



## ANALISIS AERODYNAMIC PERFORMANCE AIRFOIL NREL S809 MODIFIKASI MICROTAB TERHADAP PENGARUH TINGGI TAB DENGAN VARIASI MODEL TURBULEN MENGGUNAKAN ANSYS 2022 R2

*Analysis Of Aerodynamic Performance Of Nrel S809 Airfoil Microtab Modification Of Tab Height Effect With Variation Of Turbulent Models Using Ansys 2022 R2*

**Edo Spta Arjuna<sup>\*</sup>, I.K. Wiratama, Nurpatricia**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jl. Majapahit no. 62, Mataram, NTB, 83125, Indonesia. HP. 085333209679

\*E-mail: edoarjuna55@gmail.com

---

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

---

#### Article History:

Received

Accepted

Available online

---

#### Keywords:

Airfoil, Tab, Aerodynamic performance, Tab width, Turbulent models, and Rasio  $C_l/C_D$



There are several ways that can be done to improve the aerodynamic performance of an airfoil blade, one of them is by adding a section on the trailing edge of the airfoil and then placing it on the upper surface and the lower surface of the trailing edge of the airfoil which is commonly called a microtab. Microtab is a simple device that is used to increase ability or performance of an airfoil, by placing the tab on the trailing edge there will be change in pressure around the airfoil and also affect lift and drag.

The object of this study was to analyze the effect of tab height and turbulence models on aerodynamic performance on the airfoil nrel S809 airfoil modification using ANSYS 2022R2. The study was carried out with variations in tab height of 1,1%C, 2,2%C, 3,3%C, 4,4%C, dan 5,5%C with variations of three turbulence models namely the k- $\omega$  turbulence models, the k- $\epsilon$  turbulence models, the shear stress transpot (SST) at an angle of attack of 0 $^\circ$ .

The results of the study show that tab height has an effect on aerodynamic performance where at each tab height (11 mm, 22 mm, 33 mm, 44 mm dan 55 mm) with various turbulence models, 55 mm tab always has the highest lift coefficient value. The results for the AoA 0 $^\circ$  k- $\omega$  turbulence models are 0,6298, the AoA 0 $^\circ$  k- $\epsilon$  turbulence models is 0,7091, and for the AoA 0 $^\circ$  shear stress transpot (SST) turbulence models is 0,7072. Whereas the most optimal turbulence model produces a high lift coefficient value, namely the shear stress transpot (SST) turbulence model compared to other turbulence models. The results of the turbulence shear stress transpot (SST) model are tab 11 mm = 0,2029, tab 22 mm = 0,3755, tab 33 mm = 0,5200, tab 44 mm = 0,6130, and tab 55 mm = 0,7072.

## 1. PENDAHULUAN

Turbin angin merupakan sebuah alat pembangkit listrik tenaga angin yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik. Prinsip kerja turbin angin yaitu dengan memanfaatkan energi kinetik yang terkandung partikel angin yang bergerak dengan kecepatan angin tertentu dan diekstrak oleh turbin angin. Bilah dirancang searah dinamik rupa sehingga memungkinkan untuk memutar poros rotor generator dari turbin angin yang menyebabkan rotor pada generator akan bergerak dan generator dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Bilah turbin angin tersusun dari *airfoil*, dimana *airfoil* salah satu bagian untuk meningkatkan kemampuan kinerja turbin angin. Dari pertimbangan aerodinamika, profil *airfoil* yang diinginkan yaitu yang memiliki rasio gaya angkat terhadap gaya hambat (Cl/Cd) yang paling tinggi (Haryanto dkk., 2009).

Sudu turbin angin adalah komponen penting pada rotor turbin angin. oleh karena itu sudu/bilah harus dirancang sedemika rupa sehingga dengan dapat mempertimbangkan aspek aerodinamiknya dapat memutar generator pada berbagai kondisi kecepatan angin. Pada turbin angin model sudu turbin angin tersusun dari berbagai jenis *airfoil* sehingga didapat sudu yang sangat aerodinamis dan juga mempertimbangkan tekanan sudu karena pengaruh gaya aerodinamik akibat adanya berbagai variasi kecepatan angin. Dalam beberapa penelitian, untuk meningkatkan aerodinamik *performance* suatu sudu, *airfoil* yang tersusun pada sudu dimodifikasi dengan berbagai *aktive control system* seperti *aileron*, *plat*, *microtab* dan lain-lain

Mayda dkk. (2005), melakukan modifikasi *airfoil* *Gu25* dengan tab dimana mampu mendapatkan hasil posisi terbaik pada tab 95%C dari *trailing edge*, dengan ketinggian tab 1%C pada *reynold number*  $1 \times 10^6$ . Lokasi terbaik untuk tab untuk L/D optimal ditemukan di sekitar 95%C ntuk *lower surface* dan 90%C untuk *upper surface* (Hella dkk., 2012).

Peneitian juga dilakukan oleh Jaber (2019) yang melakukan pengujian tentang analisa aerodinamika *airfoil* modifikasi *serrated* pada *microtab* dengan simulasi *autodesk* CFD. Hasil menunjukkan penambahan *microtab* pada *airfoil* wortman FX63-137 pada bagian *upper surface* penambahan *microtab* menyebabkan penurunan gaya *lift* jika dibandingkan dengan *lower surface* dan *stall* terjadi pada sudut serang 24° untuk semua lebar gap, jadi lebar terbaik untuk *lower surface* adalah 2%C karena memiliki rasio L/D terbesar yaitu 0,337 pada sudut serang 24° dan *upper surface* lebar gap terbaik pada 2%C karena rasio L/D dari semua lebar gap paling kecil setelah dititik puncak sebesar 0,317 pada sudut serang 24° dan dari data yang dihasilkan terlihat pada variasi lebar gap 1%C, 2%C dan 3%C datanya memiliki perbedaan yang sangat kecil sekitar 0,02% satu sama lain, maka pengaruh variasi gap pada L/D hasilnya tidak signifikan. *Airfoil* yang digunakan adalah *airfoil* wortmann FX63-137 merupakan jenis *airfoil* yang mampu dioperasikan pada bilangan reynolds. *Airfoil* ini menghasilkan koefisien *lift* maksimum yang lebih tinggi dari 1,5, sedangkan *airfoil* konvensional diketahui terdegradasi jauh dibawah level ini pada bilangan reynolds rendah. Desain struktur *airfoil* FX63-137 dengan permukaan lengkung memberikan rasio gaya angkat dan gaya hambat yang paling disukai (Saad dkk., 2014).

*Microtab* merupakan perangkat sederhana yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan atau unjuk kerja dari suatu *airfoil*, dengan menenpatkan tab pada *trailing edge* akan terjadi perubahan tekanan disekitar *airfoil* dan juga mempengaruhi *lift* dan *drag*. Pada intinya perangkat *microtab* dapat dilihat sebagai adaptasi dari perangkat *flap edge* yang lebih konvensional yang saat ini digunakan untuk meningkatkan gaya *lift* atau *drag* pada *airfoil*. Dan juga dapat menurunkan penggunaan energi yang berlebihan ,dimana untuk penambahan *microtab* pada *airfoil* tidak membutuhkan penggerak tambahan berupa rotor dibandingkan pada *microflap* untuk *control surface* yang menggunakan rotor tambahan untuk menggerakannya, dan untuk menggerakannya harus membutuhkan energi tambahan. Tujuan dari *airfoil* modifikasi *microtab* adalah untuk *aktif load control* dan pengaruh dari *microtab* sendiri bila ditempatkan pada *lower surface* akan meningkatkan CL dari suatu *airfoil* dan akan menurunkan CL apabila ditempatkan pada *upper surface* pada *airfoil* (Daniel Hella, 2021).

