



Analisis Pengaruh *Canard* Terhadap Performa Aerodinamika Sayap *Tapered Wing* Pada Model Pesawat *UAV* Menggunakan *ANSYS 2022 R1*

(*Analysis of The Influence of Canard on Tapered Wing Aerodynamics Performance in UAV Models Using ANSYS 2022 R1*)

Muhammad Widy Nanda Satrianto^{1*}, Bondhan Firmanto²

^{1,2} Teknik Aeronautika Pertahanan, Akademi Angkatan Udara

E-mail: nandasatrianto@gmail.com, bonduitbiz@gmail.com

Abstrak — Penerbangan pertama yang berhasil dilaksanakan adalah penerbangan dengan pesawat yang menggunakan konfigurasi *Canard* (Wright Bersaudara). *Canard* pada bagian sayap pesawat biasa digunakan sebagai pengganti horizontal stabilizer atau sebagai penambah performa aerodinamis pesawat. Namun penggunaan konfigurasi *Canard* tidak sepopuler dengan pesawat yang tidak menggunakan *Canard* di pasar penerbangan, baik untuk kebutuhan militer maupun untuk penerbangan sipil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan *Canard* pada sayap *UAV*. Metode yang digunakan dalam pengujian komputasi dengan menggunakan *CFD* (Computational Fluid Dynamics). Bantuan komputer digunakan untuk melakukan perhitungan yang diperlukan untuk mensimulasikan interaksi cairan dan gas dengan permukaan yang ditentukan oleh kondisi batas. Oleh karena itu, penulis membahas pengaruh *Canard* pada sayap pesawat untuk bahan uji penelitian yang telah dilakukan sebelum-sebelumnya sehingga memiliki gambaran kesamaan atau perbedaan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik aerodinamika *Canard* berupa *Lift*, *Drag*, *Coefficient Lift* dan *Coefficient Drag* pada wing berjenis *tapered* dengan variasi kecepatan aliran udara 30 km/h dan 40 km/h dan juga variasi berupa sudut serang 0°, 15°, dan 30°. Dari hasil pengujian, perbedaan hasil perhitungan *Coefficient Lift* (*CL*), *Coefficient Drag* (*CD*) terhadap sudut serang, yaitu 0°, 15°, 30° pada variasi kecepatan 30 km/jam dan 40 km/jam yang akan mempengaruhi terhadap *Lift* dan *Drag* dari sayap. Dari hasil perhitungan *CL* dengan *Canard* pada sudut serang 30° dan dengan kecepatan 40 km/jam memiliki grafik tertinggi, perhitungan *CD* dengan *Canard* pada sudut serang 30° dan dengan kecepatan 40 km/jam memiliki grafik lebih rendah dari pada tanpa menggunakan *Canard*. Selain itu penggunaan *Canard* juga memberikan nilai *L/D Ratio* yang lebih baik seiring meningkatnya sudut serang.

Kata Kunci — *Canard*, aerodinamika, *Lift* and *Drag*, *ANSYS*, *Computational Fluid Dynamics*

Abstract — The first flight that was successfully carried out was a flight with an airplane that used a *Canard* configuration (Wright Brothers). *Canards* on aircraft wings are usually used as a substitute for a horizontal stabilizer or as an addition to aircraft aerodynamic performance. However, the use of the *Canard* configuration is not as popular as aircraft that do not use *Canards* in the aviation market, both for military and civil aviation needs. This study aims to determine the effect of using *Canards* on *UAV* wings. The method used in computational testing uses *CFD* (Computational Fluid Dynamics). Computer assistance is used to perform the calculations necessary to simulate the interaction of liquids and gases with surfaces defined by boundary conditions. Therefore, the authors discuss the effect of *Canards* on aircraft wings for research test materials that have been carried out before so as to have a picture of similarities or differences. This study aims to analyze the aerodynamic characteristics of the *Canards* in the form of *Lift*, *Drag*, *Lift Coefficient* and *Drag Coefficient* on the tapered wing with variations in

* Muhammad Widy Nanda Satrianto
E-mail: nandasatrianto@gmail.com

airflow velocity of 30 km/h and 40 km/h and also variations in the form of angles of attack 0° , 15° , and 30° . From the test results, the difference in the results of calculating the Coefficient Lift (CL), Coefficient Drag (CD) for the angle of attack, namely 0° , 15° , 30° at variations in speed of 30 km/hour and 40 km/hour which will affect the Lift and Drag from the wings. From the results of CL calculations with Canards at an angle of attack of 30° and with a speed of 40 km/hour has the highest graph, CD calculations with Canards at an angle of attack of 30° and with a speed of 40 km/hour have a lower graph than without using Canards. In addition, the use of Canards also provides a better CL/CD value as the angle of attack increases.

