



Eksperimental Karakteristik Aerodinamika Sayap Swept Forward Dan Sayap Swept Back Pesawat KT-1B Wongbee

(The Experimental Aerodynamic Characteristics of Swept-Forward Wings and Swept-Back Wings on the KT-1B Wongbee Aircraft)

Muhammad Rifki Mahardika¹

¹Departemen Aeronautika, Akademi Angkatan Udara

E-mail: mahardikaa3011@gmail.com

Abstract—*This research aims to analyze the aerodynamic characteristics of the swept forward and swept back wings of the KT-1B Wongbee aircraft using the Digital Low Subsonic Wind Tunnel. The tests were conducted to understand the differences in aerodynamic performance between these two wing configurations under various flight conditions. The results of this study are the value of the lift generated by the KT 1B Wongbee wing model with a speed of 10 m / s and an AOA of 8° producing a lift of 1.15 N, on the KT 1B Wongbee wing model which is varied swept back 10° produces a lift of 0.06 N, then on the KT 1B Wongbee wing model which is varied swept back 15° produces a lift of 0.04 N, then on the KT 1B Wongbee wing model which is swept back 15° produces a lifting force of 0.04 N, then on the KT 1B Wongbee wing model which is swept forward 10° produces a lifting force of 0.11 N, and on the KT 1B Wongbee wing model which is swept forward 15° produces a lifting force of 0.15 N. This states that the KT 1B Wongbee wing model which is swept forward 15° produces a lifting force of 0.15 N. This states that the KT 1B Wongbee wing model has better performance compared to the variation of the swept wing model that is varied.*

Keywords— Aerodynamics, Swept Back, Swept Forward.

Abstrak— *Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik aerodinamika dari sayap swept forward dan swept back pada pesawat KT-1B Wongbee menggunakan Digital Low Subsonic Wind Tunnel. Pengujian dilakukan untuk memahami perbedaan dalam performa aerodinamis antara kedua konfigurasi sayap ini dalam berbagai kondisi penerbangan. Metode Pengujian melibatkan penggunaan Digital Low Subsonic Wind Tunnel yang dapat menghasilkan aliran udara dengan kecepatan rendah secara akurat. Selain itu, instrumen pengukuran seperti sensor tekanan dari perangkat lunak simulasi komputer digunakan untuk merekam dan menganalisis data aerodinamika. Hasil dari penelitian ini adalah nilai gaya angkat yang dihasilkan oleh model sayap KT 1B Wongbee dengan kecepatan 10 m/s dan AOA 8° menghasilkan gaya angkat sebesar 1,15 N, pada model sayap KT 1B Wongbee yang divariasikan swept back 10° menghasilkan gaya angkat sebesar 0,06 N, lalu pada model sayap KT 1B Wongbee yang divariasikan swept back 15° menghasilkan gaya angkat sebesar 0,04 N, kemudian pada model sayap KT 1B Wongbee yang divariasikan swept forward 10° menghasilkan gaya angkat sebesar 0,11 N, dan pada model sayap KT 1B Wongbee yang divariasikan swept forward 15° menghasilkan gaya angkat sebesar 0,15 N. Hal tersebut menyatakan bahwa model sayap KT 1B Wongbee memiliki performa yang lebih baik dibandingkan dengan variasi model sayap swept yang divariasikan.*

Kata Kunci— Aerodinamika, Swept Back, Swept Forward.

*Muhammad Rifki Mahardika
E-mail: mahardikaa3011@gmail.com

I. PENDAHULUAN

Pesawat terbang adalah wahana udara yang memanfaatkan perbedaan tekanan udara pada permukaan sayap untuk melayang dan bergerak di atmosfer. Bentuk airfoil dari sayap pesawat adalah penyebab pesawat bisa terbang. Bentuk airfoil pada sayap pesawat dapat menciptakan perbedaan tekanan antara permukaan atas dengan permukaan bawah sayap akibat adanya perbedaan luas dari kedua permukaan tersebut. Permukaan sayap bagian atas lebih luas dibandingkan permukaan bawah sayap sehingga kecepatan aliran dibawah sayap lebih rendah. Hal ini yang menyebabkan tekanan dibawah sayap lebih besar sehingga timbul gaya angkat pada sayap pesawat. Sayap *swept back* (miring ke belakang) dan sayap *swept forward* (miring ke depan) adalah dua desain sayap yang berbeda yang digunakan dalam pesawat. Sayap *swept back* cenderung lebih efisien pada kecepatan tinggi, namun pada kecepatan rendah mungkin kurang efisien dan kurang stabil. Pesawat dengan sayap *swept back* cenderung memiliki stabilitas yang kurang baik pada penerbangan lambat atau lepas landas dan mendarat. Ini dapat memerlukan kontrol tambahan untuk menjaga stabilitas. Selanjutnya efek *swept wing stall*, sayap yang terlalu miring ke belakang dapat mengalami "*swept wing stall*" pada sudut serangan tinggi. Ini dapat menyebabkan hilangnya kendali dan potensi stall yang lebih cepat.