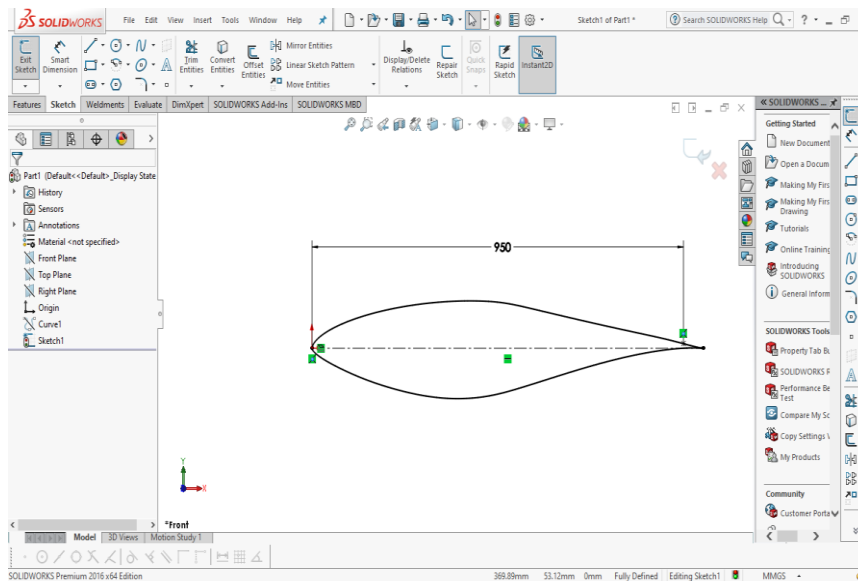
Dari penjelasan diatas penulis melakukan penelitian tentang “Analisis aerodinamik *airfoil* NREL S809 modifikasi *microtab* pada pengaruh tinggi tab dan posisi tab dengan sudut serang 0° variasi ketinggian tab 1,1%C, 2,2%C, 3,3%C, 4,4%C, 5,5%C untuk *lower surface* dan *upper surface* pada berbagai variasi turbulensi model menggunakan ANSYS 2022 R2” dimana tujuannya untuk mengetahui dan menganalisis aerodinamik *performance* modifikasi *airfoil* NREL S809 dengan penambahan *microtab*.

## 2. METODE PENELITIAN

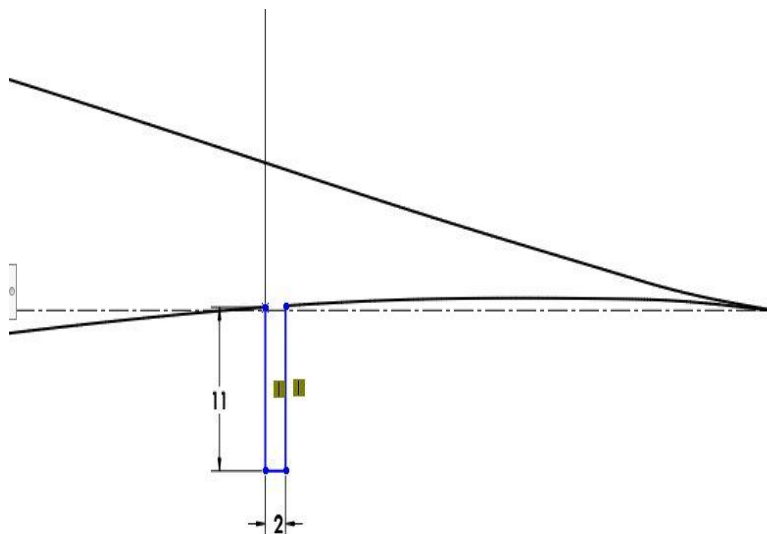
Penelitian dilakukan di lab komputer Teknik mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram. Dimana metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode numerik yang dikenal sebagai CFD (Computational Fluid Dynamic) menggunakan software Ansys 2022 R2.

Ansys CFD digunakan untuk mensimulasikan aliran udara yang melewati *airfoil* untuk mengetahui gaya *lift* dan *drag* yang dihasilkan. Pada simulasi menggunakan Ansys CFD ini langkah langkah yang dilakukan sebelum simulasi adalah dengan menentukan material dari *airfoil*, volume atur, menentukan boundary condition, menentukan mesh sizing, menentukan settingan set up dan kemudian menjalankan simulasi.

Pada penelitian ini variabel yang akan diuji adalah ketinggian tab dan model turbulen. Ketinggian tab yang divariasikan adalah 1,1% C, 2,2% C, 3,3% C, 4,4% C, dan 5,5% C. Kemudian model turbulen yang digunakan ada 3 yaitu model turbulensi k-omega, model turbulensi k-epsilon, dan model turbulensi *shear stress transpot* (SST) dan kemudian dilakukan proses simulasi menggunakan Ansys 2022 R2.

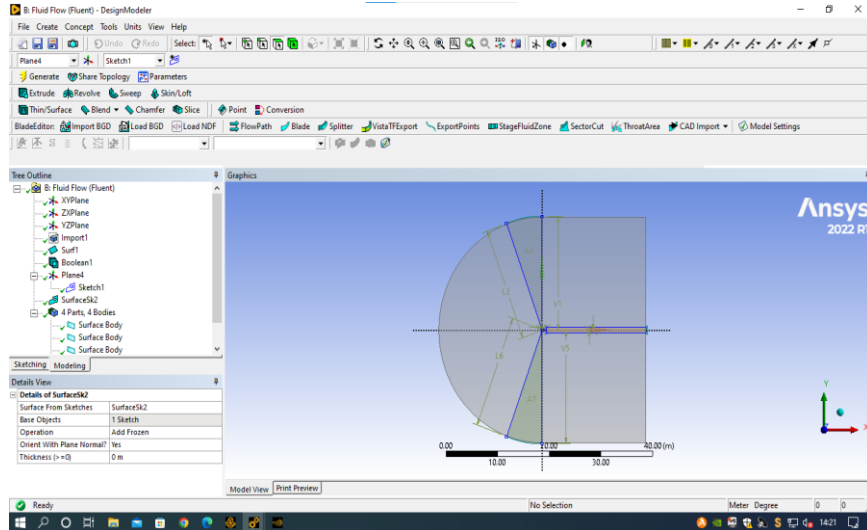


Gambar 1. Pembuatan airfoil 2D menggunakan solidworks 2016

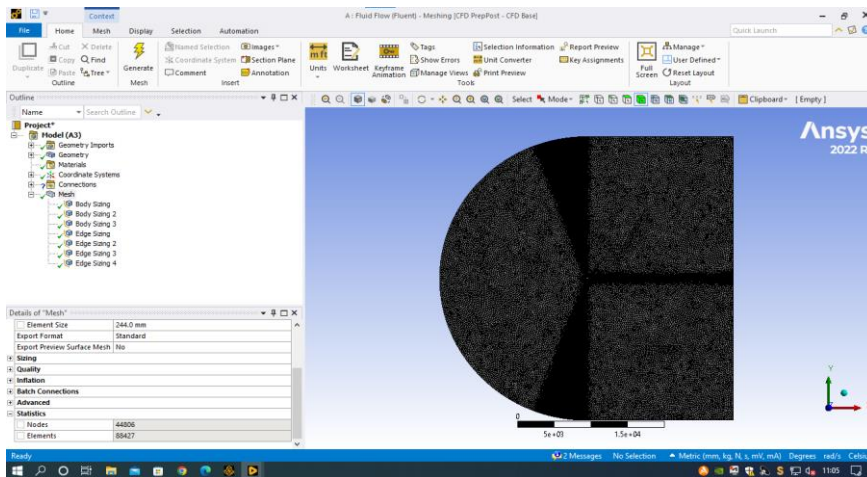


Gambar 2. Pembuatan tab menggunakan solidworks 2016

Profil ini menggunakan Panjang chord 1 meter untuk desain airfoil. Adapun aliran batas atau *external volume* atau *boundary condition* yang digunakan yaitu type mesh C dengan dimensi jarak antar leading edge dengan inlet adalah 20C dan jarak trailing edge dengan outlet yaitu 20C dapat dilihat pada gambar 3. Kemudian domain *boundary condition* C-mesh dapat disimulasikan. Pada simulasi C- mesh domain dengan titik tengah sebagai airfoil. Berikut gambar geometri airfoil dan C-mesh domain dengan titik tengah sebagai airfoil yang ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 3 External volume airfoil



Gambar 4 C-mesh domain dengan airfoil sebagai titik tengah

Mesh model yang digunakan dalam simulasi computational fluid dynamic (CFD) menggunakan Ansys 2022 R2 ini adalah jenis mesh *tetrahedron* dengan komputasi setingan mesh :

