dapat dijadikan batasan saat meneliti tentang turbin angin darrius bersumbu vertikal ini. Beberapa masalah tersebut adalah :

1. Bagaimana cara mengetahui desain *airfoil* dengan menggunakan *software* komputer ?
2. Bagaimana mengetahui model dan variasi *airfoil* NACA 0018 terhadap performa turbin angin sumbu vertikal tipe *darrieus* ?
3. Bagaimana pengaruh variasi *angle of attack* terhadap koefisien angkat (Cl) dan koefisien hambat (Cd) ?

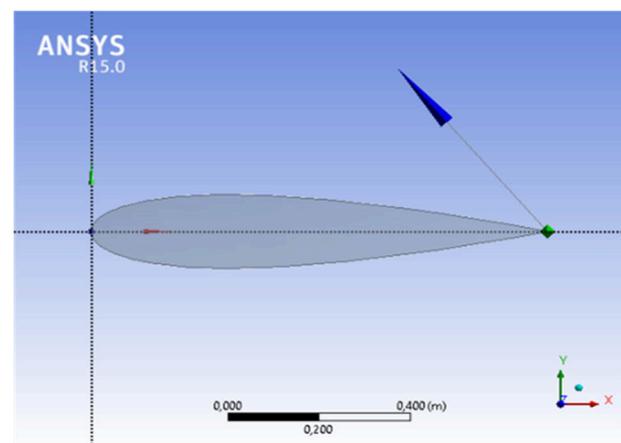
Berikut adalah tujuan penelitian yang akan dilakukan :

1. Untuk mengetahui desain *airfoil* dengan menggunakan *software* komputer
2. Untuk mengetahui model dan variasi *airfoil* NACA 0018 terhadap performa turbin angin sumbu vertikal tipe *darrieus*.
3. Untuk mengetahui pengaruh variasi *angle of attack* dan kecepatan angin terhadap koefisien angkat (Cl) dan koefisien hambat (Cd).

## METODE PENELITIAN

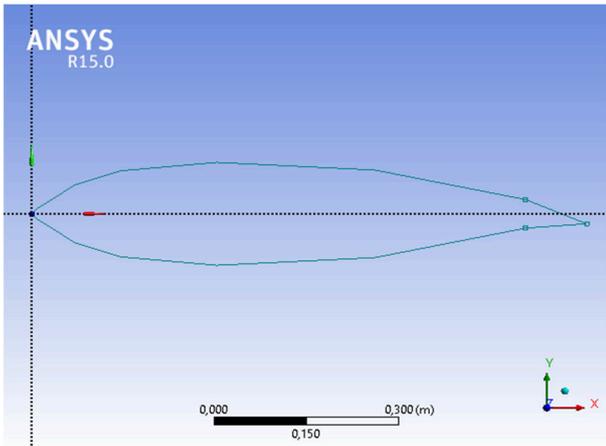
Metode yang digunakan adalah analisis desain dan model *Airfoil* modifikasi dan *Airfoil* NACA 0018 yang ada di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember. Proses permodelan dan analisis *fluida* dilakukan menggunakan *External Flow Simulation* pada software Ansys 15.0.

## Model dan Desain *Airfoil*



**Gambar 1.** *Airfoil* NACA 0018

Pada tahap ini digunakan *airfoil* NACA 0018 Modifikasi dengan melakukan perubahan pada *Flap* (ekor) sebesar 10 derajat seperti yang terlihat pada gambar 2. Sedangkan untuk desain NACA 0018 eksisting diambil dari koordinat *airfoil* database [6] seperti gambar 1. lalu dimasukkan ke dalam geometri menggunakan tools “3D Curve” kemudian munculah desain dari *airfoil* NACA 0018 seperti yang terlihat ada gambar 3.5.2.

