



ANALISIS AERODYNAMIC AIRFOIL S809 DENGAN MODIFIKASI FLAP PADA BERBAGAI PANJANG FLAP DAN SUDUT FLAPING DENGAN BERBAGAI TURBULENSI MODEL

Aerodynamic Analysis Of S809 Airfoil With Flap Modification At Various Flap Lengths And Flapping Angles With Various Turbulence Models

Handriawan*, I.K. Wiratama, I GNK Yudhayadi

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jl. Majapahit no. 62, Mataram, NTB, 83125, Indonesia. HP. 081337653695

*E-mail: hendrypringasela@gmail.com

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article

History:

Received

Accepted

Available

online

Keywords:

Airfoil, Flap, Aerodynamic performance, and turbulent model.



Several ways can be done to improve the aerodynamic performance of an airfoil, one of which is by adding a cross section behind the airfoil called a flap. Where the flap serves to control aerodynamic performance. The flap used in this study is a flap type. The addition of flaps to an airfoil will certainly create a gap between the airfoil body and the flap, which will certainly affect aerodynamic performance. Therefore, it is necessary to know the effect of flap length and flapping angle on aerodynamic performance on modified airfoils with various turbulence modes. The method used in this research is Computational Fluid Dynamic simulation with Ansys Student 2022 R2 software. The object of this research is to analyze the effect of flap length and gap width on various variations of turbulent models. aerodynamic performance on modified NREL S809 airfoil using ANSYS software. The study was conducted with flap lengths of 15%C, 25%C, 35%C with a gap width of 3 mm, flap deflection of -5°, 5°, 10°, and 15° at an angle of attack of 13°. with a variety of turbulence models. The results showed that the flap length, gap width, and 3 turbulent models affect the aerodynamic performance of NREL S809 airfoil. at each flap deflection -5°, 5°, 10°, and 15°. 15%C, 25%C, 35%C flap length with 3 mm gap width, AoA13°. Always have the highest lift value and drag value at 35% flap length and $\delta = 15^\circ$ in each turbulent model. with lift value = 1.7634 in spalart-allamara model, 1.4706 in Transition shear stress transport (SST k- ω) turbulent model, 1.4699 in k- ϵ turbulent model.

1. PENDAHULUAN

Turbin angin adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai pembangkit listrik dengan memanfaatkan energi angin. Pada turbin angin terdapat beberapa komponen penting salah satunya adalah bilah. Bilah merupakan komponen pertama yang berinteraksi dengan angin sebelum dikonversi menjadi energi mekanik yang kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator. Bilah dirancang sedemikian 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/sudu turbin angin tersusun dari airfoil, dimana airfoil salah satu bagian untuk meningkatkan kemampuan kinerja turbin angin.

Flap merupakan salah satu struktur atau pemodifikasian terhadap airfoil yang digunakan untuk mengontrol lift (adnan,2017). Flap berfungsi untuk mengontrol aerodynamic performance. Pengaruh flaping pada turbin angin dapat menambahkan kecepatan blade turbin untuk berputar pada kecepatan angin rendah dan dapat memberikan gaya hambat pada blade turbin ketika kecepatan angin besar. (Ahmad, 2018) Tinggi rendahnya nilai rasio gaya angkat dan gaya hambat (C_L/C_D) pada turbin angin akan berdampak pada aerodynamic performance nya, Aerodynamic performance merupakan ukuran yang menilai desain dari suatu airfoil untuk dapat menghasilkan gaya aerodinamis dengan parameter turbin angin yang efisien

Adnan (2021) melakukan penelitian untuk menganalisis pengaruh dari panjang flap dan lebar gap terhadap aerodynamic performance pada modifikasi airfoil S809 menggunakan ANSYS, lebar gap antara badan airfoil dan flap ternyata terbukti berpengaruh terhadap aerodynamic performance (C_L , C_D , C_P dan C_L/C_D) dimana gap tersebut menghubungkan upper surface dan lower surface.

Dari penjelasan diatas penulis akan menganalisa aerodinamic airfoil S809 dengan modifikasi flap pada berbagai lebar gap dan sudut plating dengan berbagai turbulensi model dengan memvariasikan penambahan plating pada sudut flap-5°, 5°, 10°, dan 15°, sudut serang 13°, lebar gap 3mm, dan variasi panjang flap adalah 15%C, 25%C dan 35%C pada turbulensi model spalart-allamaras, model shear stress transpot (SST) k-w, k-epsilon dan chord digunakan autodesk CFD menggunakan ANSYS 2022 R2.

2. METODE PENELITIAN

Metode merupakan suatu cara dalam melakukan suatu penelitian secara terprosedur untuk mendapatkan hasil penelitian dengan benar. Adapun metode penelitian yang dipakai oleh penulis yaitu metode literatur dan metode simulasi.

2.1 Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang akan diteliti dan diukur untuk mengetahui adanya pengaruh dari variabel bebas. Pada penelitian ini yang menjadi variabel terikat yaitu:

1. Pemilihan desain *airfoil*, *Airfoil* yang akan digunakan adalah *airfoil* NREL S809 2-D dengan modifikasi *flap*. Yang terdiri dari 3 bagian yaitu *main wing*, *gap*, dan *flap*.
2. Koefisien lift (C_L)
3. Koefisien drag (C_D)
4. Koefisien pressure (C_P)
5. Rasio gaya lift degan gaya drag (C_L/C_D)

2.2. Variabel Bebas

Variable bebas merupakan variabel yang akan mempengaruhi variabel yang akan diteliti dan diukur. Pada penelitian ini yang menjadi variabel bebas yaitu:

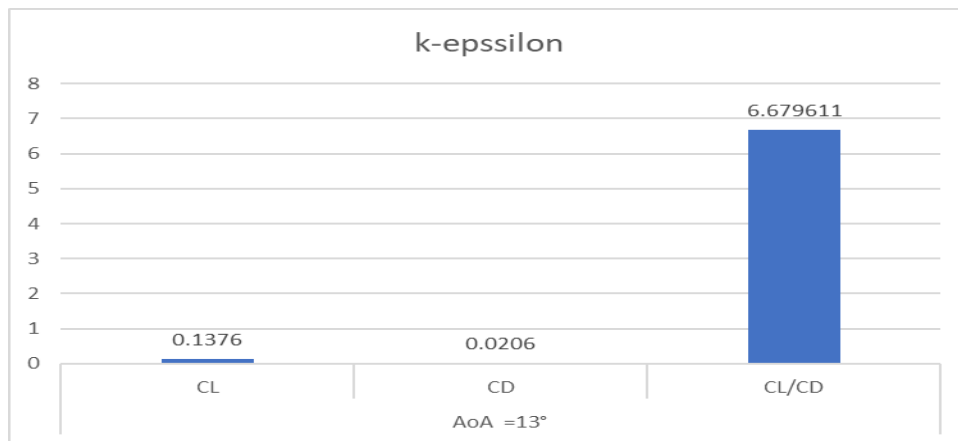
1. Sudut defleksi flap (δ) dari -5°, 5°,10° dan 15°
2. sudut serang 13°
3. Variasi lebar gap adalah 3 mm.
4. Variasi panjang flap adalah 15%C, 25%C dan 35%C.
5. Turbulensi model spalart-allamaras, model shear stress transpot (SST) k-w, k-epsilon

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

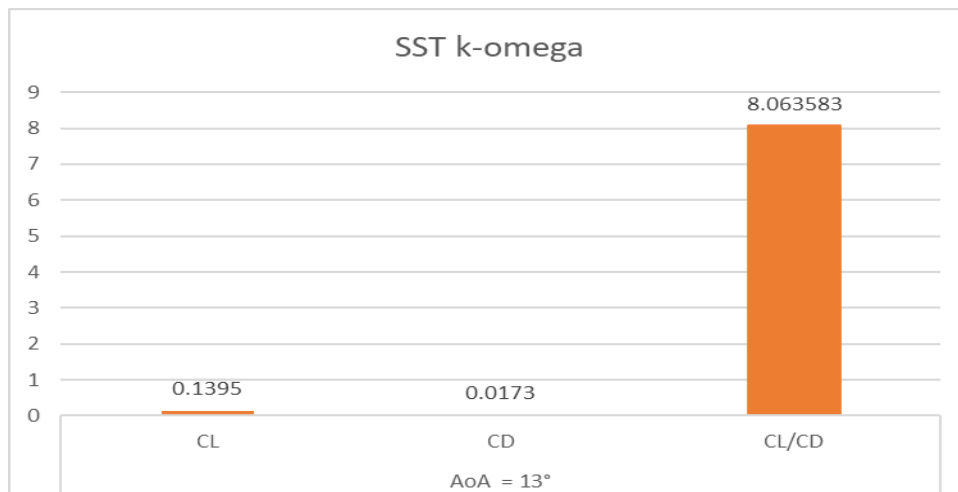
Dari penelitian ini didapatkan data hasil berbentuk angka, grafik maupun gambar yang didapatkan dari metode *fluent* (CFD) menggunakan ansys student 2022 R2 yaitu gaya lift, gaya drag, koefisien lift (C_L), koefisien drag (C_D), dan nilai koefisien lift/ koefisien drag (C_L/C_D) yang memvariasikan penambahan plating pada sudut flap-5°, 5°, 10°, dan 15°, sudut serang 13°, lebar gap 3mm, dan variasi panjang flap adalah 15%C, 25%C dan 35%C pada turbulensi model spalart-allamaras, model shear stress transpot (SST) k-w, k-epsilon

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 13° dengan kecepatan fluida 15,7 m/s.

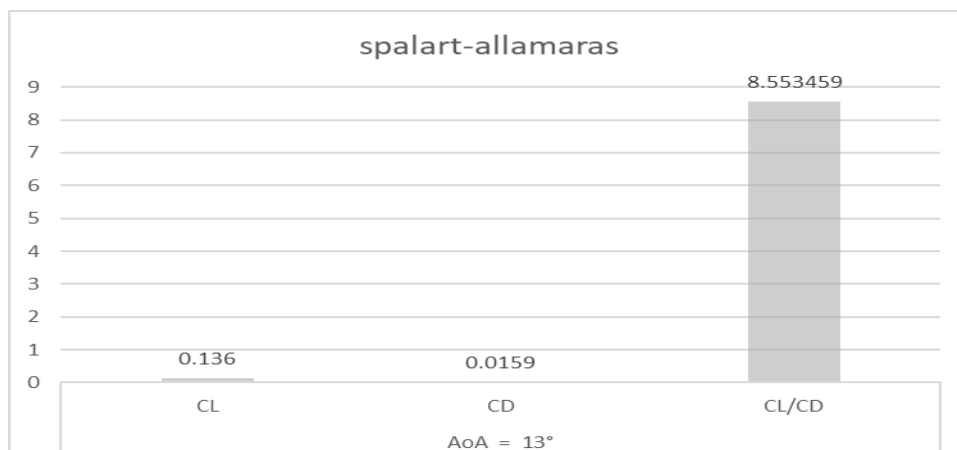
3.1. Koefisien lift dan drag tanpa modifikasi berbagai model turbulen



Gambar3. 1. tanpa modifikasi pada turbulensi model *k-epsilon*



Gambar 3. 2. tanpa modifikasi pada turbulensi model *Transition shear stress transpot (SST k-omega)*