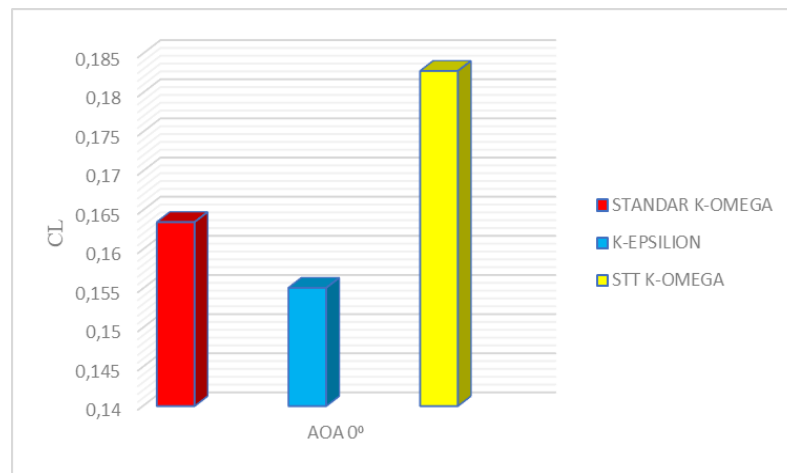
Jenis mesh	<i>Tetrahedron</i>
<i>Mesh</i>	244 mm
<i>Type method</i>	<i>All triangles method</i>
<i>Body sizing</i>	20 mm
<i>Edge sizing airfoil</i>	300 mm
<i>Edge sizing tab</i>	20 mm
<i>Face sizing</i>	50 mm
<i>Inflation (First layer thickness)</i>	0.23 mm
Jumlah elements mesh	1930995 elements

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

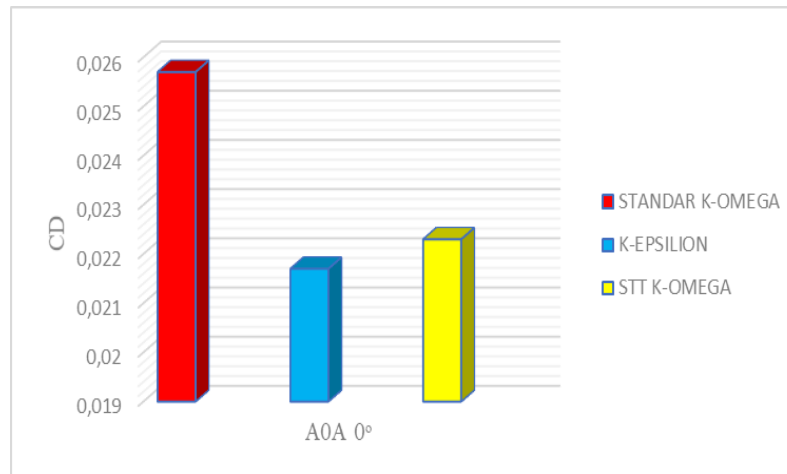
Dari penelitian ini didapatkan data hasil berbentuk angka, grafik maupun gambar yang didapatkan dari metode *fluent* (CFD) menggunakan *ansys 2022 R2* yaitu gaya *lift*, gaya *drag*, *coefisient lift* ( $C_L$ ), *coefisient drag* ( $C_D$ ), dan nilai *coefisient lift/ coefisient drag* ( $C_L/C_D$ ) yang memvariasikan tinggi tab 1,1%C, 2,2%C, 3,3%C, 4,4%C, dan 5,5%C. Dengan berbagai variasi model *turbulence* yaitu model turbulensi  $k-\epsilon$ , model turbulesi  $k-\omega$ , dan model *shear stress transpot* (SST). Dengan lebar tab 2 mm dan letak tab *upper surface* 90%C, *lower surface* 95%C pada  $AoA = 0^\circ$ .

Berikut ini merupakan hasil simulasi dari berbagai model turbulen yang berbeda-beda terhadap *airfoil* NREL S809 tanpa modifikasi dengan metode simulasi *computational fluid dynamic* (CFD) menggunakan *ansys 2022 R2*. Proses simulasi dilakukan pada sudut serang  $0^\circ$  dengan kecepatan fluida 15,7 m/s.

#### a. Koefisien lift dan drag tanpa modifikasi berbagai model turbulen



Gambar 5 Grafik nilai *coefficient lift* ( $C_L$ ) terhadap *airfoil* NREL S809 tanpa modifikasi pada berbagai variasi model turbulen



Gambar 6 Grafik nilai *coefficient drag* ( $C_D$ ) terhadap *airfoil* NREL S809 tanpa modifikasi pada berbagai variasi model turbulen

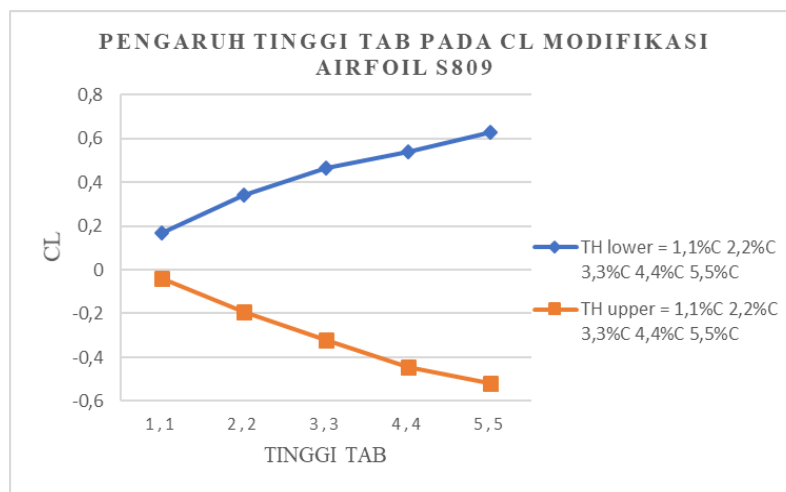
Berdasarkan Gambar 5 nilai *coefficient lift* ( $C_L$ ) *airfoil* tanpa modifikasi nrel s809 dengan berbagai variasi model turbulen. Didapatkan bahwa nilai hasil *coefficient lift* tertinggi terdapat pada simulasi model turbulen *transition shear stress transpot* (SST  $k-\omega$ ) dengan sudut serang  $0^\circ$  sebesar 0,1828 dan nilai *coefficient lift* terendah pada simulasi model turbulen  $k-\epsilon$  dengan sudut serang  $0^\circ$  sebesar 0,1551. Sedangkan Gambar 6 nilai *coefficient drag* ( $C_D$ ) pada *airfoil* nrel s809 tanpa modifikasi pada berbagai variasi model turbulen. Didapatkan hasil nilai *coefficient drag* ( $C_D$ ) tertinggi pada simulasi model turbulen standart  $k-\omega$  dengan sudut serang  $0^\circ$

sebesar 0,0257 dan nilai *coefficient drag* terendah pada simulasi model turbulen k-epsilon ( $k-\epsilon$ ) dengan sudut serang  $0^\circ$  sebesar 0,0217.

Dari hasil simulasi yang dilakukan dengan metode *computational fluid dynamic* (CFD) menggunakan ansys 2022 R2. Simulasi dilakukan dengan berbagai variasi model turbulen seperti model turbulen  $k-\epsilon$ , model turbulen standart  $k-\omega$ , dan model turbulen *transition shear stress transpot* (SST  $k-\omega$ ). Proses simulasi dilakukan pada sudut serang  $0^\circ$  dengan kecepatan fluida 15,7 m/s. Pada masing-masing model turbulen yang digunakan untuk melihat bagaimana pengaruh *aerodynamic performance* pada *airfoil* NREL S809 perlu adanya perbandingan untuk bias menarik kesimpulan dengan data *airfoil* yang telah dimodifikasi dengan penambahan *microtab*, letak tab *upper surface* 90%C, *lower surface* 95%C dan lebar tab 2 mm dengan memvariasikan tinggi tab 1,1%C, 2,2%C, 3,3%C, 4,4%C, dan 5,5%C.