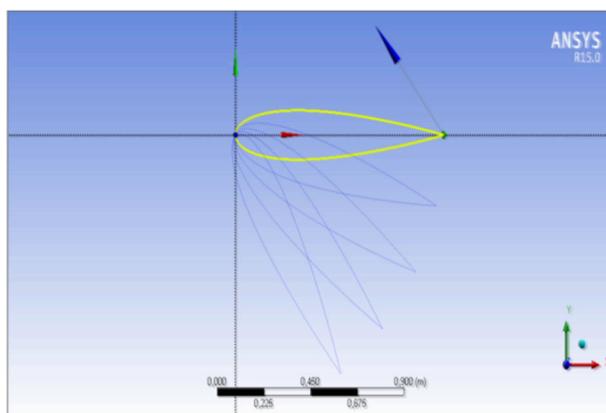


**Gambar 2.** *Airfoil* modifikasi

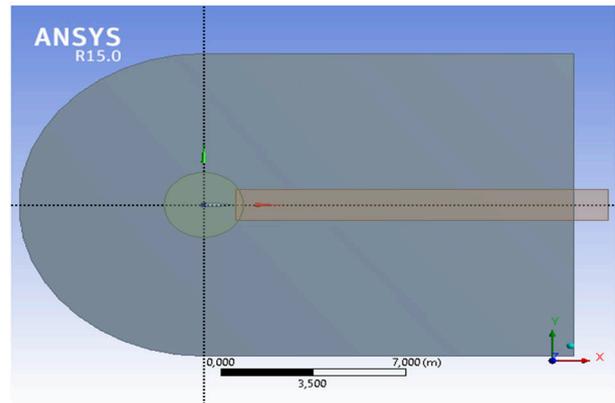
**Tabel 2.** Spesifikasi Geometri dan Simulasi dari Model

| Spesifikasi           | Model                |                   |
|-----------------------|----------------------|-------------------|
|                       | Modifikasi           | Eksisting         |
| Panjang Chord         | 100 cm               | 100 cm            |
| Jenis Sudu            | NACA 0018 Modifikasi | NACA 0018         |
| Model Aliran          | k-omega model SST    | k-omega model SST |
| Tekanan               | Standart             | Standart          |
| Metode Perhitungan    | Steady               | Steady            |
| Kecepatan Angin (m/s) | 3                    | 3                 |

Pada tahap pemodelan ini dilakukan penambahan variasi angle of attack sebesar (Sudut Serang) yaitu sebesar 0°, 15°, 30°, 45°, 60°. dan wind tunnel agar nantinya bisa melalui proses meshing. Berikut untuk pemodelannya :

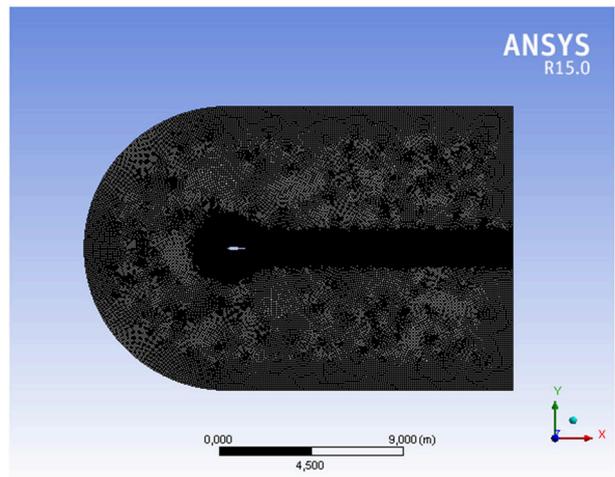


**Gambar 3.** Variasi *angle of attack*



**Gambar 4.** Permodelan Wind Tunnel

Untuk tahapan selanjutnya adalah mensimulasikan model *airfoil* dengan menggunakan software Ansys Fluent 15.0. Langkah setelah melakukan pemodelan *airfoil* adalah membuat meshing yang tepat. Berikut adalah Hasil meshingnya :