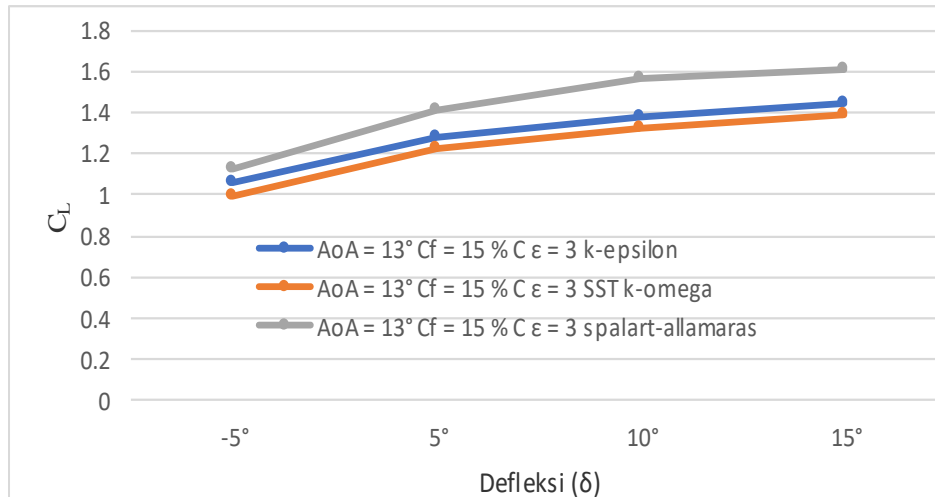


Gambar 3. 3. tanpa modifikasi pada turbulensi model *spalart-allamaras*)

Berdasarkan gambar 3.1,3.2, dan 3.3. Nilai *coefficient lift* (C_L) *airfoil* standard *NREL S809* dengan berbagai variasi *model turbulen*. Didapatkan dari grafik tersebut menunjukkan bahwa bahwa nilai *coefficient lift* tertinggi terdapat pada simulasi *model turbulen Transition shear stress transpot (SST k-omega)* dengan sudut serang 13° sebesar 0.1395. dan nilai *coefficient lift* (C_L) terendah pada *model turbulen spalart-allamaras* dengan sudut serang 13° sebesar 0.1360. Nilai *coefficient drag* (C_D) tertinggi pada *model turbulen k-ε* pada sudut serang 13°sebesar 0.0206. dan nilai *coefficient drag* (C_D) terendah pada *model turbulen spalart-allamaras* pada sudut serang 13° sebesar 0.0159. Nilai *coefficient lift/coefficient drag* (C_L/C_D) tertinggi pada simulasi *model turbulen spalart-allamaras* pada sudut serang 13° sebesar 8.553459.dan nilai (C_L/C_D) terendah pada sebesar 6.679611.

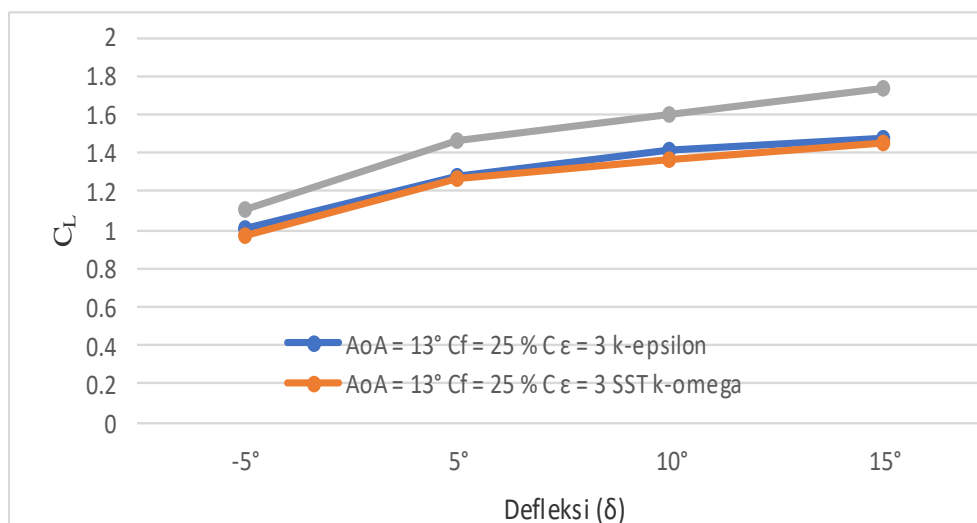
Pada masing-masing *model turbulen* yang digunakan untuk melihat bagaimana pengaruh *aerodynamic performance* pada *airfoil* NREL S809 perlu adanya perbandingan supaya bisa untuk menarik kesimpulan dengan data *airfoil* yang telah di modifikasi dengan penambahan panjang *flap* 15%C, 25%C dan 35%C dengan lebar *gap* 3 mm, dengan memvariasikan sudut *defleksi flap* -5°, 5°, 10° dan 15° pada AoA = 13°.

3.2 Perbandingan aerodynamic performance coeficinet lift (C_L) airfoil NREL S809 pada tiap-tiap model turbulen



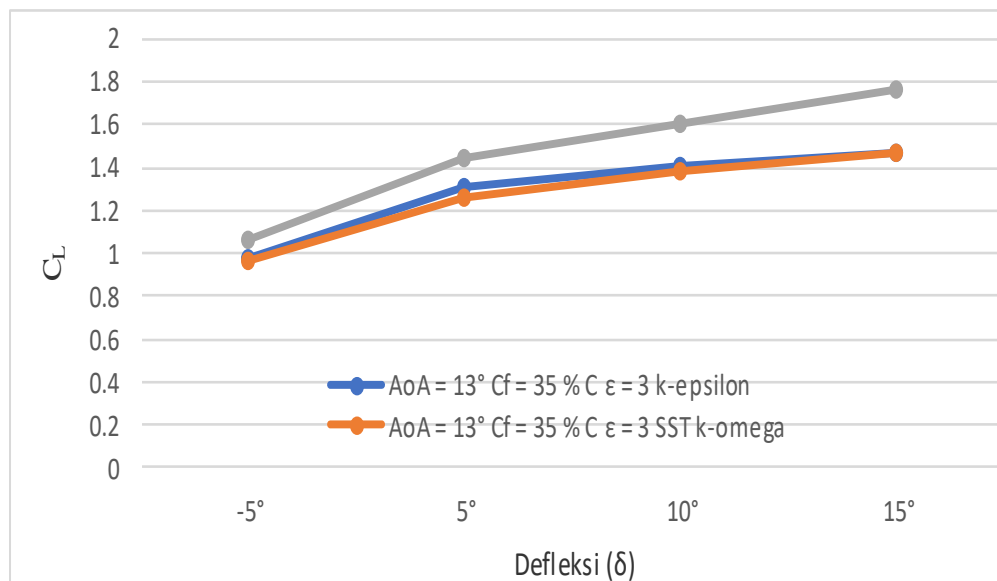
Gambar 3.4. Perbandingan C_L modifikasi *airfoil* NREL S809 terhadap tiap-tiap *model turbulen* pada $AoA = 13^\circ$ $C_f = 15\%$ $\epsilon = 3$ mm.