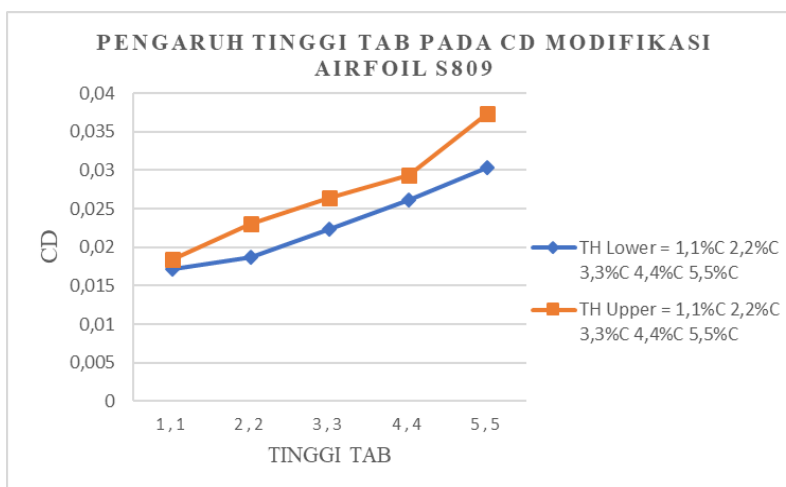
Berikut ini merupakan hasil simulasi dari berbagai model turbulen yang berbeda-beda terhadap *airfoil* NREL S809 modifikasi *microtab solid* dengan metode simulasi *computational fluid dynamic* (CFD) menggunakan ansys 2022 R2.

### 3.1 Pengaruh penambahan microtab terhadap CL dan CD



Gambar 7 Grafik pengaruh tinggi tab pada sudut serang  $0^\circ$  TH = 1,1%C, 2,2%C, 3,3%C, 4,4%C, 5,5%C terhadap  $C_L$  model turbulensi k-omega

Dapat dilihat pengaruh penambahan *microtab* dengan variasi tinggi tab pada *coefficient lift* dimana penambahan *microtab* pada *airfoil* dengan memvariasikan tinggi tab terbukti dapat mengontrol *aerodynamic performance* suatu *airfoil*. Ketika tab diletakkan pada *trailing edge lower surface airfoil* dapat meningkatkan nilai *coefficient lift* pada *airfoil* dan apabila diletakkan di *trailing edge upper surface airfoil* maka dapat menurunkan nilai *coefficient lift* pada *airfoil* tersebut

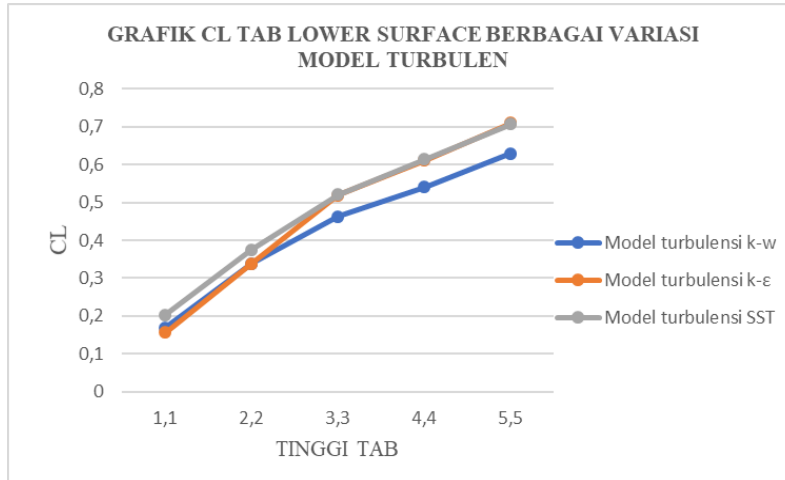


Gambar 8 Grafik pengaruh tinggi tab pada sudut serang  $0^\circ$  TH = 1,1%C, 2,2%C, 3,3%C, 4,4%C, 5,5%C terhadap  $C_D$

Dapat dilihat dari gambar 4.8 bahwa pengaruh penambahan tab di *airfoil* mengakibatkan terkontrolnya *aerodynamic performace airfoil*. Dimana ketika tab diletakkan di *upper surface airfoil* maka dapat meningkatkan nilai *coefficient drag airfoil*. Hal ini membuktikan bahwa penambahan *microtab* pada *airfoil* tidak hanya mengontrol *coefficient lift* tetapi juga *coefficient drag* suatu *airfoil*.

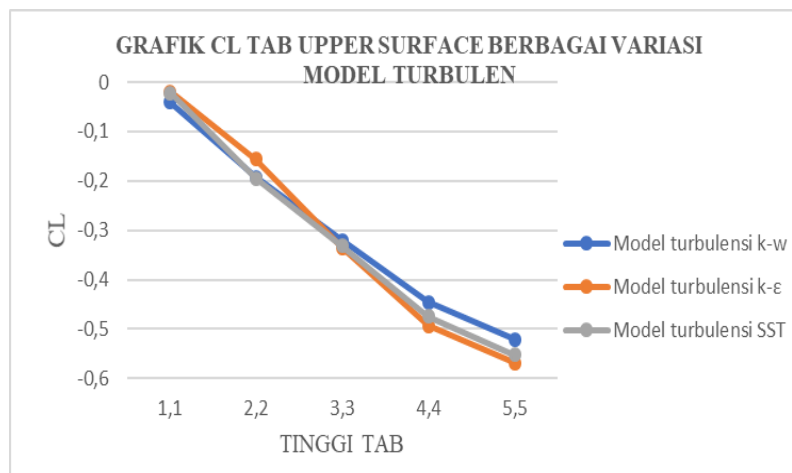
### 3.2 Penambahan tab dengan berbagai model turbulen pada airfoil S809

#### a. koefisien lift tab lower surface dan upper surface berbagai model turbulen



Gambar 9 Grafik nilai *coefficient lift* ( $C_L$ ) terhadap *airfoil* NREL S809 modifikasi *microtab lower surface* pada berbagai variasi model turbulen

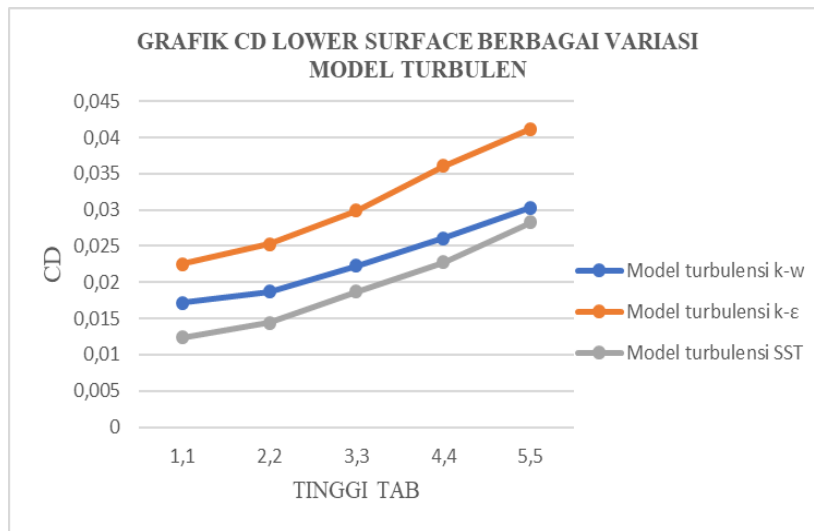
Berdasarkan gambar 9 nilai rata-rata *coefficient lift tertinggi* banyak terdapat pada varian tinggi tab *lower surface* model turbulensi *shear stress transpot* (SST) dibandingkan dengan model turbulensi yang lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa model turbulensi *shear stress transpot* (SST) lebih baik dari pada model turbulensi yang lain dikarenakan bisa menghasilkan nilai *coefficient lift* yang lebih tinggi dari pada yang lainnya.



Gambar 10 Grafik nilai *coefficient lift* ( $C_L$ ) terhadap *airfoil* NREL S809 modifikasi *microtab upper surface* pada berbagai variasi model turbulen

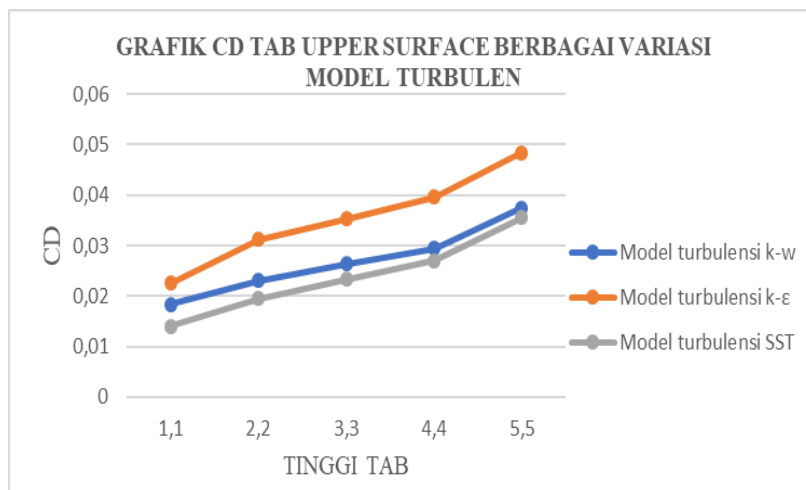
Berdasarkan kurva grafik gambar 4.18 dapat dilihat dimana penambahan tab *upper surface* di *trailing edge airfoil* mengakibatkan menurunnya nilai *coefficient lift* pada berbagai model turbulensi. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan *microtab upper surface* bisa menurunkan nilai *coefficient lift* pada semua model turbulensi.

