

PENGARUH DESAIN GEOMETRI SAYAP TERHADAP GAYA ANGKAT PESAWAT CESSNA 172S DENGAN PENGGUNAAN COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)
THE INFLUENCE OF WING GEOMETRY DESIGN TO CESSNA 172S AIRCRAFT USING COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)

Andhika Bagaspati¹⁾, Nely Ana Mufarida²⁾, Asroful Abidin³⁾.

¹⁾Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

²⁾Pembimbing Skripsi 1 Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

³⁾Pembimbing Skripsi 2 Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

*E-mail : bagaspatiandhika@gmail.com¹⁾, nelyana@unmuhjember.ac.id²⁾, asroful07@gmail.com³⁾

ABSTRAK

Simulasi CFD tiga dimensi dilakukan untuk menyelidiki kinerja pesawat Cessna-172S dengan desain sayap yang berbeda. Untuk ini desain dengan sayap generator vortex dan winglets. Sudut Serangan bervariasi dalam analisis dari 0° hingga 22°. Validasi hasil CFD dilakukan dengan model sayap yang ada. Kekuatan angkat yang diprediksi oleh analisis CFD dibandingkan dengan nilai analitis. Tekanan dan kecepatan berkontur bersama dengan *lift* yang dihasilkan oleh masing-masing desain sayap dibahas. Dalam semua desain sayap dipelajari dengan 0° *angle of attack*, sayap dengan desain *winglet* menghasilkan daya angkat maksimal. Sayap dengan desain *generator vortex* menghasilkan lebih banyak daya angkat pada sudut serangan yang lebih tinggi.

Kata kunci: Pesawat Cessna-172S, CFD, Gaya angkat, *Vortex generator*, *winglets*, *trailing edge*.

ABSTRACT

Three dimensional CFD simulations are carried out for investigating the Cessna-172 aircraft performance with different wing designs. For this the design wing with vortex generator and winglet. The angle of attack is varied in the analysis from 0° to 22°. Validation of CFD results is done with the existing wing model. The lift force predicted by the CFD analysis is compared with that of the analytical value. The detailed results of different wing designs are brought out. The pressure and velocity contours along with the lift generated by the each wing designs are discussed. In all the wing design studied with 0° angle of attack, the wing with winglet design produce the maximum lift.

Keywords: Cessna-172S Aircraft, CFD, Lift force, *Vortex generator*, *winglets*, *trailing edge*.

PENDAHULUAN

Konsep utama yang mengatur kemampuan pesawat terbang untuk dapat terbang adalah faktor pengangkatan yang sebagian besar dihasilkan oleh sayap. Aliran udara pada airfoil sayap pesawat terbang menyebabkan pusaran (*vortex*) disetiap ujung sayap (*wingtip*). Pusaran udara tersebut menambah gaya hambat dan mengurangi gaya angkat (*lift*) yang dihasilkan. Performa aerodinamika pesawat akan berkurang ketika nilai gaya hambat tinggi [1]. Pesawat terbang dengan gaya hambat (*drag*) yang relatif berkurang hanya membutuhkan lebih sedikit daya dan bahan bakar untuk terbang dengan jarak berapapun, sehingga membuat penerbangan komersial dan sebaliknya lebih efisien dan lebih murah.

Pusaran (*vortex*) di ujung sayap dapat menyebabkan kecelakaan pesawat. Apabila saat sebuah pesawat besar terbang di depan pesawat kecil, dimana pesawat besar ini memiliki pusaran (*vortex*) yang lebih besar dapat menyebabkan pesawat kecil kehilangan kendali dan jatuh (*crash*).

Vortex Generator (VG) adalah komponen kecil berbentuk sirip (*fin*) yang ditempatkan di atas permukaan sayap dan *stabilizer* yang bertujuan untuk memodifikasi aliran di sekitar permukaan yang menciptakan *boundary layer* untuk menunda terjadinya pemisahan aliran (*flow separation*) dan *stall* [3].

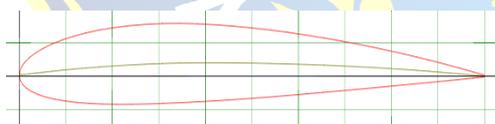
Winglet adalah bagian pesawat yang terletak pada ujung sayap. *Winglet* digunakan untuk mengurangi pusaran udara pada ujung sayap.

Winglet berfungsi untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar, menambah jarak tempuh pesawat terbang, dan menurunkan nilai *induced drag*. *Winglets* dapat meningkatkan jangkauan pesawat hingga 7% pada kecepatan jelajah [4]. Perangkat *wingtip* (*winglet, feathers, sails, etc.*) dapat mengurangi *drag* karena meningkatkan efisiensi 10 hingga 15% jika mereka dirancang sebagai bagian integral dari sayap [5]. Keuntungan dari *winglets* tunggal untuk pesawat kecil dapat memberikan pengurangan 10% dalam hambatan yang diinduksi (*induce drag*) dibandingkan dengan sayap elips [6].