Keywords — Canard, aerodynamics, Lift and Drag, ANSYS, Computational Fluid Dynamics

I. PENDAHULUAN

Pesawat terbang adalah transportasi udara untuk mengangkut manusia maupun benda yang bergerak di dalam atmosfer bumi dengan memanfaatkan media udara sebagai pembangkit gaya angkat. Pesawat memiliki sayap berpenampang melintang berbentuk airfoil sehingga dapat terbang. *Unmanned Aerial Vehicle* (disingkat UAV atau biasa disebut dengan *Drone*) adalah sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh pilot atau mampu mengendalikan dirinya sendiri yang dioperasikan oleh operator, menggunakan hukum aerodinamika untuk mengangkat dirinya, bisa digunakan kembali dan mampu membawa muatan baik senjata maupun muatan lainnya.

Penambahan *Canard* pada pesawat UAV menyebabkan kenaikan gaya angkat total dan terjadinya separasi yang menyebabkan pesawat stall bisa ditunda karena terjadi pada sudut serang yang lebih tinggi. Dari hasil ini bisa direkomendasi penambahan *Canard* pada pesawat udara tanpa awak untuk menambah kemampuan gerak manuver dan bisa digunakan sebagai target *drone*. Seiring berkembangnya teknologi, berbagai macam penelitian dikembangkan dengan menggunakan aplikasi untuk analisis aerodinamika, salah satu metode yang digunakan adalah *Computational Fluid Dynamic* (CFD) dengan software Ansys.

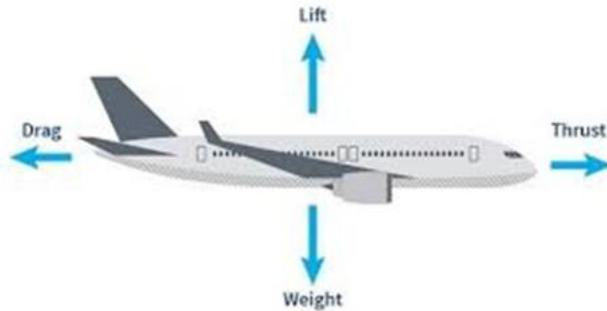
II. LANDASAN TEORI

Canard adalah konfigurasi kerangka pesawat dari pesawat bersayap tetap di mana permukaan *Canard* depan lebih kecil dari sayap belakang utama, berbeda dengan sebuah pesawat konvensional di mana *horizontal stabilizer* kecil berada di belakang sayap utama. *Canard* ini dicoba untuk diterapkan di pesawat UAV dengan sayap jenis *tapered*, dengan CFD Ansys diharapkan mampu meningkatkan performa dari pesawat dalam hal kestabilan dan kontrol.

Anderson mengatakan bahwa aerodinamika memiliki beberapa variabel penting diantaranya adalah *pressure*, *density*, *temperature*, dan *flow velocity*. Gaya aerodinamika pada pesawat terjadi karena adanya perbedaan tekanan udara antara bagian atas dan bawah sayap pesawat yang berasal dari gesekan aliran udara pada permukaan sayap. Wibowo mengatakan dari hasil penelitiannya dapat disimpulkan bahwa pengaruh posisi *Canard* pada pesawat tempur akan mempengaruhi karakter aerodinamis yang terjadi. Konfigurasi *Canard* di atas dan sayap depan meningkatkan CL atau *Coefficient Lift*, sedangkan posisi paralel meningkatkan kemampuan *delay stall*. Penambahan *Canard* pada pesawat UAV menyebabkan kenaikan gaya angkat total dan terjadinya separasi yang menyebabkan pesawat *stall* bisa ditunda karena terjadi pada sudut serang yang lebih tinggi. Dari hasil ini bisa direkomendasi penambahan *Canard* pada pesawat udara tanpa awak untuk menambah kemampuan gerak manuver dan bisa digunakan sebagai target *drone*.

Gaya-gaya Yang Bekerja Pada Pesawat Terbang

Pesawat terbang dirancang sedemikian rupa sehingga hambatan udaranya sekecil mungkin. Pesawat pada saat terbang akan menghadapi beberapa hambatan, diantaranya hambatan udara, hambatan karena berat badan pesawat itu sendiri, dan hambatan pada saat menabrak awan. Setelah dilakukan perhitungan dan rancangan yang akurat dan teliti, langkah selanjutnya adalah pemilihan mesin penggerak pesawat yang mampu mengangkat dan mendorong badan pesawat.