Dari gambar 3.4. Penambahan *flap* terhadap suatu *airfoil* pada *model turbulen* $k-\epsilon$ terbukti dapat meningkatkan nilai *coefficient lift* maka akan berpengaruh juga pada terhadap peningkatan *coefficient drag*. hal ini disebabkan karena penambahan *flap* akan membuat celah (*gap*) antara badan *airfoil* dengan *flap*. Gambar 3.4 dapat dilihat grafik dari perbandingan *koeficient lift* (C_L) dengan tiap-tiap *model turbulen* yang berbeda. Hasil yang dapat dilihat bahwa *coefficient lift* yang terjadi pada ketiga *airfoil* NREL S809 pada tiap-tiap *model turbulen* menghasilkan nilai *coefficient lift* yang berbeda seiring dengan bertambahnya sudut *defleksi*. Terjadinya kenaikan nilai *coefficient lift* menegaskan bahwa aliran udara yang melewati *airfoil* dengan penambahan *flap* dan *gap* terhadap perbedaan *model turbulen* memberikan pengaruh terhadap nilai *coefficient lift* yang dihasilkan. Untuk *airfoil* NREL S809 pada $AoA = 13^\circ$ $C_f = 15\%$ $\epsilon = 3$ mm nilai *coefficient* tertinggi terjadi pada *model turbulen* *spalart-allamaras* pada sudut *defleksi* 15° dengan nilai (C_L)=1.6120 pada bilangan *Reynolds Number* 1×10^6 . kemudian (C_L) terendah terendah terjadi pada *airfoil* NREL S809 $AoA = 13^\circ$ $C_f = 15\%$ $\epsilon = 3$ mm *model turbulen* *sst k-omega* pada sudut *defleksi flap* -5° dengan nilai (C_L) = 0.9896 pada bilangan *reynolds number* 1×10^6 . Dapat dilihat pada gambar 4.31 nilai *coefficient lift* yang lebih tinggi terjadi pada *model turbulen* *spalart-allamaras* dibandingkan pada *model turbulen* $k-\epsilon$, dan *sst k-omega*. Dapat disimpulkan dari hasil tersebut bahwa perubahan sudut *defleksi flap* dan pemilihan pada *model turbulen* memberikan pengaruh terhadap perubahan *coefficient lift* (C_L) dari sebuah *airfoil*.



Gambar 3.5. Perbandingan C_L modifikasi *airfoil* NREL S809 terhadap tiap-tiap *model turbulen* pada $AoA = 13^\circ$ $C_f = 25\%$ $\epsilon = 3$ mm.

Dari gambar 3.5. Penambahan *flap* terhadap suatu *airfoil* pada ketiga *model turbulen* terbukti dapat meningkatkan nilai *coefficient lift* maka akan berpengaruh juga pada terhadap peningkatan *coefficient drag*. Hal ini disebabkan karna penambahan *flap* akan membuat celah (*gap*) antara badan *airfoil* dengan *flap*. dan pada tiap-tiap *model turbulen* menghasilkan nilai *coefficient lift* yang berbeda seiring dengan bertambahnya sudut *defleksi*. Terjadinya kenaikan nilai *coefficient lift* menegaskan bahwa aliran udara yang melewati *airfoil* dengan penambahan *flap* dan *gap* terhadap perbedaan *model turbulen* memberikan pengaruh terhadap nilai *coefficient lift* yang dihasilkan. Nilai *coefficient* tertinggi terjadi pada model turbulen *spalart-allamaras* pada sudut defleksi 15° dengan nilai $(C_L) = 1.7354$. Kemudian (C_L) terendah terendah terjadi pada *model turbulen sst k-omega* pada sudut *defleksi flap* -5° dengan nilai $(C_L) = 0.9731$. Dapat dilihat pada gambar 4.32 nilai *coefficient lift* yang lebih tinggi terjadi pada *model turbulen spalart-allamaras* dibandingkan pada *model turbulen k-epsilon*, dan *sst k-omega*. Dapat disimpulkan dari hasil tersebut bahwa perubahan sudut *defleksi flap*, *panjang plaf* dan pemilihan pada *model turbulen* memberikan pengaruh terhadap perubahan *coefficient lift* (C_L) dari sebuah *airfoil*.

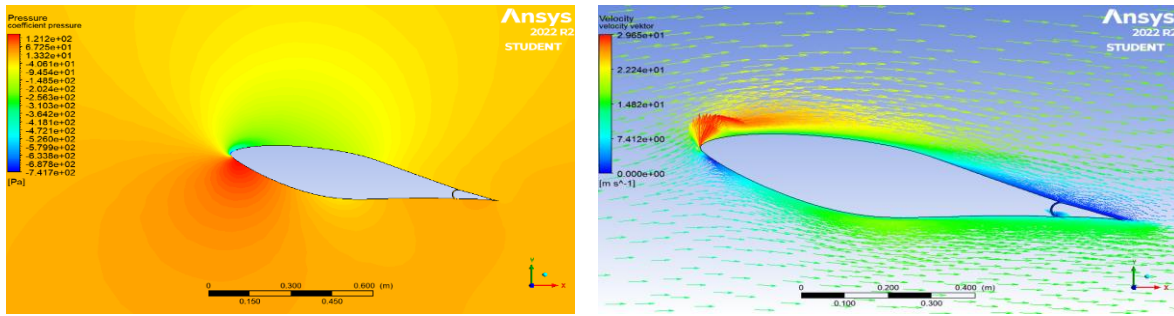


Gambar 3.6. Perbandingan C_L modifikasi *airfoil NREL S809* terhadap tiap-tiap *model turbulen* pada $AoA = 13^\circ$ $C_F = 35\%$ $C_\epsilon = 3$ mm.