Pemanfaatan komputasi dan simulasi numerik *Computational Fluid Dynamics (CFD)* sebagai solusi terhadap permasalahan tersebut dengan pertimbangan kecepatan dalam memperoleh data koefisien tahanan dan rendahnya biaya yang harus dikeluarkan [7].

METODE PENELITIAN

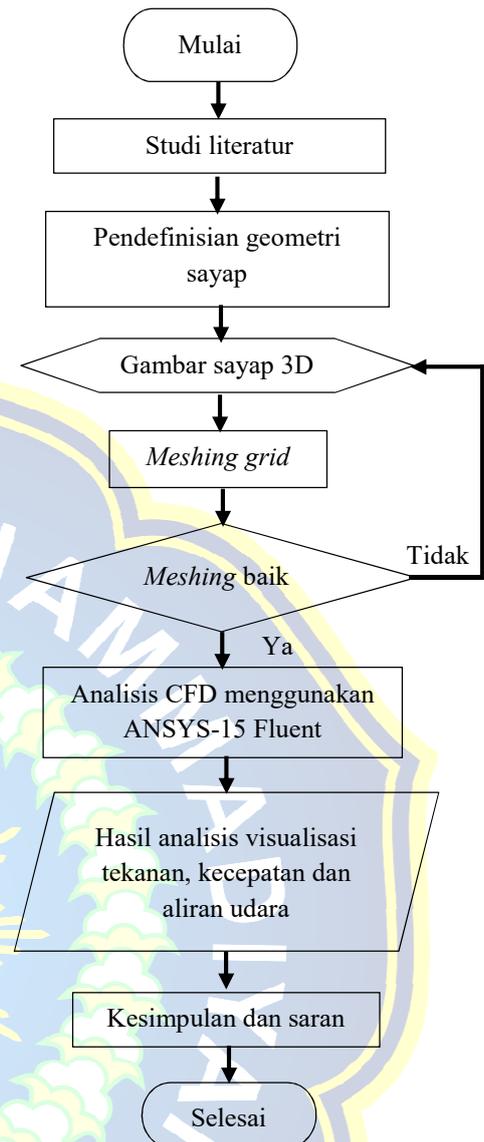
Penelitian ini meliputi desain dan simulasi menggunakan *software* ANSYS-R15. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis simulasi. Secara umum metodologi yang digunakan dibagi dalam dua tahapan yaitu, pemodelan geometri dengan menginput koordinat *airfoil* dan simulasi model *airfoil* dengan menggunakan *flow simulation*. Variasi sudut serang yang digunakan dalam simulasi yaitu 0° - 22° untuk memperoleh data FL.



Gambar 1. Koordinat NACA 2412

Tabel 1 Dimensi sayap pesawat Cessna 172S

DIMENSIONS	
Length	27 ft 2 in (8.3 m)
Height	8 ft 11 in (2.7 m)
Wingspan	36 ft 1 in (11.00 m)
Wing Area	174 sq ft (16.17 sq m)



Gambar 2 diagram alir penelitian

- Adapun alat dan bahan yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:
 - Komputer
 - Software Ansys R15
- Bahan yang akan digunakan adalah Airfoil yang digunakan pada pesawat CESSNA 172S (NACA 2412) modifikasi, airfoil ini termasuk dalam kategori airfoil semi-simetris.
- Dalam penelitian akan diteliti hasil dari simulasi Variasi sudut serang atau *Angle of attack* (0° - 22°).

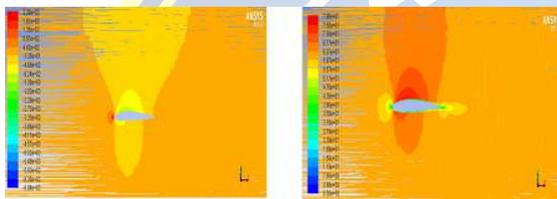
Analisis penelitian

- Pemodelan bentuk geometri airfoil pesawat digambar pada *software software* Ansys-15 Fluent..
- Input data kedalam proses komputasi data.
- Simulasi geometri airfoil menggunakan *software* Ansys-15 Fluent.