**Gambar 5.** Meshing *airfoil*

### Analisis Data

Pada tahap ini penulis menganalisis data yang keluar dari tahapan simulasi. data akan digolongkan berdasarkan beberapa parameter dan variasi yang ditentukan sebelumnya. Setelah data digolongkan maka data tersebut akan diubah dan ditampilkan ke dalam tampilan grafik sehingga dapat mudah dibaca

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Validasi Hasil Analisa

Setelah dilakukan analisa CFD pada kedua *airfoil* didapatkan hasil akhir *Airfoil* Modifikasi cenderung lebih baik dibanding *Airfoil* NACA 0018. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang melakukan inovasi variasi *flap* pada *Airfoil* NACA 0018 dengan sudut berturut-turut sebesar 2°, 5°, 10°, 20°. Penelitian dilakukan dengan melakukan perbandingan analisa

menggunakan simulasi CFD dan mendapatkan hasil terbaik dengan *Airfoil NACA 0018* dengan variasi *Flap*  $10^\circ$  [7].

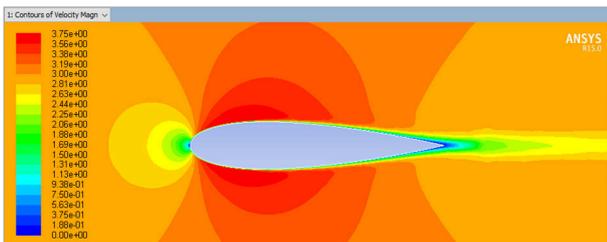
**Airfoil NACA 0018**

Berdasarkan pengujian yang dilakukan menggunakan perhitungan numerical di software Ansys 15.0 pada aliran udara (CFD) *airfoil* tipe NACA 0018 dengan divariasikan beberapa sudut maka dapat dihasilkan nilai koefisien angkat (Cl), koefisien hambat (Cd), dan kontur kecepatan. Berikut adalah tabel hasil perhitungannya :

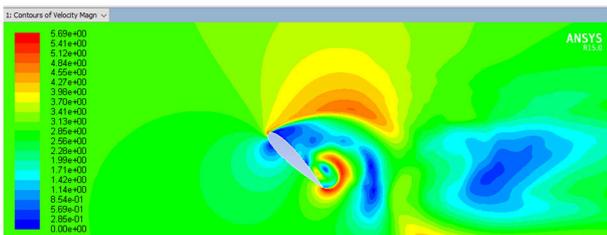
**Tabel 3.** Hasil Perhitungan *Airfoil NACA 0018*

| Angle Of Attack | Koefisien angkat (Cl) | Koefisien hambat (Cd) |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| 0°              | -0,005993             | 0,02304               |
| 15°             | 0,78913               | 0,09247               |
| 30°             | 1,59810               | 1,01970               |
| 45°             | 1,52670               | 1,68500               |
| 60°             | 0,89390               | 2,31570               |

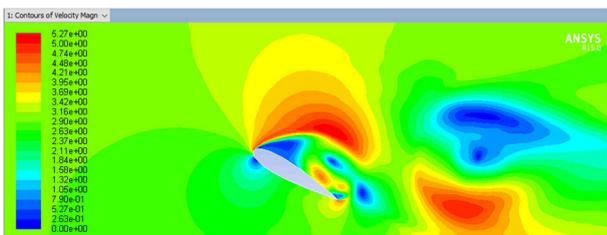
**Kontur Kecepatan *Airfoil NACA 0018***