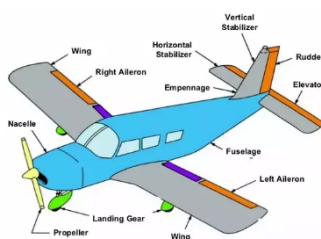
Permasalahan pada sayap *swept forward* yaitu kelebihan hambatan, sayap *swept forward* sering memiliki hambatan yang lebih tinggi pada kecepatan tinggi dibandingkan dengan sayap *swept back*. Hal ini dapat membatasi kemampuan pesawat untuk mencapai kecepatan tinggi. Lalu kompleksitas desain sayap *swept forward* lebih kompleks daripada sayap *swept back*, sehingga dapat menghasilkan biaya produksi yang lebih tinggi. Selanjutnya manuverabilitas terbatas, yaitu dimana sayap *swept forward* biasanya memberikan manuverabilitas yang lebih rendah dibandingkan dengan sayap *swept back*. Ini bisa menjadi masalah dalam situasi pertempuran udara atau manuever taktis. Yang terakhir adalah kendali pada penerbangan lambat, sayap *swept forward* cenderung lebih baik dalam menjaga stabilitas pada kecepatan rendah atau penerbangan lambat, tetapi hal ini dapat berdampak pada kemampuan pesawat untuk melakukan manuever tajam. Pilihan antara sayap *swept back* dan sayap *swept forward* tergantung pada kebutuhan dan tujuan desain pesawat. Pesawat tempur, misalnya, sering menggunakan sayap *swept back* untuk kecepatan tinggi, sementara pesawat eksperimental seperti X-29 menggunakan sayap *swept forward* untuk stabilitas dan performa pada penerbangan lambat.

Pemilihan desain sayap juga dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk tujuan operasional, performa yang diinginkan, dan kompromi antara kecepatan dan manuverabilitas. Kelebihan lain dari pesawat *swept forward* adalah tingkat *control* dan manuever yang tinggi, pada kecepatan rendah *stall* akan muncul di wingtip dibanding di wing-root karena stall pada wingtip akan membuat aileron tidak berfungsi, manuever yang tinggi di transonik karena aileron masih berfungsi efektif, mampu manuever pada AOA tinggi pada sudut 45°, membuat kemampuan dogfight yang tinggi, penurunan drag dan memiliki L/D yang tinggi. Kelemahan forward swept wing adalah tingkat stabilitas yawing rendah, kurang bagus untuk aplikasi winglet, penurunan kemampuan pitch karena ada tambahan lift (Academia edu, anonym). Sayap *swept back* (miring ke belakang) dan sayap *swept forward* (miring ke depan) adalah dua desain sayap yang berbeda yang dalam pesawat. Masing-masing memiliki karakteristik, kelebihan, dan kekurangan sendiri. Untuk mengetahui perbandingan gaya angkat dan gaya hambat pada sayap *swept back* dan *swept forward* maka akan dilakukan percobaan. "Analisis Eksperimental Karakteristik Aerodinamika Sayap Swept Forward Dan Sayap Swept Back Pesawat KT-1B Wongbee Menggunakan Digital Low Subsonic Wind Tunnel".

II. LANDASAN TEORI

A. Teori Pesawat Terbang

Setiap Menurut Undang Undang Republik Indonesia, pesawat terbang adalah pesawat udara yang lebih berat dari udara, bersayap tetap, dan dapat terbang dengan tenaga sendiri. Secara umum istilah pesawat terbang sering juga disebut dengan pesawat udara, kapal terbang atau pesawat saja, dengan tujuan pendefinisian yang sama sebagai kendaraan yang mampu terbang di atmosfer atau udara. Namun dalam dunia penerbangan, istilah pesawat terbang berbeda dengan pesawat udara, istilah pesawat udara jauh lebih luas pengertiannya karena telah mencakup pesawat terbang dan helikopter. Berdasarkan jenis sayapnya, pesawat udara dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu fix wing dan rotary wing. Pada pesawat fix wing terdapat beberapa bagian utama, seperti terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 1. Pesawat Terbang