Gambar 1. Gaya yang bekerja pada pesawat terbang

Berikut ini hal-hal yang mendefinisikan gaya-gaya tersebut dalam sebuah penerbangan yang lurus dan datar, tidak berakselerasi (*straight and level, unaccelerated*):

1. *Thrust* adalah gaya dorong, yang dihasilkan oleh mesin (*powerplant*)/baling-baling.
2. *Drag* adalah gaya ke belakang, menarik mundur, dan disebabkan oleh gangguan aliran udara oleh sayap, *fuselage*, dan objek-objek lain.

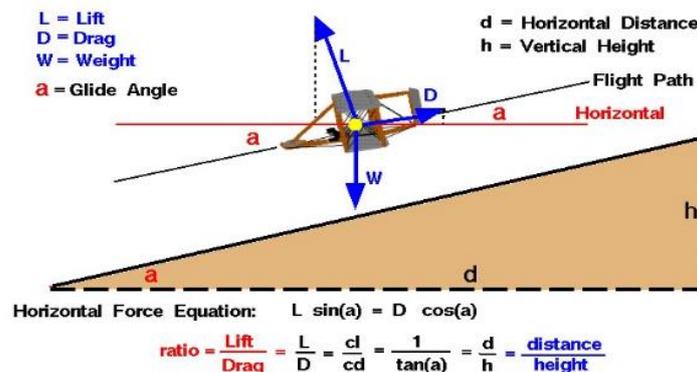
$$D = C_D \cdot (\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2) \cdot s \quad (1)$$

3. *Weight* (gaya berat) adalah kombinasi berat dari muatan pesawat itu sendiri, awak pesawat, bahan bakar, dan kargo atau bagasi. *Weight* menarik pesawat ke bawah karena gaya gravitasi.
4. *Lift* (gaya angkat) dihasilkan oleh efek dinamis dari udara yang beraksi di sayap, dan beraksi tegak lurus pada arah penerbangan melalui *center of Lift* dari sayap.

$$L = C_L (\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2) \cdot s \quad (2)$$

Lift to Drag Ratio (L/D)

Lift to Drag Ratio adalah jumlah gaya angkat yang dihasilkan oleh sayap atau kendaraan, dibagi dengan gaya hambat aerodinamis yang diciptakannya dengan bergerak melalui udara. Pada situs *National Aeronautics and Space Administration* mengatakan karena *Lift* dan *Drag* sama-sama gaya aerodinamis, *Lift to Drag Ratio* merupakan indikasi efisiensi aerodinamis pesawat.



Gambar 2. *Lift to Drag Ratio*

Canard

Canard adalah konfigurasi kerangka pesawat dari pesawat bersayap tetap di mana permukaan *Canard* depan lebih kecil dari sayap belakang utama, berbeda dengan sebuah pesawat konvensional di mana *horizontal stabilizer* kecil berada di belakang sayap utama.



Gambar 3. *Canard* pada pesawat

Ansys

Ansys merupakan software berbasis *finite element analysis* (FEA). Penggunaan ANSYS mencakup simulasi struktur, panas, dinamika fluida, akustik, dan elektromagnetik. ANSYS merupakan *Computer Aided Engineering* (CAE) yang dikembangkan oleh ANSYS, Inc. Perusahaan tersebut telah mengembangkan banyak produk CAE.

III. METODE PENELITIAN

Sampel Penelitian

Proses pengambilan data dilakukan menggunakan software CFD. Desain produk sebagai bahan uji penelitian menggunakan model sayap jenis Tapered yang akan diujikan dengan sayap yang menggunakan *Canard* dan yang tanpa menggunakan *Canard*.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian diukur dengan variabel bebas, variabel terikat, dan variabel tetap sebagai berikut:

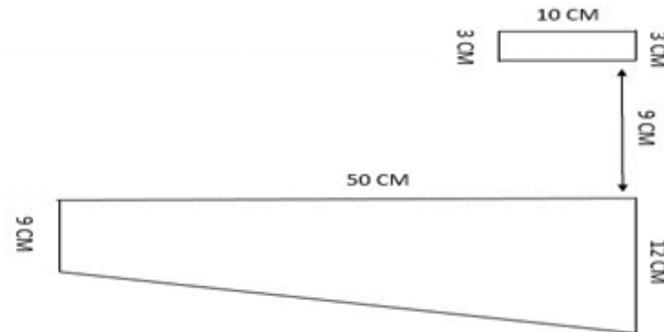
1. Variabel bebas:
 - a. Penambahan *Canard* didepan sayap utama.
 - b. Kecepatan fluida (angin) (30 km/jam, 40 km/jam).
 - c. Sudut serang (0° , 15° , 30°).
2. Variabel terikat:
 - a. *Coeffisient Lift*.
 - b. *Coeffisient Drag*.
 - c. *L/D Ratio*.
3. Variabel Tetap:
 - a. *Enviromental condition* meliputi model viskos dan kondisi operasional simulasi. Model viskos yang digunakan adalah k-omega sst & kondisi operasional simulasi adalah *transient*, *incompressible*, *subsonic*, dan *sea level*.
 - b. Geometri objek meliputi jenis airfoil, dimensi objek, dan bahan penyusun sayap dan *Canard* adalah aluminium.
 - c. *Physical properties* meliputi densitas, viskositas, temperatur, dan tekanan atmosfer.
 - d. Pengkondisian pada objek meliputi *rigid body*, permukaan pada benda halus dan rata, dan tidak ada perpindahan panas.

Alat dan Bahan

Berikut adalah alat dan bahan yang digunakan selama proses pengambilan data penelitian :

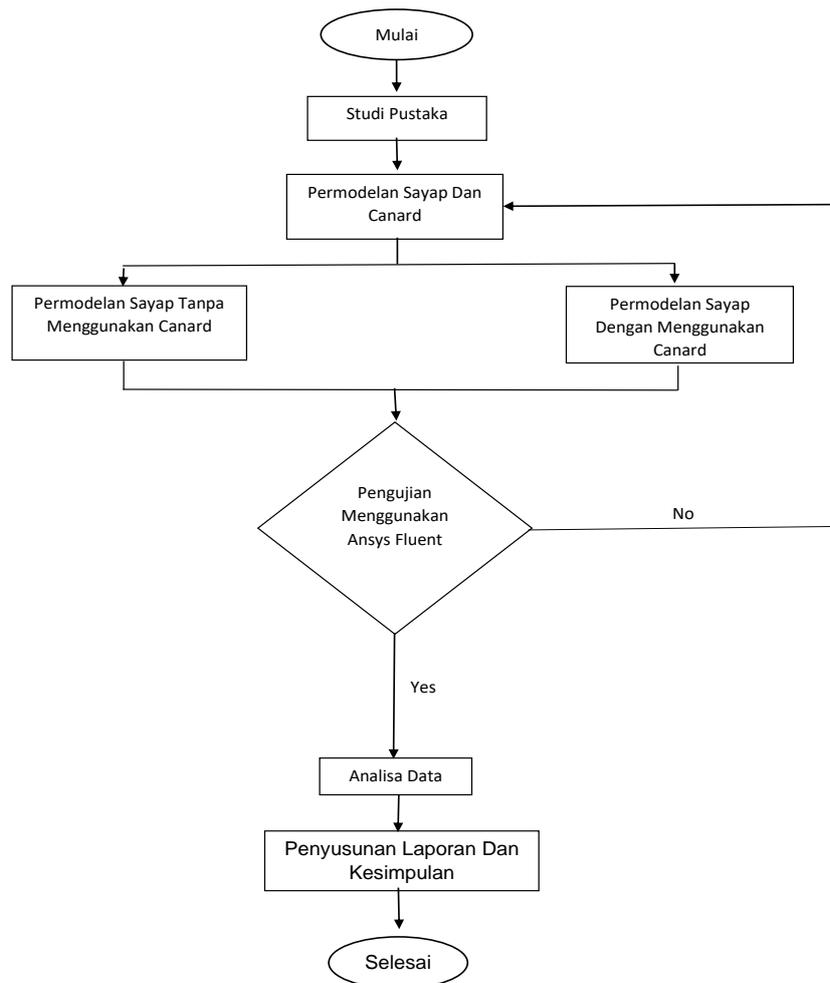
1. Perangkat Laptop dan Komputer dengan Software Ansys terinstal didalam system.