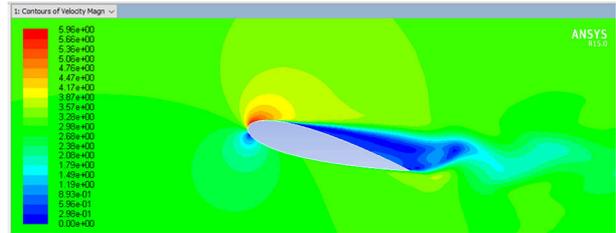
**Gambar 6.** *Airfoil NACA 0018 0°*



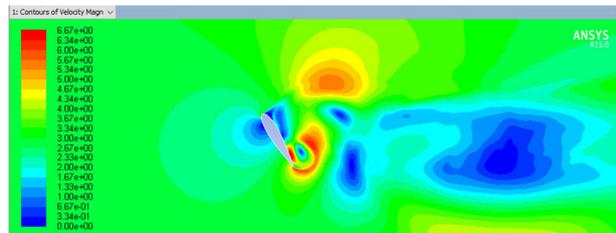
**Gambar 7.** *Airfoil NACA 0018 45°*



**Gambar 8.** *Airfoil NACA 0018 30°*



**Gambar 9.** *Airfoil NACA 0018 15°*



**Gambar 10.** *Airfoil NACA 0018 60°*

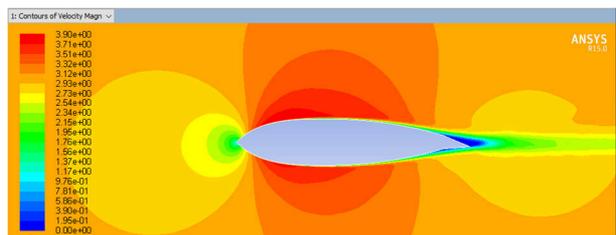
**Airfoil Modifikasi**

Berdasarkan pengujian yang dilakukan menggunakan perhitungan numerical di software Ansys 15.0 pada aliran udara (CFD) *airfoil* modifikasi dengan divariasikan beberapa sudut maka dapat dihasilkan nilai koefisien angkat (Cl) dan koefisien hambat (Cd). Bisa dilihat pada tabel 4. hasil perhitungannya :

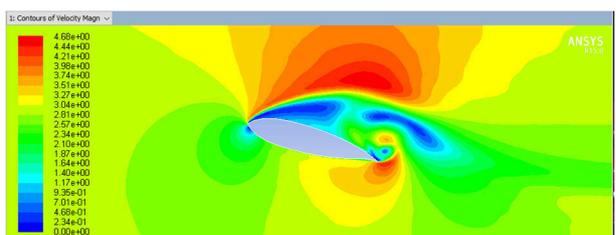
**Tabel 4.** Hasil Perhitungan *Airfoil Modifikasi*

| Angle Of Attack | Koefisien Angkat (Cl) | Koefisien Hambat (Cd) |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| 0°              | 0,077618              | 0,019107              |
| 15°             | 0,65342               | 0,35765               |
| 30°             | 1,05730               | 1,01480               |
| 45°             | 1,04360               | 1,18030               |

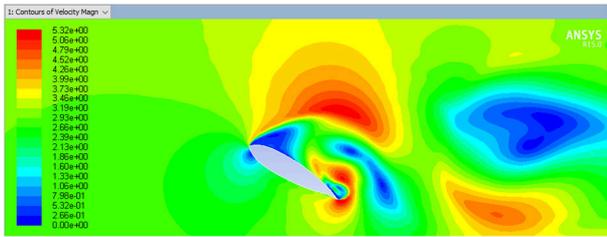
**Kontur Kecepatan *Airfoil Modifikasi***