1. **Badan Pesawat (*Fuselage*).** *Fuselage* adalah bagian utama pesawat yang merupakan tempat melekatnya bagian-bagian utama dari pesawat lainnya. Selain itu *fuselage* juga berfungsi sebagai tempat untuk menampung awak pesawat, kargo, dan lain-lain.
2. ***Empennage*.** *Empennage* adalah bagian ekor dari pesawat terbang, termasuk bagian yang tetap seperti *vertical stabilizer* dan *horizontal stabilizer* serta bagian yang bergerak seperti *rudder* dan *elevator*.
3. ***Landing gear*.** *Landing gear* merupakan bagian utama dalam penerbangan yang berfungsi menopang beban dari pesawat terbang pada saat parkir, *taxi*, *take off* dan *landing*.
4. ***Power plant*.** *Power plant* merupakan bagian utama dari pesawat terbang yang berfungsi untuk menghasilkan tenaga yang digunakan sebagai gaya dorong pada pesawat terbang.
5. ***Wing*.** *Wing* merupakan bagian dari pesawat terbang yang berupa *airfoil* yang disambungkan pada *fuselage* dan membentuk suatu permukaan yang dapat menghasilkan gaya angkat (*lift*). Selain menghasilkan gaya angkat (*lift*), sayap juga digunakan untuk menyimpan bahan bakar secara internal maupun eksternal, menempatkan *engine*, serta untuk menempatkan *leading gear*.

B. KT-1B Wongbee

Pesawat KT-1B Wongbee adalah pesawat latih TNI AU bermesin turboprop yang didatangkan dari Korea yaitu pabrikan Korean Aerospace Industry (KAI). KT-1B Wongbee menggunakan turboprop Pratt & Whitney Canada PT6A-62 dengan tenaga 950 tenaga kuda yang mampu mendorong pesawat sampai kecepatan 648 Km/jam serta dapat menjelajah sejauh 1.700 Km tanpa mengisi bahan bakar, dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Produsen : Korean Aerospace Industries (KAI)
2. Tipe Pesawat : Pesawat Latih Dasar
3. Panjang Sayap : 10.26 m
4. Rentang Sayap : 10.6 m
5. Tinggi Pesawat : 3.67 m
6. Tipe Mesin : PT6A-62, Free Turbine.



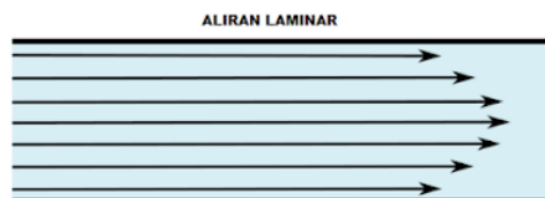
Gambar 2. Pesawat KT-1B Wongbee

C. Aerodinamika

Aerodinamika adalah dinamika zat gas, terutama interaksi antara udara di atmosfer dan benda bergerak. Aerodinamika sangat erat kaitannya dengan pesawat terbang. Pesawat terbang dapat terbang karena adanya gaya-gaya aerodinamika yang terjadi pada pesawat, yang mana pada penelitian ini, aliran udara laminar dan turbulen akan diteliti.

1. Aliran udara laminar.

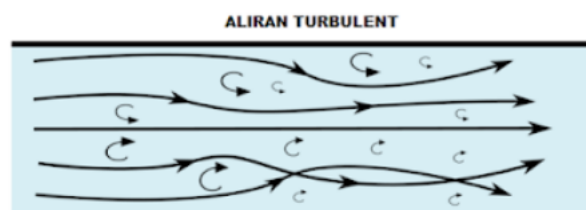
Aliran laminar adalah jenis aliran fluida di mana partikel-partikel mengalir dalam lapisan-lapisan sejajar dengan sedikit atau tanpa percampuran antar lapisan. Dalam aliran laminar, gerakan fluida bersifat teratur dan terorganisir, sehingga tidak terdapat turbulensi yang signifikan.



Gambar 3. Aliran Laminar

2. Aliran udara turbulen.

Aliran turbulen adalah jenis aliran fluida di mana partikel-partikel fluida mengalir dengan gerakan yang tidak teratur dan berombak-ombak. Dalam aliran turbulen, terjadi campuran dan percampuran intensif antara berbagai lapisan fluida, dan gerakan partikel-partikel fluida tidak teratur dan tidak terorganisir.