2. Data Koordinat airfoil NACA 2418.
3. Desain rancangan bentuk sayap dan *Canard*.



Gambar 4. Gambar desain ukuran sayap dengan *Canard*

Diagram Alir



Gambar 5. Diagram alir

IV. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Bagian ini membahas mengenai pengujian dan analisis data terkait penambahan *Canard* pada sayap pesawat model *Tapered* yang meliputi variasi kecepatan aliran udara dan variasi sudut serang. Penelitian ini merupakan satu upaya untuk meningkatkan performa aerodinamika pada sayap jenis *Tapered*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan bahan uji dua model sayap, yaitu sayap NACA 2418 dengan menggunakan *Canard* dan tanpa *Canard*, menggunakan simulasi pengujian software Ansys 2022 R1.

Hasil dari pengujian nantinya didapatkan data-data, antara lain kecepatan aliran (v), sudut serang (AoA), besar gaya angkat (L), besar gaya hambat (D), *Coefficient Lift* (CL), *Coefficient Drag* (CD), dan *Lift to Drag Ratio* (L/D).

Hasil Percobaan CFD

Tabel 1. Tabel hasil perhitungan sayap tanpa canard

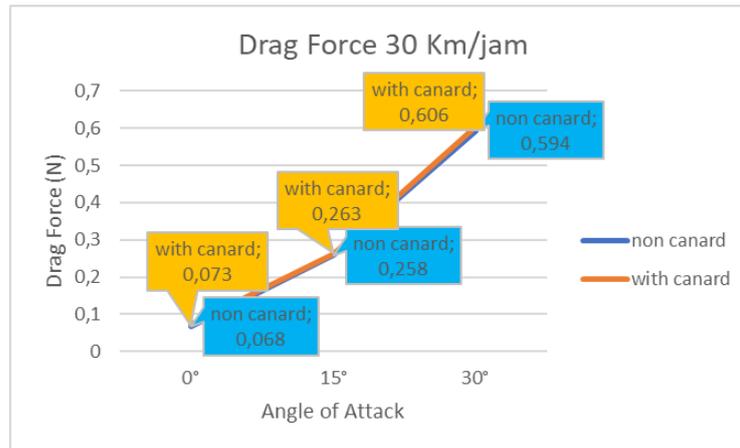
	UAV Non Canard					
	0°		15°		30°	
	30 Km/h	40 Km/h	30 Km/h	40 Km/h	30 Km/h	40 Km/h
Fx	0,0681741	0,111456	0,0444029	0,0684003	-0,013305	-0,0352236
Fy	0,426083	0,773869	0,8333338	1,50657	1,21243	2,19305
Lift Force (N)	0,426	0,773	0,793	1,437	1,056	1,916
Drag Force (N)	0,068	0,111	0,258	0,455	0,594	1,066
ρ (Kg/m ³)	1,225					
A (m ²)	0,0525					
V (m/s)	8,3333	11,1111	8,3333	11,1111	8,3333	11,1111
$\rho A V^2$	4,37496	7,77776	4,37496	7,77776	4,37496	7,77776
Cl	0,19474	0,19877	0,36251	0,36951	0,48274	0,49268
Cd	0,03108	0,02854	0,11794	0,117	0,27154	0,27411
L/D	6,26	6,96	3,07	3,15	1,77	1,79
Cl/Cd	6,26	6,96	3,07	3,15	1,77	1,79

Ditunjukkan hasil perhitungan dari analisis sayap yang tanpa menggunakan *Canard*. Tabel diatas menunjukkan hasil analisis pada kecepatan 30 Km/jam dan 40 Km/jam dan variasi sudut serang 0°, 15°, dan 30°. Hasil analisis yang didapatkan setelah itu diolah menggunakan rumus. Kemudian didapatkan data berupa *Lift* (L), *Drag* (D), *Coefficient Lift* (CL), *Coefficient Drag* (CD), *Lift to Drag* (L/D) *Ratio*. Dari Tabel 1 tersebut kemudian diolah menjadi grafik yang akan mempermudah untuk membandingkan dengan sayap yang menggunakan *Canard*.