#### b. koefisien drag tab lower surface dan upper surface berbagai model turbulen



Gambar 11 Grafik nilai *coefficient drag* ( $C_D$ ) terhadap *airfoil* NREL S809 modifikasi *microtab lower surface* pada berbagai variasi model turbulen

Gambar 11 dapat dilihat nilai *coefficient drag* tertinggi banyak terdapat pada varian tab *lower surface* model turbulensi *k-epsilon* dimana nilai *coefficient drag* paling tinggi berada pada tab 55 mm sebesar 0,0412 dan nilai *coefficient drag* terendah banyak terdapat pada model turbulensi *shear stress transpot* (SST) dan nilai *coefficient drag* paling rendah berada pada tab 11 mm sebesar 0.0124.



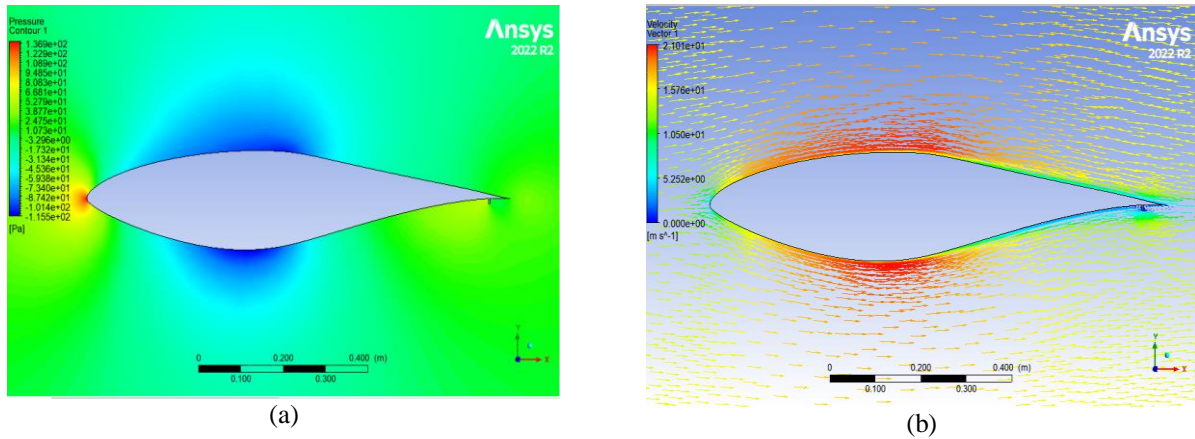
Gambar 12 Grafik nilai *coefficient drag* ( $C_D$ ) terhadap *airfoil* NREL S809 modifikasi *microtab upper surface* pada berbagai variasi model turbulen

Berdasarkan gambar 12 terlihat bahwa model turbulensi *k-epsilon* rata-rata nilai *coefficient drag* nya meningkat paling tinggi dibandingkan model turbulensi lainnya. Dimana sesuai dengan fungsi *microtab* ketika tab diletakkan di *upper surface airfoil* akan mengakibatkan meningkatnya *coefficient* dari *airfoil* tersebut.

### 3.3 Analisa karakteristik aerodinamika *airfoil* NREL S809 modifikasi *microtab*

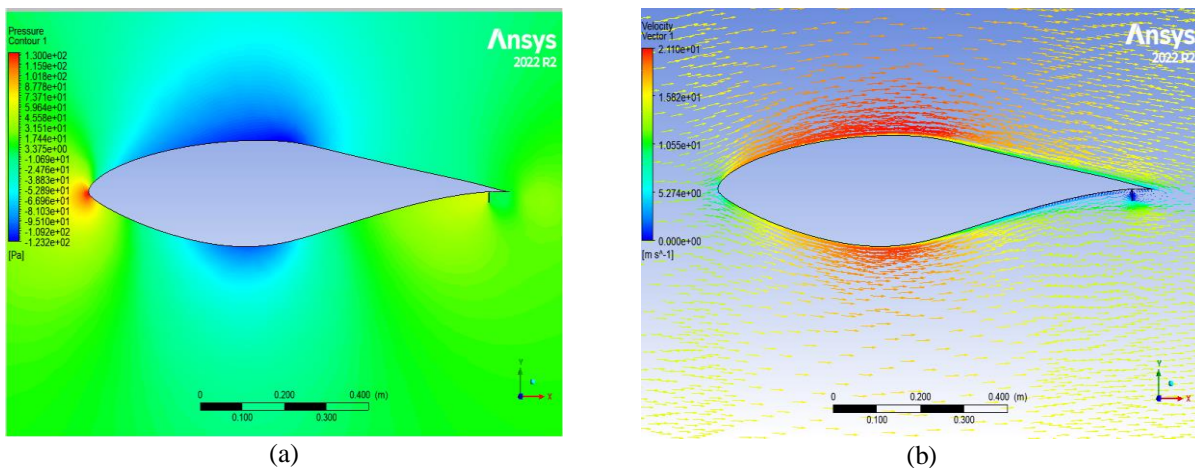
Kontur tekanan dan vector kecepatan dapat menunjukkan distribusi tekanan yang terjadi pada *airfoil* terdapat sudut serang yang telah ditentukan dalam simulasi. Tampilan dari distribusi tekanan dan vector kecepatan ini sangat penting dalam penentuan gaya *lift* dan gaya *drag* yang terjadi di *airfoil*, dimana tampilan kontur ini kita bisa melihat aliran yang berada disekitar *airfoil*. Berikut ini merupakan hasil kontur tekanan, kontur kecepatan dan kontur aliran pada variasi tinggi tab 1,1%, 2,2%, 3,3%, 4,4%, dan 5,5% dengan sudut serang  $0^\circ$  berbagai macam model turbulen dan dimana kontur akan diwakili dengan model turbulensi k-omega dengan varian tab *lower* dan *upper*.





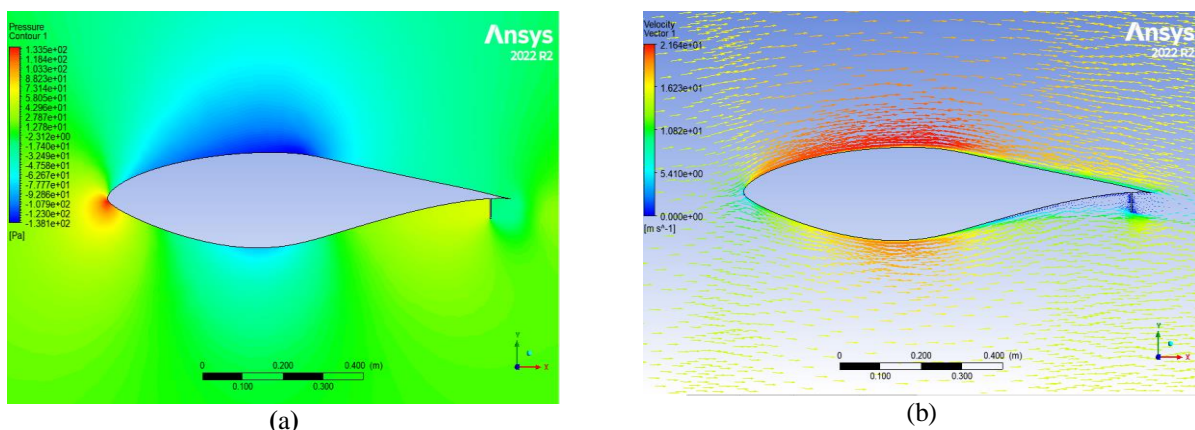
Gambar 13 kontur tekanan (a) dan vector kecepatan (b) pada AoA 0°, tinggi tab 1,1%C, dan letak tab 95%C