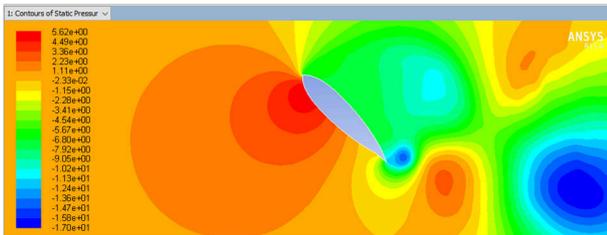
**Gambar 11.** *Airfoil modifikasi 0°*



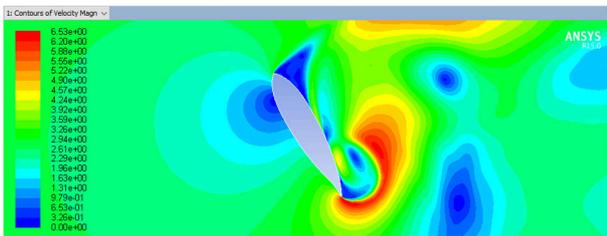
**Gambar 12.** *Airfoil modifikasi 15°*



Gambar 13. Airfoil modifikasi 30°



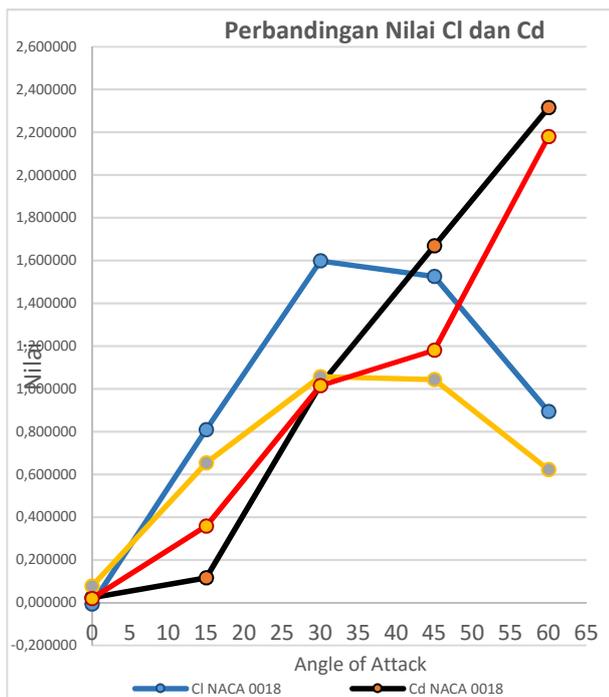
Gambar 14. Airfoil modifikasi 45°



Gambar 15. Airfoil modifikasi 60°

### Perbandingan Nilai Cl dan Cd

Berdasarkan hasil dan pembahasan nilai Cl dan Cd diatas maka selanjutnya adalah membandingkan hasil perhitungan nilai Cl dan Cd antara *airfoil* NACA 0018 dengan *airfoil* modifikasi. Berikut adalah tabel perbandingannya :



Gambar 15. Grafik perbandingan nilai Cl dan Cd

Dari grafik diatas maka dapat diperoleh hasil perbandingan diantaranya sebagai berikut :

- Nilai koefisien angkat (Cl) milik *airfoil* NACA 0018 relatif lebih tinggi dibanding dengan milik *airfoil* modifikasi. Hal ini ditunjukkan pada grafik dimana mulai dari sudut serang 15° hingga 60° letak koordinat nilai Cl garis biru lebih tinggi.
- Nilai koefisien angkat (Cl) milik *airfoil* modifikasi lebih tinggi pada variasi sudut serang 0° dibanding nilai *airfoil* NACA 0018 yaitu dengan nilai 0,077618. Begitu pula dengan nilai Cd milik *airfoil* modifikasi yang lebih rendah di sudut yang sama dibanding *airfoil* NACA 0018 yakni sebesar 0,019107. Hal ini diakibatkan modifikasi desain geometri pada *airfoil* dengan penambahan flap sebesar 10°.
- Pada grafik terlihat nilai Cl tertinggi dimiliki oleh *airfoil* NACA 0018 pada sudut serang 30° yaitu sebesar 1,59810, Sedangkan pada sudut serang yang sama nilai Cl pada *airfoil* modifikasi hanya sebesar 1,05730.
- Nilai koefisien hambat (Cd) semakin meningkat seiring dengan bertambah besarnya variasi sudut serang yang diberikan. Nilai Cd tertinggi dimiliki oleh *airfoil* NACA 0018 dengan variasi sudut 60° yaitu sebesar 2,31570.
- Pada grafik juga terlihat nilai Cd akan semakin meningkat pesat bahkan melebihi nilai Cl pada kedua *airfoil* pada sudut 45° dan 60°. Hal ini disebabkan semakin besarnya luas permukaan bawah *airfoil* yang dialiri oleh udara.