Tabel 1. Tabel hasil perhitungan sayap dengan menggunakan canard

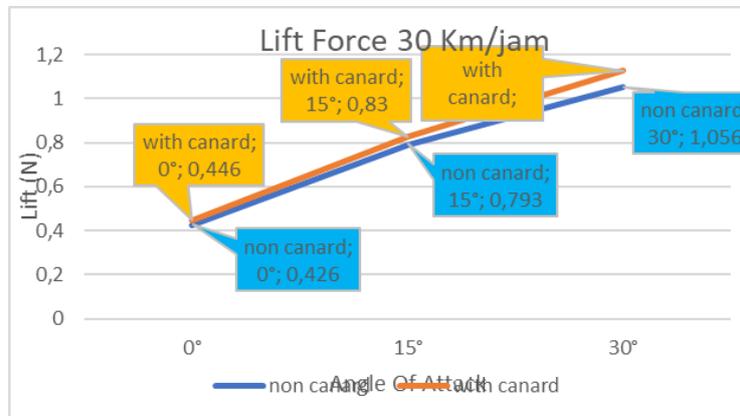
	UAV With Canard					
	0°		15°		30°	
	30 Km/h	40 Km/h	30 Km/h	40 Km/h	30 Km/h	40 Km/h
Fx	0,0738755	0,120783	0,040026	0,05910611	-0,039428	-0,0867801
Fy	0,446861	0,811366	0,870538	1,57669	1,28053	2,31244
Lift Force (N)	0,446	0,811	0,83	1,499	1,128	2,046
Drag Force (N)	0,073	0,12	0,263	0,465	0,606	1,081
ρ (Kg/m ³)	1,225					
A (m ²)	0,0555					
V (m/s)	8,3333	11,1111	8,3333	11,1111	8,3333	11,1111
$\rho A V^2$	4,6246	8,222	4,6246	8,222	4,6246	8,222
Cl	0,19288	0,19727	0,35894	0,36463	0,48782	0,49768
Cd	0,03157	0,02918	0,11373	0,11311	0,26207	0,26295
L/D	6,1	6,75	3,15	3,22	1,86	1,89
Cl/Cd	6,1	6,76	3,15	3,22	1,86	1,89

Ditunjukkan hasil perhitungan dari analisis sayap yang menggunakan *Canard*. Tabel diatas menunjukkan hasil analisis pada kecepatan 30 Km/jam dan 40 Km/jam dan variasi sudut serang 0°, 15°, dan 30°. Hasil analisis yang didapatkan setelah itu diolah menggunakan rumus. Kemudian didapatkan data berupa *Lift* (L), *Drag* (D), *Coefficient Lift* (CL), *Coefficient Drag* (CD), *Lift to Drag* (L/D) *Ratio*. Dari Tabel 2 tersebut kemudian diolah menjadi grafik yang akan mempermudah untuk membandingkan dengan sayap yang tanpa menggunakan *Canard*.



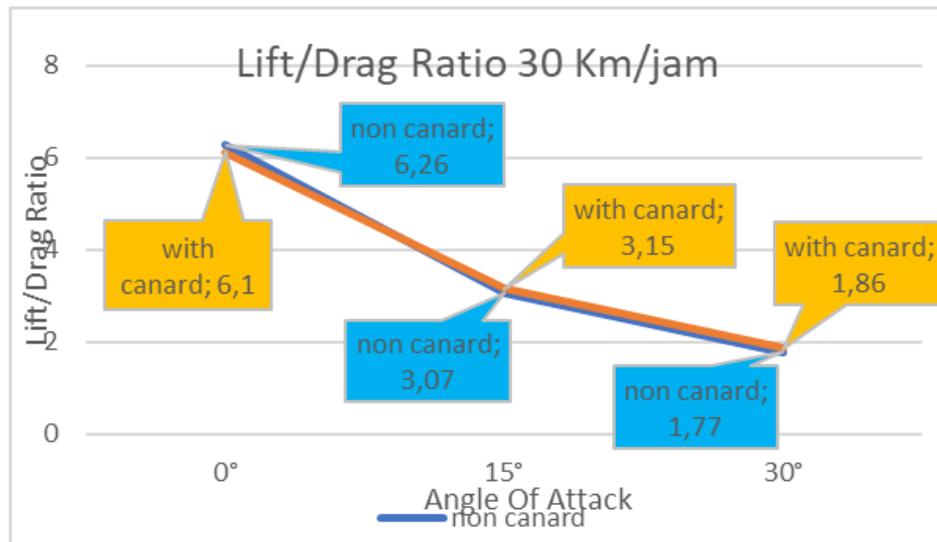
Gambar 6. Gambar grafik perbandingan *Drag* pada kecepatan 30 Km/jam.

Pada gambar grafik diatas ditunjukkan hasil perbandingan dari gaya hambat (*Drag*) sayap yang menggunakan *Canard* dan tanpa menggunakan *Canard* pada kecepatan 30 Km/jam. Grafik diatas menunjukkan pada setiap sudut serang sayap yang menggunakan *Canard* memiliki gaya hambat yang lebih besar.