Dari gambar 3.6. Penambahan *flap* terhadap suatu *airfoil* pada ketiga *model turbulen* terbukti dapat meningkatkan nilai *coefficient lift* maka akan berpengaruh juga pada terhadap peningkatan *coefficient drag*. Hal ini disebabkan karna penambahan *flap* akan membuat celah (*gap*) antara badan *airfoil* dengan *flap*. dan pada tiap-tiap *model turbulen* menghasilkan nilai *coefficient lift* yang berbeda seiring dengan bertambahnya sudut *defleksi*. Terjadinya kenaikan nilai *coefficient lift* menegaskan bahwa aliran udara yang melewati *airfoil* dengan penambahan *flap* dan *gap* terhadap perbedaan *model turbulen* memberikan pengaruh terhadap nilai *coefficient lift* yang dihasilkan. Gambar 4.33 ketiga *model turbulen* dengan $C_F = 35\%$ tampaknya penambahan *flap* pada *airfoil* memiliki nilai hampir sama namun pada gambar ini, Nilai *coefficient* tertinggi terjadi pada *model turbulen spalart-allamaras* pada sudut *defleksi* 15° dengan nilai $(C_L) = 1.7634$. kemudian (C_L) terendah terendah terjadi pada *model turbulen sst k-omega* pada sudut *defleksi flap* -5° dengan nilai $(C_L) = 0.9639$. Dapat dilihat pada gambar 4.33 nilai *coefficient lift* yang lebih tinggi terjadi pada *model turbulen spalart-allamaras* dibandingkan pada *model turbulen k-epsilon*, dan *sst k-omega*. Dapat disimpulkan dari hasil tersebut bahwa perubahan sudut *defleksi flap*, *panjang plaf* dan pemilihan pada *model turbulen* memberikan pengaruh terhadap perubahan *coefficient lift* (C_L) dari sebuah *airfoil*.

3.3 Karakteristik aerodinamika sudut defleksi flap negative

3.3.1 Kontur tekanan dan vektor kecepatan model turbulen k-ε



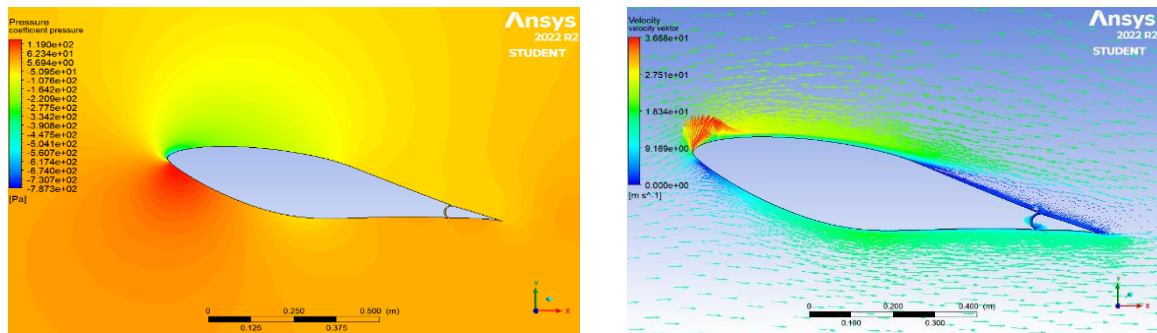
(a)

(b)

Gambar 3.7. Kontur tekanan (a) dan vektor kecepatan (b) pada AoA 13°, defleksi flap -5°, panjang flap 15%C dan lebar gap 3 mm, model turbulen k-ε.

Pada gambar 3.7 dapat dilihat kontur tekanan (a) dan vektor kecepatan (b) airfoil dengan lebar 3 mm, dan panjang flap 15%C sudut serang 13° pada model k-ε tekanan maximum terjadi pada daerah leading edge. Tekanan pada permukaan atas lebih tinggi sebesar 1.212 (Pa) dibandingkan dengan permukaan bawah airfoil sebesar -7.417e (Pa). Sehingga membuat kecepatan pada permukaan bawah airfoil lebih tinggi sebesar 2.965 m/s dibandingkan permukaan atas airfoil. Hal tersebut membuat nilai drag meningkat.

3.3.2 Kontur tekanan dan vektor kecepatan model Transition Shear Stress Transpot (SST k-ω)



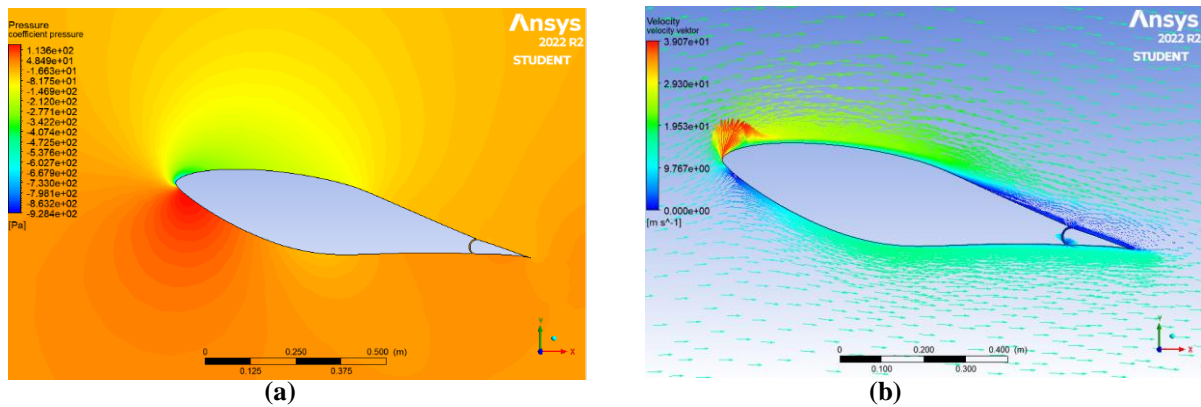
(a)

(b)

Gambar 3.8. Kontur tekanan (a) dan vektor kecepatan (b) pada AoA 13°, defleksi flap -5°, panjang flap 15%C dan lebar gap 3 mm, model turbulen Shear Stress Transpot (SST k-ω).