Berdasarkan gambar 13 dapat dilihat kontur tekanan (a) dan vector kecepatan (b) *airfoil* dengan tinggi tab 11 mm dan sudut serang 0°. Tekanan maksimum terjadi pada daerah *leading edge*, dimana tekanan pada permukaan bawah lebih tinggi dibandingkan permukaan atas *airfoil*. Sehingga membuat kecepatan pada permukaan atas lebih tinggi dengan permukaan bawah, dimana hal tersebut membuat nilai *lift* meningkat. Penambahan tab di *lower surface* mengakibatkan tingginya kecepatan aliran fluida diatas permukaan *airfoil* dan menurunnya tekanan pada permukaan atas *airfoil*, sehingga meningkatnya nilai *coefficient lift* pada *airfoil* tersebut



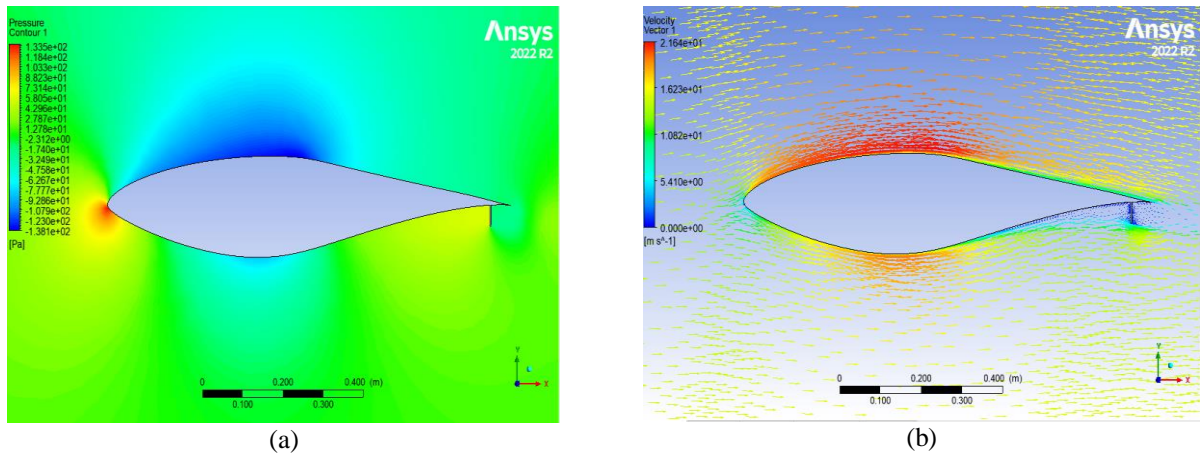
Gambar 14 kontur tekanan (a) dan vector kecepatan (b) pada AoA 0°, tinggi tab 2,2%C, dan letak tab 95%C

Pada gambar 14 dapat dilihat kontur tekanan (a) dan vector kecepatan (b) *airfoil* dengan tinggi tab 22 mm dan sudut serang 0°. Dimana sudah mulai terjadi peningkatan nilai kecepatan dan tekanan pada *airfoil* yang menyebabkan bertambahnya nilai *coefficient lift* pada *airfoil* tersebut



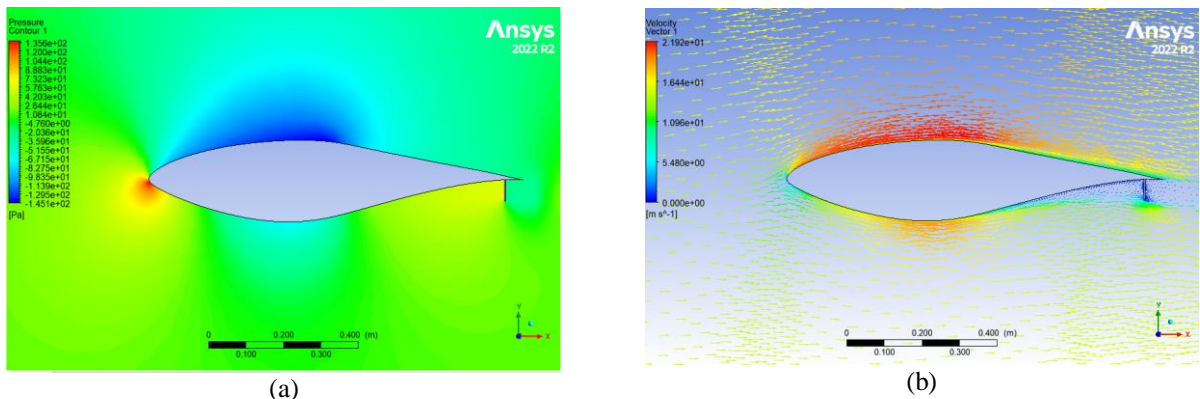
Gambar 15 kontur tekanan (a) dan vector kecepatan (b) pada AoA 0°, tinggi tab 3,3%C, dan letak tab 95%C

Pada gambar 15 dapat dilihat kontur tekanan (a) dan vector kecepatan (b) *airfoil* dengan tinggi tab 33 mm dan sudut serang  $0^\circ$ . Terlihat pada kontur tekanan dan vector kecepatan bahwa dimana nilai kecepatan dan tekanan semakin tinggi, yang menyebabkan meningkatnya *coefficient lift* dengan nilai sebesar 0,4621. Hal ini menunjukkan sesuai dengan teori *microtab* bahwa dapat mengontrol *aerodynamic performance*.



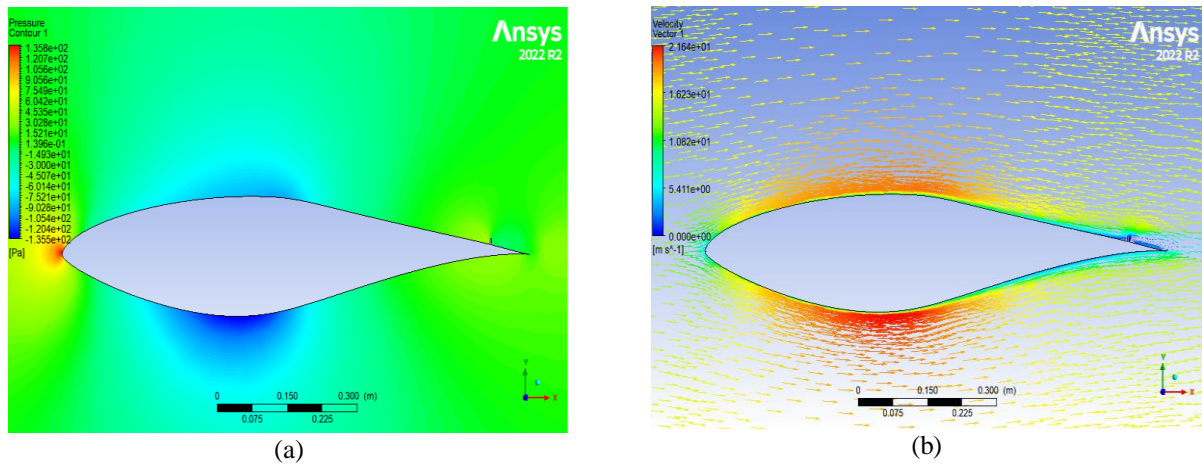
Gambar 16 kontur tekanan (a) dan vector kecepatan (b) pada AoA  $0^\circ$ , tinggi tab 4,4%C, dan letak tab 95%C

Pada gambar 16 dapat dilihat kontur tekanan (a) dan vector kecepatan (b) *airfoil* dengan tinggi tab 44 mm dan sudut serang  $0^\circ$ . Terlihat pada *trailing edge* permukaan bawah *airfoil* dimana aliran turbulen semakin membesar di sekitaran bagian *microtab* karena pengaruh parameter tinggi tab ditingkatkan. Hal ini menyebabkan nilai *coefficient lift* meningkat pada *airfoil*.