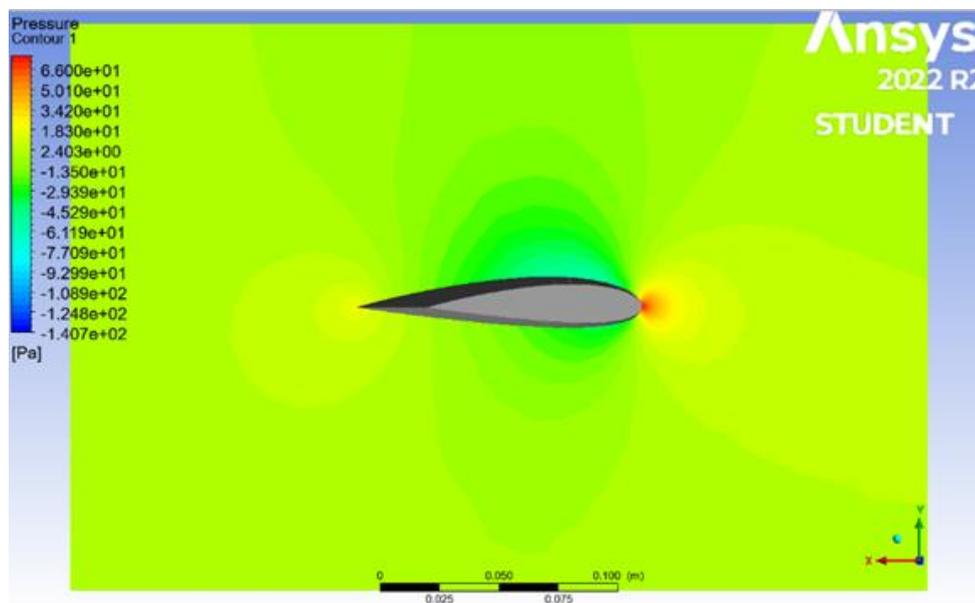
Gambar 7. Gambar grafik perbandingan *Lift* pada kecepatan 30 Km/jam

Pada gambar grafik diatas ditunjukkan hasil perbandingan dari gaya angkat (*Lift*) sayap yang menggunakan *Canard* dan tanpa menggunakan *Canard* pada kecepatan 30 Km/jam. Grafik diatas menunjukkan pada setiap sudut serang sayap yang menggunakan *Canard* memiliki gaya angkat yang lebih besar. Grafik ini menunjukkan penggunaan *Canard* mampu memberikan gaya angkat yang lebih besar.

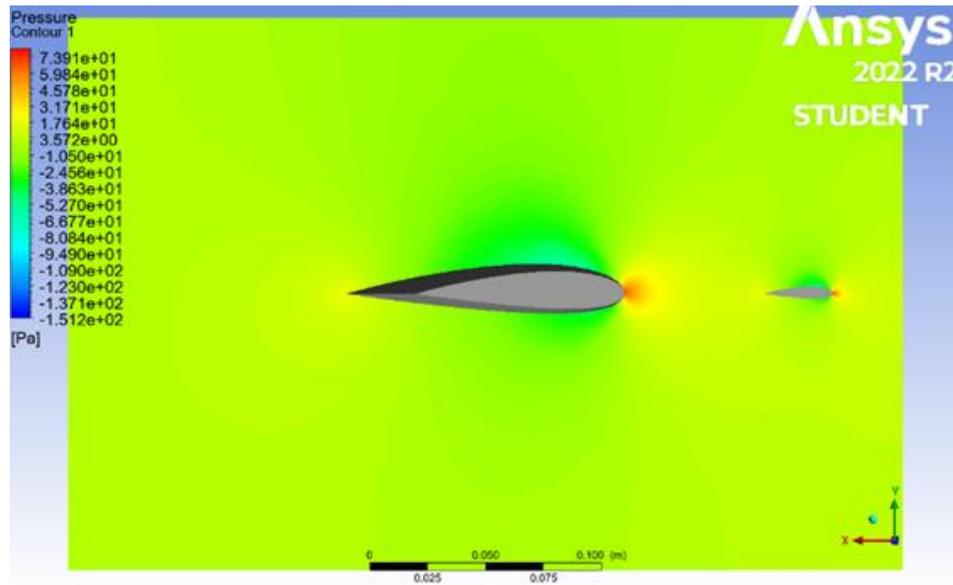


Gambar 8. Gambar perbandingan grafik L/D Ratio pada kecepatan 30 Km/jam.