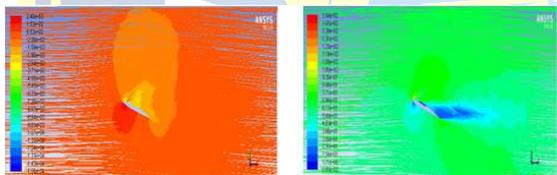
- d. Perbandingan hasil uji antar bentuk geometri airfoil pesawat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan simulasi gaya angkat yang dihasilkan di setiap desain sayap berbeda. Perbandingan gaya angkat (N) dihasilkan dengan berbeda studi parametrik disajikan pada Gambar 3 Dapat dipahami bahwa nilai pengangkatan berkurang pada penggabungan *vortex generator* pada sayap. Ini karena fakta bahwa *generator vortex* mengganggu aliran di atas sayap karena bahwa tekanan meningkat, akibatnya *lift* berkurang. Namun setelah analisis sayap diberbagai sudut serangan penulis menemukan bahwa lapisan batas mulai terbentuk di antara sudut sayap 21-22°.

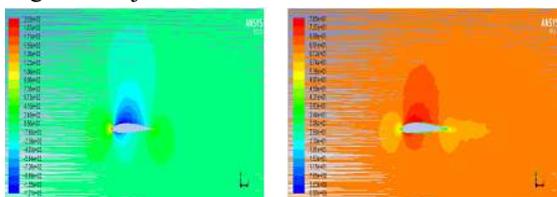


Gambar 3 (a) distribusi *static pressure* pada wing dengan *vortex generator* (b) *velocity contours on the wing* at cruise velocity at 22° angle of attack.



Gambar 4 (a) distribusi *static pressure* pada wing dengan *vortex generator* (b) *velocity contours on the wing* at cruise velocity at 22° angle of attack.

Sayap dengan generator vortex pada sudut serang 22° berkontribusi untuk pengangkatan yang lebih tinggi. Nilai Angkat ditemukan menjadi 53168 N adalah sebagai *lift* untuk sayap yang ada di sayap yang sama sudutnya 45.865 N. Dari gambar 5, jelas bahwa sayap yang tergabung dengan *winglets* memberikan daya angkat maksimum. Ini karena fakta bahwa *winglet* mengurangi hambatan yang disebabkan pada ujung sayap. Perbandingan nilai angkat tersaji dalam tabel 2.



Gambar 5 (a) distribusi *static pressure* pada wing dengan *winglets* (b) *velocity contours on the wing* at cruise velocity at 0° angle of attack

Tabel 2 Perbandingan nilai gaya angkat (FL) pada 0°-22° angle of attack

Sudut serang	Existing Wing	Winglet	Vortex Generator
0°	7,632 N	9,152 N	7,333 N
22°	45,865 N	65,894 N	53,168 N



Gambar 3 Grafik hasil simulasi Gaya Angkat terhadap variasi Sudut serang

KESIMPULAN

1. Sayap dengan desain saat ini menghasilkan gaya angkat (FL) pada sudut 0° sebesar 7,632 N dan menghasilkan gaya angkat (FL) pada sudut serangan 22° sebesar 45,865 N.
2. Pada sudut serangan 0°, sayap dengan desain *winglet* menghasilkan gaya angkat (FL) sebesar 9,152 N dan menghasilkan gaya angkat (FL) maksimum pada sudut serangan 22° sebesar 65,894 N.
3. Sayap dengan desain *vortex generator* menghasilkan gaya angkat (FL) pada sudut 0° sebesar 7,333 N dan menghasilkan lebih banyak gaya angkat (FL) pada sudut serangan 22° sebesar 53,168 N.

Diharapkan untuk penelitian selanjutnya lebih bervariasi dalam hal parameter-parameter aerodinamika yang akan dikaji, dan lebih bervariasi juga dalam penentuan desain geometri sayap.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Pragati, P. & Baskar, S., 2015. *Aerodynamic Analysis of Blended Winglet for Low Speed Aircraft*. London, WCE, pp. 1-5.
- 2) Kroo, I. (t.thn.). *Viscosity and Boundary Layers*. Diambil dari <http://adg.stanford.edu/aa200b/blayers/blayers.html>.
- 3) Romadhon, A., 2016. *Analisis Karakteristik Aerodinamika Pengaruh Penambahan Vortex Generator Pada Sayap Pesawat Tanpa Awak LSU-05 Dengan Simulasi CFD (Skripsi)*. Bandung, Indonesia: Universitas Nurtanio Bandung.
- 4) Richard T. Witcomb (1976), A design approach and selected wind-tunnel results at high subsonic speeds for wing-tip mounted winglets. NASA Technical Note, Langley Research Centre, Hampton.
- 5) Narayan, G. & John, B., 2016. *Effect of winglets induced tip vortex structure on the performance of subsonic wings*. *Aerospace Science and Technology*, 16(1270), pp. 1-26.
- 6) John D., Anderson, J., 2010. *Fundamentals of Aerodynamics*. New York: 5rd Edition McGraw-Hill.
- 7) Pramutadi, A. M., 2013. *Laporan Kemajuan Class II UAV + part 2, Laporan Teknis*. Bogor: LAPAN.