Pada gambar 3.8. Dapat dilihat kontur tekanan (a) dan vektor kecepatan (b) airfoil dengan lebar 3 mm, dan panjang flap 15%C sudut serang 13° pada model Shear Stress Transpot (SST k-ω). Tekanan maximum terjadi pada daerah leading edge. Tekanan pada permukaan atas lebih tinggi sebesar 1.190 (Pa) dibandingkan dengan permukaan bawah airfoil sebesar -7.873 (Pa). sehingga membuat kecepatan pada permukaan bawah airfoil lebih tinggi sebesar 3.668 m/s dibandingkan permukaan atas airfoil.

3.3.3 Kontur tekanan dan vektor kecepatan turbulensi model spalart-allamaras

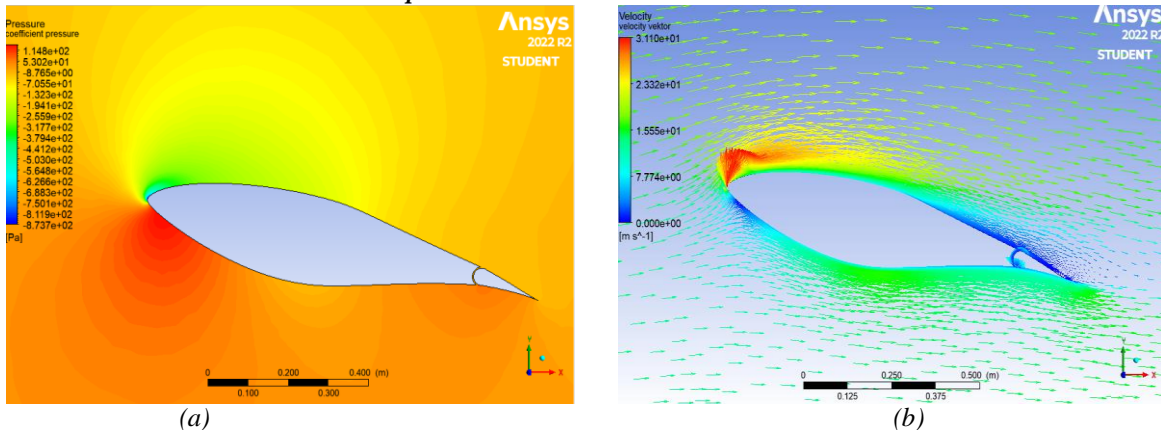


Gambar 3.9. Kontur tekanan (a) dan vektor kecepatan (b) pada AoA 13° , defleksi flap -5° , panjang flap 15%C dan lebar gap 3 mm, model turbulen spalart-allamaras.

Pada gambar 3.9. Dapat dilihat kontur tekanan (a) dan vektor kecepatan (b) airfoil dengan lebar 3 mm, dan panjang flap 15%C sudut serang 13° pada model spalart-allamaras. Tekanan maximum terjadi pada daerah leading edge. Tekanan pada permukaan atas lebih tinggi sebesar 1.136 (Pa) dibandingkan dengan permukaan bawah airfoil sebesar -9.284 (Pa). sehingga membuat kecepatan pada permukaan bawah airfoil lebih tinggi sebesar 3.907 m/s dibandingkan permukaan atas airfoil.

3.4. Karakteristik aerodinamika sudut defleksi flap positif

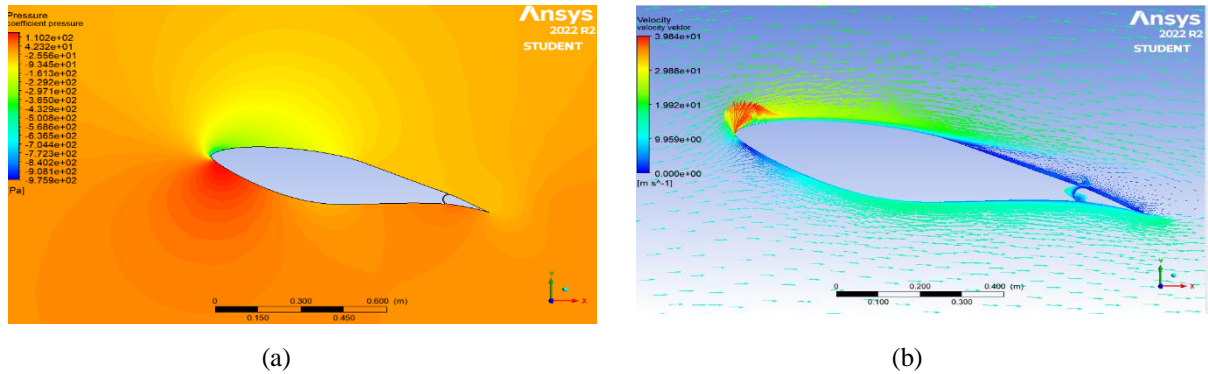
3.4.1 Kontur tekanan dan vektor kecepatan model turbulen k-ε



Gambar 3.10.. Kontur tekanan (a) dan vektor kecepatan (b) pada AoA 13° , defleksi flap 5° , panjang flap 15%C dan lebar gap 3 mm, model turbulen k-ε.

Pada gambar 3.10. Dapat dilihat kontur tekanan (a) dan kecepatan (b) airfoil dengan lebar gap 3 mm dan panjang flap 15%C sudut serang 13. Tekanan maksimum terjadi pada daerah leading edge. Tekanan pada permukaan bawah lebih tinggi sebesar 1.148 (Pa) di bandingkan dengan permukaan atas sebesar -8737 (Pa) sehingga membuat kecepatan pada permukaan atas airfoil lebih tinggi sebesar 3.110 m/s dibandingkan permukaan bawah airfoil. Sehingga meningkatkan nilai (C_L) pada airfoil.