Gambar grafik diatas menunjukkan nilai dari *Lift to Drag Ratio* pada sayap yang menggunakan *Canard* dan sayap yang tanpa menggunakan *Canard* pada kecepatan 30 Km/jam. Pada sudut serang 0°, sayap yang tanpa menggunakan *Canard* memiliki nilai L/D Ratio yang lebih tinggi. Akan tetapi pada sudut serang 15° dan 30° sayap yang menggunakan *Canard* mampu memberikan nilai L/D Ratio yang lebih baik saat menghadapi sudut serang yang lebih tinggi.



Gambar 9. Distribusi tekanan model sayap tanpa *Canard* dengan kecepatan 40 Km/jam dan sudut serang 0°.



Gambar 10. Distribusi tekanan model sayap yang ditambahkan Canard dengan kecepatan 40 Km/jam dan sudut serang 0° .

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi dan pengolahan data yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan beberapa poin penting sebagai berikut :

- a. Penambahan *Canard* pada sayap jenis tapered mampu meningkatkan gaya angkat (*Lift*) dan nilai dari *Coefficient Lift*. Hal ini dibuktikan pada setiap grafik bahwa sayap yang menggunakan *Canard* lebih unggul pada setiap kecepatan dan sudut serang.
- b. Penambahan *Canard* juga mempengaruhi terhadap gaya hambat (*Drag*) dan nilai dari *Coefficient Drag*. Pada sudut serang rendah, *Canard* memberikan gaya hambat yang lebih tinggi, namun pada sudut serang yang semakin tinggi, *Canard* ternyata mampu memberikan gaya hambat yang lebih rendah dibandingkan dengan sayap yang tidak menggunakan *Canard*.
- c. Penggunaan *Canard* pada sayap jenis tapered mampu memberikan hasil *L/D Ratio* yang lebih baik pada sudut serang yang lebih tinggi. *L/D Ratio* yang lebih tinggi memungkinkan pesawat dapat membawa beban lebih besar untuk waktu yang lebih lama dan jarak yang lebih jauh.
- d. Sayap yang menggunakan *Canard* mampu menunda terjadinya separasi kecepatan udara dibagian atas sayap yang menunda terjadinya turbulen terutama pada sudut serang yang tinggi. Hal ini menyebabkan tekanan diatas sayap tetap stabil sehingga pesawat tidak akan langsung mengalami *stall*.

Dari penelitian yang telah kami lakukan, ada beberapa saran sebagai rekomendasi dalam penelitian berikutnya. Saran tersebut adalah perlunya mengamati konfigurasi dari penggunaan *Canard* terhadap sayap utama seperti bentuk, posisi, dan jarak *Canard* dengan sayap utama. Demikian pula dengan penambahan variasi sudut serang dan kecepatan guna memberikan hasil yang lebih mendetail. Kemudian perlunya sumber literasi agar dapat melakukan penelitian yang lebih variatif untuk menghasilkan perbandingan yang lebih signifikan. Dan perlunya melakukan perbandingan antara penelitian melalui metode konvensional seperti *wind tunnel* dengan metode CFD untuk memberikan perbandingan yang lebih nyata.

REFERENSI

- [1] Anderson, S. B. (1987). A look at handling qualities of *Canard* configurations. *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, 10(2), 129–138.
- [2] Dunbar, B., (2017). *What is Aerodinamycs? National Aeronautics and Space AdministRation*. <https://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/features/nasa-knows/what-is-aerodynamics-58.html>.
- [3] Firmanto, B. dan Hermawan, S.T., (2022). Desain dan Analisis Numerik Performa Aerodinamika Pesawat Terbang Radio Controlled untuk Aeromodelling Taruna AAU. *Patriot Biru TNI AU*. Vol.1, no. 1, hh. 68-81.
- [4] Hall, N., (2022). *Lift to Drag Ratio. National Aeronautics and Space Administration*. <https://www1.grc.nasa.gov/beginners-guide-to-aeronautics/Lift-to-Drag-Ratio/>.
- [5] Wibowo, S. B., & Basuki, B. (2014). Studi Numerik Pengaruh *Canard* pada Karakteristik Aerodinamika Pesawat Udara Tanpa Awak Drone. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Terapan SV UGM 2014*, 1, 11–15.
- [6] Wibowo, S. B., Basuki, B., Sutrisno, Rohmat, T. A., Siswantoro, S., Nugroho, F., Ginting, P., & Anwar, Z. (2021). *Vortex Dynamics Study and Flow Visualization on Aircraft Model with Different Canard Configurations*. *Fluids*, 6(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/fluids6040144>.