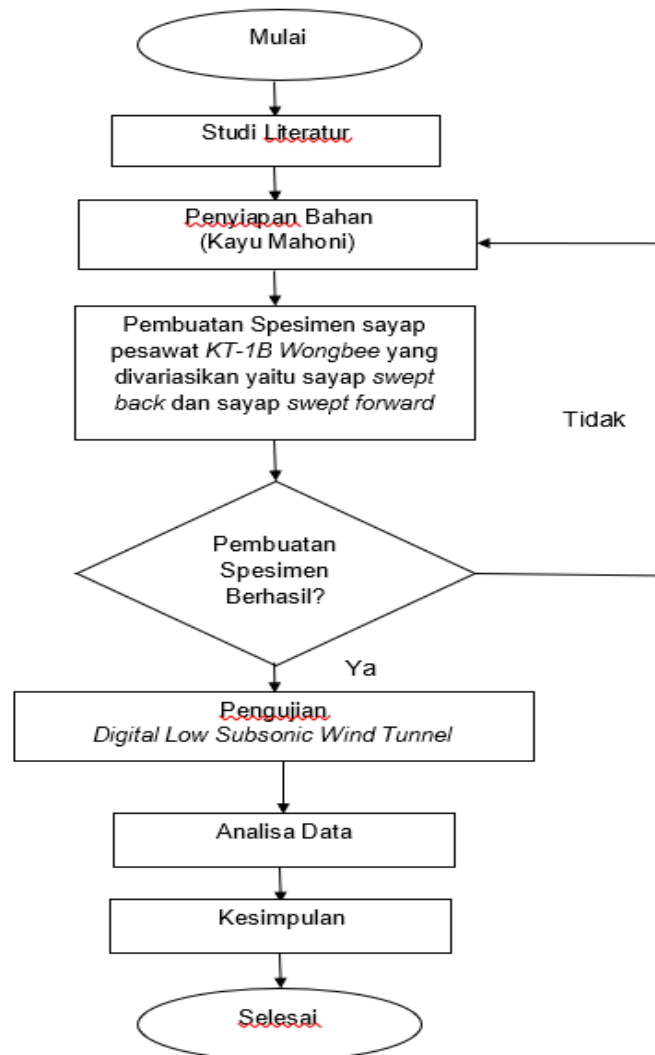


Gambar 4. Aliran Turbulen

III. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, sayap pesawat KT-1B Wongbee akan divariasikan menjadi dua jenis yaitu *swept forward* dan *swept back* yang kemudian akan diuji bagaimana perbandingan karakteristik aerodinamika antara sayap *swept back* dan sayap *swept forward*. Benda uji akan diuji menggunakan *Digital Low Subsonic Wind Tunnel* yang berada di laboratorium Departemen Aeronautika Akademi Angkatan Udara. Hasil dari pengujian yang akan dilakukan selanjutnya dianalisa dengan perhitungan sehingga didapat besar nilai *lift*, *drag*, *koefisien lift* dan *koefisien drag*. Adapun metode penelitian yang digunakan penyusun tugas akhir ini adalah :

1. **Studi Literatur.** Pengumpulan teori dari jurnal sebagai bahan referensi teori dari pembahasan masalah dan penyelesaian masalah dengan penelitian yang terkait dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. **Metode Eksperimen.** Melaksanakan percobaan terhadap model sayap pesawat *KT-1B Wongbee* dengan variasi sayap *swept back* dan sayap *swept forward* yang akan diuji menggunakan *digital low subsonic wind tunnel* untuk mendapatkan hasil akhir berupa kesimpulan.
3. **Diagram Alir.** Diagram alir dalam pengujian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Diagram alir

IV. HASIL PEMBAHASAN

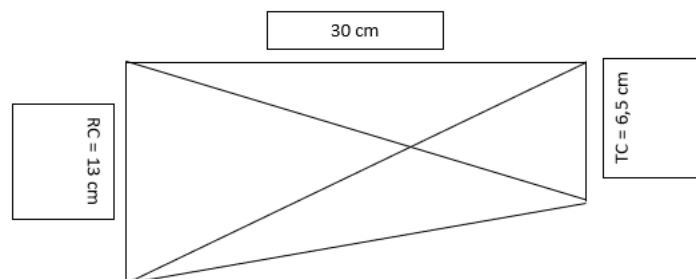
A. Uraian Data

Pengujian kali ini dilakukan pada model sayap pesawat *KT IB Wongbee* dengan variasi *swept back* dan *swept forward*. Dengan menggunakan alat *Low Subsonic Wind Tunnel* yang dilakukan secara berulang-ulang dengan membedakan sudut serang yang dihasilkan dari variasi *swept back* dan *swept forward*. Pengujian ini menggunakan lima model sayap yang diujikan yaitu sayap asli, *swept back 10°*, *swept back 15°*, *swept forward 10°*, *swept forward 15°*. Model sayap pesawat diuji dengan variasi kecepatan udara yang diberikan adalah 5 m/s, 10 m/s, 15 m/s, dan 20 m/s dan dengan sudut serang 0°, 4°, 6°, 8°, 10° agar mengetahui pengaruh yang ditimbulkan terhadap *lift* dan *drag* sesuatu model sayap pesawat.