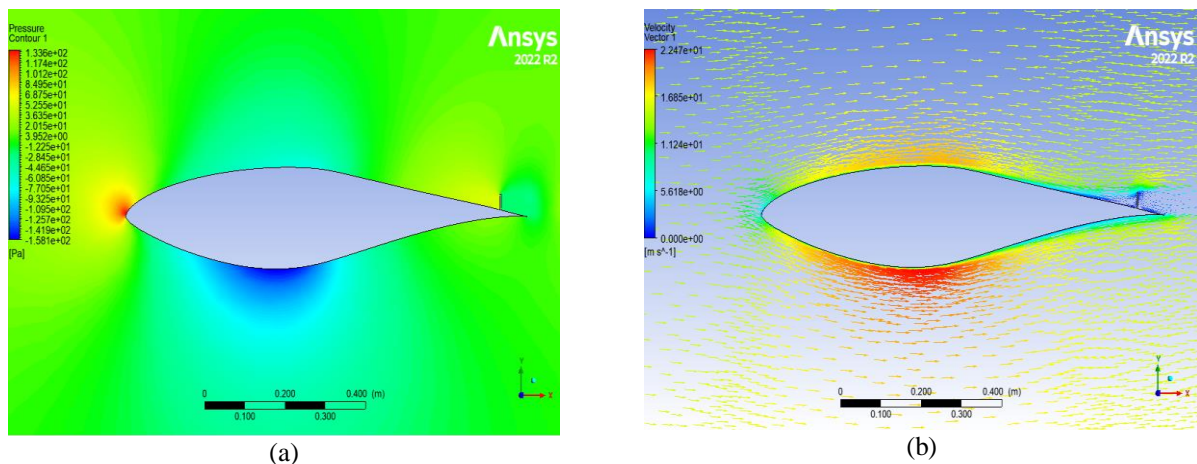
Gambar 17 kontur tekanan (a) dan vector kecepatan (b) pada AoA  $0^\circ$ , tinggi tab 5,5%C, dan letak tab 95%C

Pada gambar 4.24 dapat dilihat kontur tekanan (a) dan vector kecepatan (b) *airfoil* dengan tinggi tab 55 mm dan sudut serang  $0^\circ$ . Dimana terlihat pada vector kecepatan, aliran turbulen pada *trailing edge lower surface* tab semakin tinggi yang mengakibatkan meningkatnya *coefficient lift* pada *airfoil*, karena disebabkan oleh tingginya parameter tab. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi parameter tinggi tab maka semakin tinggi *coefficient lift* yang dihasilkan. Seperti hasil simulasi berikut tab 11 mm = 0,1699, tab 22 mm = 0,3388, tab 33 mm = 0,4621, tab 44 mm = 0,5396, dan tab 55 mm = 0,6298.



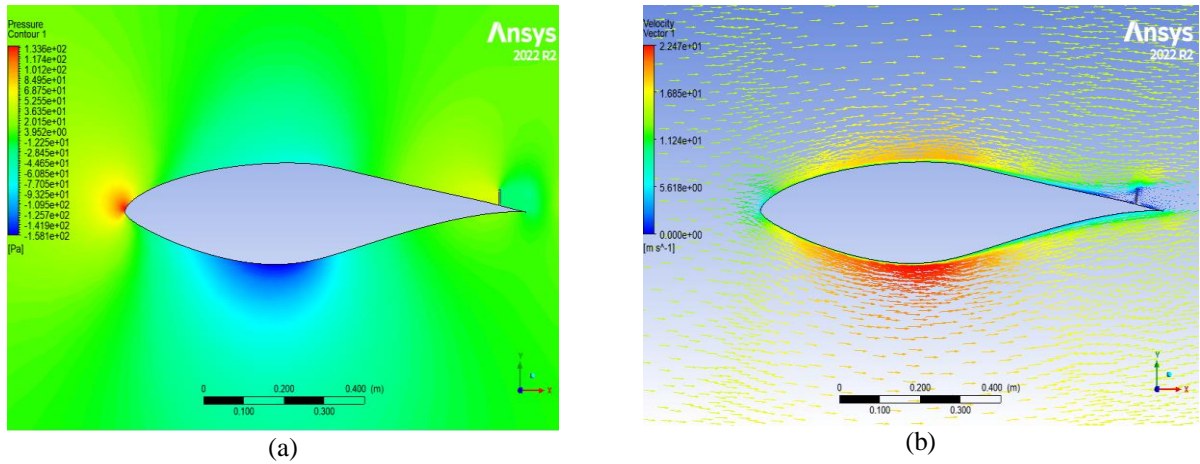
Gambar 18 kontur tekanan (a) dan vector kecepatan (b) pada AoA 0°, tinggi tab 1,1%C, dan letak tab 90%C

Berdasarkan gambar 18 dapat dilihat kontur tekanan (a) dan vector kecepatan (b) *airfoil* dengan tinggi tab 11 mm dan sudut serang 0°. Tekanan maksimum terjadi pada daerah *leading edge*, dimana tekanan pada permukaan atas lebih tinggi dibandingkan permukaan bawah *airfoil*. Sehingga membuat kecepatan pada permukaan bawah lebih tinggi dengan permukaan atas, dimana hal tersebut membuat nilai *drag* meningkat. Penambahan tab di *upper surface* mengakibatkan tingginya kecepatan aliran fluida dibawah permukaan *airfoil* dan menurunnya tekanan pada permukaan bawah *airfoil*, sehingga mengakibatkan meningkatnya nilai *coefficient drag* pada *airfoil* tersebut.



Gambar 19 kontur tekanan (a) dan vector kecepatan (b) pada AoA 0°, tinggi tab 2,2%C, dan letak tab 90%C

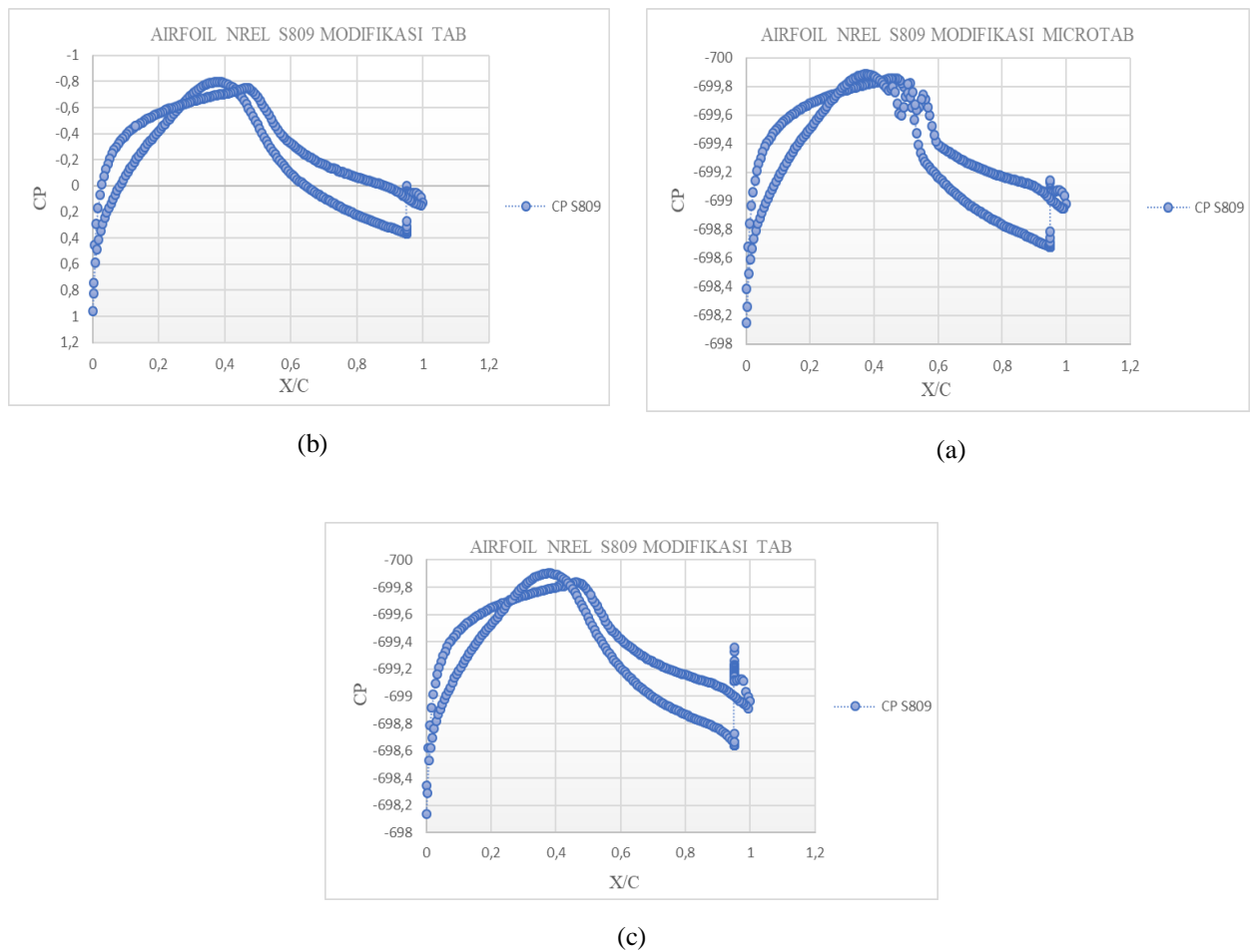
Berdasarkan gambar 19 dapat dilihat kontur tekanan (a) dan vector kecepatan (b) *airfoil* dengan tinggi tab 22 mm dan sudut serang 0°. Dimana sudah mulai terjadi peningkatan nilai kecepatan di *lower surface airfoil* dan tekanan meningkat di *upper surface* pada *airfoil* yang menyebabkan bertambahnya nilai *coefficient drag* pada *airfoil* tersebut