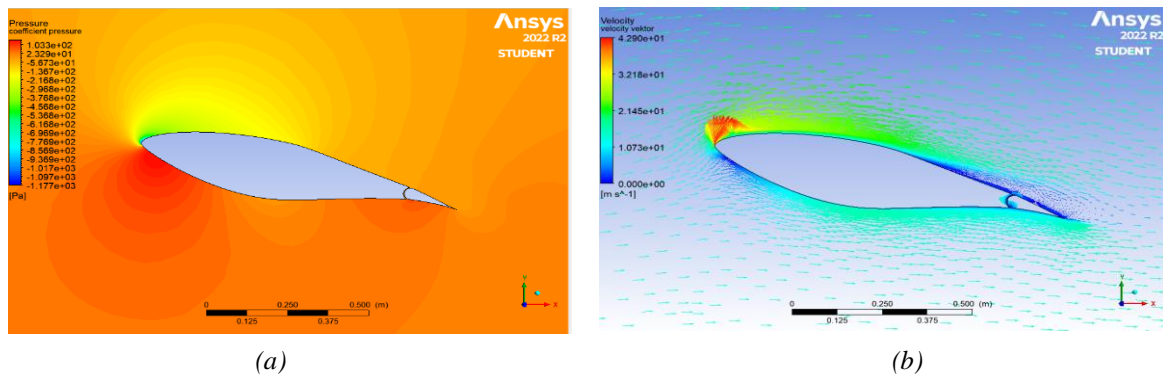
3.4.2 Kontur tekanan dan vektor kecepatan model turbulen Shear Stress Transpot (SST k- ω)



Gambar 3.11 Kontur tekanan (a) dan vektor kecepatan (b) pada AoA 13°, defleksi flap 5°, panjang flap 15%C dan lebar gap 3 mm, model turbulen Shear Stress Transpot (SST k- ω).

Pada gambar 3.11. Dapat dilihat kontur tekanan (a) dan kecepatan (b) airfoil dengan lebar gap 3 mm dan panjang flap 15%C sudut serang 13. Tekanan maksimum terjadi pada daerah leading edge. Tekanan pada permukaan bawah lebih tinggi sebesar 1.102 (Pa) di bandingkan dengan permukaan atas sebesar -9.759 (Pa) sehingga membuat kecepatan pada permukaan atas airfoil lebih tinggi sebesar 3.984 m/s dibandingkan permukaan bawah airfoil. Sehingga meningkatkan nilai (C_L) pada airfoil.

3.4.3. Kontur tekanan dan vektor kecepatan model turbulen spalart-allamaras

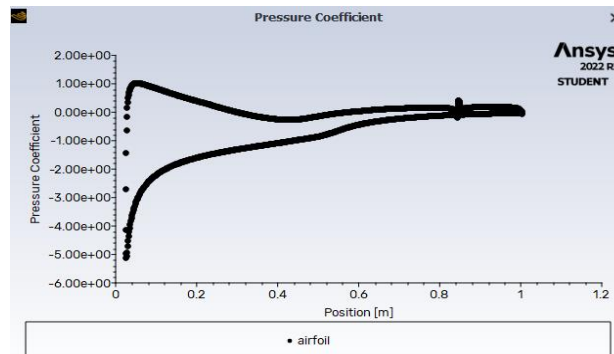


Gambar 3.12.. Kontur tekanan (a) dan vektor kecepatan (b) pada AoA 13°, defleksi flap 5°, panjang flap 15%C dan lebar gap 3 mm, model turbulen spalart-allamaras.

Pada gambar 3.12. dapat dilihat kontur tekanan (a) dan kecepatan (b) airfoil dengan lebar gap 3 mm dan panjang flap 15%C sudut serang 13. Tekanan maksimum terjadi pada daerah leading edge. Tekanan pada permukaan bawah lebih tinggi sebesar 1.003 (Pa) di bandingkan dengan permukaan atas sebesar -1.117 (Pa) sehingga membuat kecepatan pada permukaan atas airfoil lebih tinggi sebesar 4.290 m/s dibandingkan permukaan bawah airfoil. Sehingga meningkatkan nilai (C_L) pada airfoil.

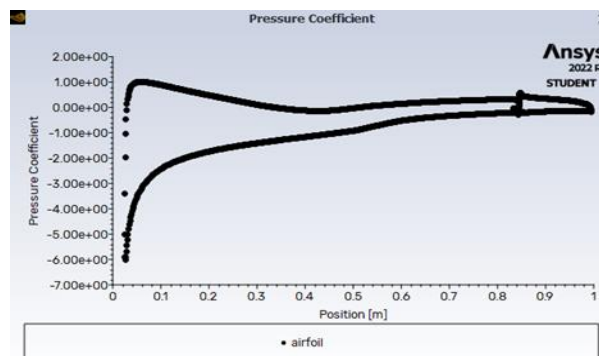
3.5 Analisa Distribusi Tekanan

Fenomena yang terjadi pada grafik C_p terhadap C ini akan diwakilkan oleh airfoil NREL S809 pada model turbulen k- ϵ modifikasi dengan panjang flap 15% C , lebar gap 3 mm, dengan defleksi flap $-5^\circ, 5^\circ, 10^\circ$, dan 15° pada sudut serang 13° , dengn kecepatan angin 15.69728 m/s



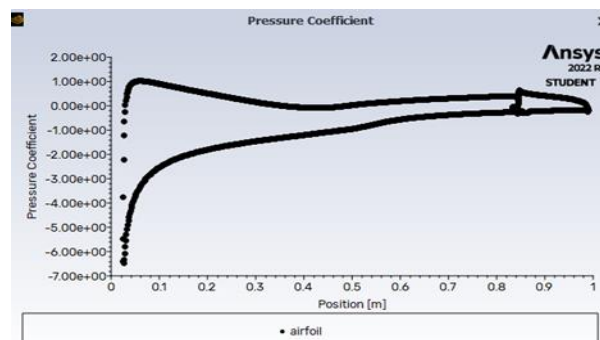
Gambar 3.13. Distribusi tekanan pada model turbulen k- ϵ AoA 13° , defleksi flap -5° , panjang flap 15% C dan lebar gap 3 mm.