### PENUTUP

#### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan simulasi yang dilakukan, maka penulis menyimpulkan :

- Dari analisis CFD *airfoil* NACA 0018 didapat nilai Cl dan Cd tertinggi pada variasi sudut serang 30° dengan nilai sebesar 1,59810 dan 1,01970.
- Dari analisis CFD *airfoil* modifikasi flap 10° didapat nilai Cl dan Cd paling bagus dengan variasi sudut serang 0° dengan nilai 0,077618 dan 0,019107. Hal ini disebabkan adanya permukaan *airfoil* yang miring kebawah sehingga membuat aliran udara mengalir dan mendorongnya naik (keangkat).
- Dari analisis CFD diperoleh data sudut serang terbaik adalah dibawah 45° untuk kedua jenis *airfoil*. Hal ini karena pada grafik nilai Cd sudut 45° makin naik dan lebih tinggi dibanding Cl.

#### Saran

Berikut adalah saran penulis untuk penelitian selanjutnya :

- a) Sebaiknya menambah variasi kecepatan angin agar lebih mengetahui karakteristik *airfoil*.
- b) Disarankan untuk menambah variasi sudut *flap* agar diketahui sudut berapakah yang terbaik.
- c) Disarankan menambah variasi sudut serang agar lebih mengetahui berapakah sudut terbaik untuk *airfoil*.
- d) Sebaiknya menambah variasi dan modifikasi untuk memperbanyak studi terhadap pengoptimalan kinerja turbin angin.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional, Outlook Energi Indonesia 2019. Jakarta : kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, ISSN 2527 3000, 2019.
- [2] A. Abidin, “Strategi Pengembangan Kecamatan Tapen Kabupaten Bondowoso Berbasis Energi Minihidro,” vol. 5, no. 1, pp. 6–15, 2021.
- [3] Sinaga, Nazaruddin, “Analisis Aliran Pada Rotor Turbin Angin Sumbu Horisontal Menggunakan Pendekatan Komputasional” EKSERGI Jurnal Teknik Energi Vol 13 No. 3 September 2017; 84-91, 2017.
- [4] Irawan, Jehan R, “Analisis Desain *Vertikal Wind Turbin* dengan *Airfoil NACA 0016 Modified* Menggunakan *Software Ansys 14.5*”, Thesis, Dept. Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia, 2016.
- [5] Rogowski, Krzysztof., Martin O.L. Hansen., and Ryszard Maroński, “*Steady And Unsteady Analysis Of NACA 0018 Airfoil In Vertical-Axis Wind Turbine*”, Journal Of Theoretical And Applied Mechanics. 56, 1, pp. 203-212, Warsaw 2018 DOI: 10.15632/jtam-pl.56.1.203 Valorization, vol. 1, no. 4, pp. 395–405, 2010, doi: 10.1007/s12649-010-9045-3, 2018.
- [6] Admin. “*NACA 4 Digit Airfoil Generator (NACA 0018 Airfoil)*” [online]. Available : <http://airfoiltools.com/airfoil/> (Diakses pada 29 November 2020).
- [7] Ionescu, Raluca Dora., Ioan Szava., Sorin Vlase., Mircea Ivanoiu., Renata Munteanu, “*Innovative Solution of Vertical Axis Wind Turbine, Suitable for Naval Industry Implementation (Numerical Methods and Analytical Calculus)*”, Procedia Technology 19 ( 2015 ) 715 – 721, 2015.