Gambar 20 kontur tekanan (a) dan vector kecepatan (b) pada AoA 0°, tinggi tab 3,3%C, dan letak tab 90%C

Pada gambar 20 dapat dilihat kontur tekanan (a) dan vector kecepatan (b) *airfoil* dengan tinggi tab 33 mm dan sudut serang 0°. Terlihat pada kontur tekanan dan vector kecepatan bahwa dimana nilai kecepatan dan tekanan semakin tinggi, yang menyebabkan meningkatnya *coefficient drag* dengan nilai sebesar 0,0223 jauh lebih besar dibandingkan tanpa tab. Hal ini menunjukkan sesuai dengan teori *microtab* bahwa dapat mengontrol *aerodynamic performance*

### 3.4 Analisa distribusi tekanan modifikasi tab pada berbagai model turbulen



Gambar 21 distribusi tekanan (a) model turbulensi  $k-\omega$  (b) model turbulensi SST (c) model turbulensi  $k-\epsilon$  pada *airfoil* modifikasi *microtab*

Pada gambar 21 dapat dilihat distribusi tekanan model turbulensi  $k-\omega$  (a) model turbulensi SST (b) model turbulensi  $k-\epsilon$  (c) *airfoil* pada tinggi tab 11 mm dengan sudut serang  $0^\circ$ . Dapat terlihat grafik yang dihasilkan oleh semua model turbulen, dimana grafik distribusi tekanan model  $k-\epsilon$  sedikit cenderung linear pada daerah titik 0,3 – 0,5 m permukaan bawah *airfoil*, dibandingkan dengan model turbulen yang lain sehingga menghasilkan nilai *coefficient lift* yang paling rendah dari pada model turbulen yang lain, karena nilai tekanan di sekitaran permukaan bawah *airfoil* sedikit rendah. Dimana dilihat seperti hasil simulasi berikut tab 11 mm model turbulen  $k-\omega$  = 0,1699, tab 11 mm model turbulen  $k-\epsilon$  = 0,1563, tab 11 mm model turbulen *shear stress transpot* (SST) = 0,2029.

#### 4. KESIMPULAN

1. Tinggi tab ternyata terbukti sangat berpengaruh terhadap *aerodynamic performance* ( $C_L$ ,  $C_D$ ,  $C_p$ , dan  $C_L/C_D$ ), dimana ketika tab ditempatkan pada *trailing edge lower surface* maka akan menyebabkan meningkatnya tekanan pada *lower surface* dan mengurangi tekanan pada *upper surface*, yang mengakibatkan nilai *coefficient lift* meningkat dan sebaliknya juga ketika tab ditempatkan pada *trailing edge upper surface* maka akan menyebabkan meningkatkannya nilai *coefficient drag*. Hal itu dapat dibuktikan pada penelitian ini yang dimana pada setiap tinggi tab *lower surface* (11 mm, 22 mm, 33 mm, 44 mm, dan 55 mm), mampu meningkatkan nilai *coefficient lift*. Hasil pada tab 11 mm 0,1699, tab 22 mm 0,3388, tab 33 mm 0,4621, tab 44 mm 0,5396, dan tab 55 mm 0,6298 dan dimana sebaliknya pada setiap tinggi tab *upper surface* (11 mm, 22 mm, 33 mm, 44 mm, dan 55 mm), mampu meningkatkan nilai *coefficient drag*, hasil pada tab 11 mm 0,0172, tab 22 mm 0,0187, tab 33 mm 0,0223, tab 44 mm 0,0261, dan tab 55 mm 0,0303.
2. Model turbulen juga sangat mempengaruhi *aerodynamic performance* ( $C_L$ ,  $C_D$ ,  $C_p$ , dan  $C_L/C_D$ ) dari sebuah *airfoil*. Hal ini dapat dibuktikan pada penelitian ini yang dimana model turbulensi  $k-\epsilon$ ,  $k-\omega$ , dan *shear stress transpot* (SST). Dimana nilai rata-rata *coefficient lift* tertinggi berada pada model turbulensi *shear stress transpot* (SST) yaitu 0,2029 dibandingkan hasil model turbulensi yang lain yaitu model turbulensi  $k-\epsilon$  0,1563 dan model turbulensi  $k-\omega$  0,1699. Jadi hal ini menunjukkan model *shear stress transpot* (SST) jauh optimal lebih baik dari model turbulensi  $k-\epsilon$ , dan model turbulensi  $k-\omega$  karena mampu menghasilkan nilai *coefficient lift* yang lebih tinggi dari pada model turbulen yang lain.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu baik berupa materi maupun pikiran sehingga penelitian dan paper ini dapat terselesaikan. Yang kedua penulis mengucapkan terimakasih kepada Jurusan Teknik Mesin Universitas Mataram atas fasilitas yang diberikan untuk digunakan sehingga penelitian dan paper ini dapat diselesaikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Wiratama I.K, Dkk, 2019, Analisis pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram.
- Ramdani M.A, 2019, Analisa aerodinamik *airfoil* modifikasi *microtab* pada pengaruh tinggi tab, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram.
- Hella D, 2022, *Producing Reliable Aerodynamic Lookup Tables for Microtabs Installed on Wind Turbine Blades Made of S800 Series Aerofoils*, Msc mechanical Engineering, Northumbria University.
- Jaber H, 2019, Analisa aerodinamik *airfoil* wortmann FX63-137 modifikasi *serrated* pada *microtabs* dengan simulasi CFD, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram.
- Raharjo P, 2010, Teori *airfoil*, <http://panggih15.wordpress.com/2010/01/30/teori-airfoil/>. (16 September 2021).
- Mariasa K.G, Suryawan A.A.A., Ghurri A., 2013, Karakteristik *airfoil* NACA “00XX” dengan variasi sudut serang, Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika, Vol.1 No.1, page.61-68.
- Gamis U.F, Dkk, 2017, *Microtab design and Implementation on a 5 MW Wind Turbine*, Electrical Engineering Department, University of the Basque Country.
- Fridayana E.N, Dkk, 2022, Studi model turbulensi pada *vertikal axis water turbine* (VAWT) menggunakan metode *computational fluid dynamics* CFD.
- Mustiadi 2021, Analisa aerodinamis *airfoil* dengan metode simulasi pada *airfoil* wortmann FX63-137. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Sinaga N, 2017. Analisis aliran pada rotor turbin angin sumbu horizontal menggunakan pendekatan komputasional. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

- Simanjuntak H.F. P., Manik P., & Santosa A. W. B., 2017. Analisa pengaruh panjang, letak dan geometri lunas bilga terhadap arah dan kecepatan aliran (Wake) pada kapal ikan tradisioal (Studi kasus kapal tipe kragan). *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(1).
- Nurchayadi T, dan Sudarja 2008, Pengaruh lokasi ketebalan maksimum *airfoil* Simetris terhadap koefisien angkat aerodinamisnya, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Torenbeek Egbert, 1976, *An introduction to the preliminary design of subsonic general aviation and transport aircraft, with emphasis on layout, aerodynamic design, propulsions and performance*, Nijgh-Wolters-Noordhoff Universitaire B.V, Rotterdam, Netherlands.
- Putra C.H, 2019, Analisis *airfoil* nrel series untuk sudu turbin angin skala kecil menggunakan ANSYS dan XFOIL, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Wilcox D.C, 2006, *Turbulence modeling for CFD*, edisi 3, DCW Industries, California.
- Nakafuji D.Y, 2015, *Computational investigation of finite width microtabs for aerodynamic load control*, department of mechanical and aeronautical Engineering University of California
- Nakafuji D.Y, 2015, *Active load control for airfoils using microtabs*, Department of Mechanical and Aeronautical Engineering University of California.