Hasil pada gambar 3.13. Mempresentasikan hasil analisa perhitungan karakteristik aerodinamika yang berupa coefficient pressure C_p . Dengan C_p yang dipengaruhi oleh bentuk geometris dari airfoil S809. Pada gambar tersebut terdapat titik stagnasi didaerah leading edge. Titik stagnasi merupakan suatu titik dengan kondisi dimana kecepatan lokal terendah V_i dan nilai coefficient pressure C_p yang paling tinggi.



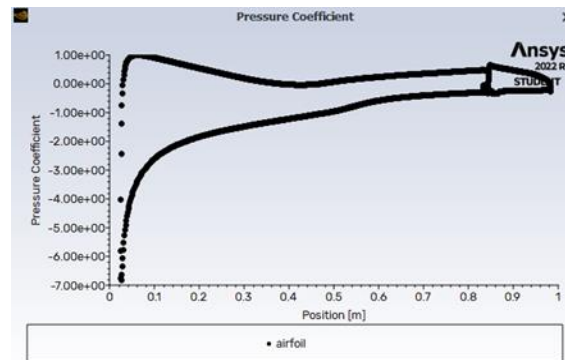
Gambar 3.14. Distribusi tekanan pada model turbulen k- ϵ AoA 13° , defleksi flap 5° , panjang flap 15% C dan lebar gap 3 mm.

Pada gambar 3.14. Sudah mulai terjadinya ekspansi disekitar daerah leading edge. Posisi titik ekspansi ini berada pada titik dengan nilai ketebalan airfoil yang maksimum, disertai karakteristik kecepatan local V_i tertinggi dan nilai coefficient pressure (C_p) terendah.



Gambar 3.15. Distribusi tekanan pada model turbulen k- ϵ defleksi flap 10° , panjang flap 15% C dan lebar gap 3 mm pada AoA 13° .

Pada gambar 3.15. Posisi ini terjadi fenomena pemulihan tekanan coefficient pressure (C_p). Fenomena ini terjadi setelah aliran udara melewati dimana bagian airfoil yang mempunyai profil ketebalan maksimum pada airfoil. Pada daerah 0.4 - 0.6 perubahan geometris baik untuk profil airfoil maupun profil grafiknya cenderung mendekati linier. Sehingga bisa menyebabkan rendahnya nilai lift dari suatu body airfoil.



Gambar 3.16 Distribusi tekanan pada model turbulen k-ε AoA 13°, defleksi flap 5°, panjang flap 15%C dan lebar gap 3 mm

Pada gambar 3.16. Terlihat bahwa adanya pemulihan tekanan yang diwakili oleh nilai coefficient lift (C_p) pada daerah trailing edge. Hal ini menunjukkan adanya kondisi aliran udara meninggalkan trailing edge dari airfoil secara smooth. Fenomena pemulihan tekanan ini ditandai dengan adanya kesamaan nilai coefficient tekanan C_p pada posisi x/c yang sama untuk bagian atas dan bagian bawah dari trailing edge.

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisa dari hasil penelitian yang telah dibahas sebelumnya, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Panjang dari sebuah flap yang berbeda akan menentukan aerodynamic performance (C_L , C_D , C_p , dan (C_L/C_D)) dari sebuah airfoil. Nilai coefficient lift (C_L) tertinggi berada pada panjang flap 35%C, defleksi flap 15° pada model turbulen spalart-allamaras yaitu 1.76344. Dari penelitian ini didapatkan bahwa rasio C_L/C_D terbaik berada pada panjang flap 15%C pada model turbulen k-epsilon meskipun pada beberapa defleksi flap tidak menghasilkan nilai coefficient lift (C_L) terbaik. Pada defleksi flap (5,10, dan 15,.) panjang flap 20%C memiliki nilai rasio C_L/C_D terbaik. Pada defleksi flap 5 yaitu 15.05882, defleksi 10 yaitu 14.02953, dan defleksi 15 yaitu 13.16575. Sedangkan pada defleksi flap -5 panjang flap 15%C memiliki nilai rasio C_L/C_D paling optimal dalam meningkatkan nilai drag.
2. Berbagai macam model turbulen berbeda yang dipilih akan menentukan aerodynamic performance C_L , C_D , C_p , dan (C_L/C_D) , dari sebuah airfoil. Hal ini dapat dibuktikan pada penelitian ini. Nilai C_L , C_D , C_L/C_D , optimal dari tiap-tiap model turbulen berada pada model turbulen spalart-allamaras pada panjang flap 35%C, sudut defleksi flap 15° yaitu $C_L = 1.76344$, $C_D = 0,15263$ dan (C_L/C_D) pada defleksi -5° = 34,34516 pada model turbulen k-epsilon, panjang flap 35%C. Nilai C_L/C_D terbaik didapatkan pada panjang flap 35%C, defleksi flap -5° pada tiap-tiap model turbulen. Yaitu pada model turbulen spalart-allamaras 34.34516, model turbulen Transition shear stress transpot (SST k-ω) = 25.70564 dan model turbulen k-epsilon = 17.82664.

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

- Adenan, M., 2017, Analisis Airfoil Naca 0015 Sebagai Horizontal Stabilizar Dengan Variasi Jarak Gab Berbasis Computational Fluid Dynamics. Jurusan Teknik Fisika Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi. 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.
- Adnan, M, A., 2021, Analisis pengaruh lebar gab dan Panjang flap terhadap aerodynamic performance pada modifikasi Airfoil NRELL S809 menggunakan, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Raharjo P, 2010, Teori airfoil, <http://panggi15.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, Californ