Percobaan kali ini akan didapatkan data-data yaitu sudut serang, besar gaya angkat, besar gaya hambat, tekanan udara sekitar (P_o) dan *temperature* udara sekitar (T). Dari hasil data yang diperoleh akan didapatkan data yang kemudian akan dilihat besar nilai koefisien *lift* (CL) dan koefisien *drag* (CD), yang kemudian dibuat diagram perbandingan besar nilai *Lift* dan *Drag*. Terhadap sudut serang yang diberikan.

B. Pembahasan

Proses pengujian kali ini dimulai dengan memasukan bahan uji ke dalam terowongan angin (*Low Subsonic Wind Tunnel*) yang kemudian diukur dengan menggunakan berbagai sudut serang yang diberikan serta kecepatan angin yang diberikan, sebelum melaksanakan pengujian mengambil data terlebih dahulu yaitu mengenai luas penampang sayap (S), tekanan udara sekitar (P_o), serta suhu udara sekitar (T).



Gambar 5. Luas penampang dari model sayap pesawat

Perhitungan : $RC = \text{Root Chord}$

$TC = \text{Tip Chord}$

$$t = \text{taper ratio} : \frac{TC}{RC} = \frac{6,5}{13} = 0,5 \text{ cm}$$

Luas Penampang Sayap

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} \times (RC + TC) \times 30 \\ &= \frac{1}{2} \times (13 + 6,5) \times 30 \\ &= \frac{1}{2} \times 19,5 \times 30 \\ &= 292,5 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Suhu Ruangan Sekitar = $28.0^\circ \text{C} + 273 = 301 \text{ K}$

Tekanan Udara Sekitar = $1024.0 \text{ mbar} \times 100 = 102400 \text{ Pa}$

$$\rho = \frac{P}{RT} = \frac{102400}{287.301} = 1,1853 \frac{kg}{m^3}$$

Perbandingan Model sayap KT 1B Wongbee dengan Sayap KT 1B Wongbee :

- Panjang Sayap = 30 cm (model) : 10,7 m (asli)
- Root Chord = 13 cm (model) : 4,63 m (asli)
- Tip Chord = 6,5 cm (model) : 2,31 m (asli)
- Perbandingan = 1 : 35,7

Dalam pengujian kali ini, masing-masing dari model sayap diuji dengan menggunakan kecepatan aliran udara kecepatan aliran udara yang berbeda-beda, dimulai dari kecepatan aliran udara 10 m/s, 15 m/s dan 20 m/s. Pada setiap-tiap bahan sayap yang diujikan akan diberikan sudut serang yang beda-beda, yang diawali dengan sudut 0° sampai sudut yang ditentukan, data data kecepatan serta suhu ruangan yang diberikan akan didapatkan besarnya *lift* dan *drag* yang berbeda-beda.

Karakteristik sayap *KT 1B Wongbee* sebagai berikut :

- Bentang Sayap (asli) : 1,5 m
- Rentang Sayap (asli) : 10,7 m
- *Airfoil* : *Root* (NACA 63-218)
- *Tip* (NACA 63-212)

Jenis *Airfoil* yang digunakan dalam percobaan adalah *NACA wing root 63-218* dan *wing tip 63-212*. Dalam proses pengujian yang dilakukan menggunakan terowongan angin *Low Subsonic Wind Tunnel*. Berikut Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian specimen model sayap pesawat yang dilakukan dalam pengujian specimen model sayap pesawat yang dilakukan menggunakan terowongan angin *Low Subsonic Wind Tunnel* adalah sebagai berikut :

1. Memasang specimen uji pada alat *Low Subsonic Wind Tunnel*
2. Mencatat suhu ruangan dan tekanan udara sekitar
3. Menyalakan alat *Low Subsonic Wind Tunnel*
4. Menentukan sudut serang yang diinginkan
5. Mengatur kecepatan aliran udara yang melewati sayap pesawat
6. Mengamati dan mencatat hasil dari pengujian tersebut pada komputer berupa :
 - a. *Lift*
 - b. *Drag*
 - c. Koefisien *Lift*
 - d. Koefisien *Drag*

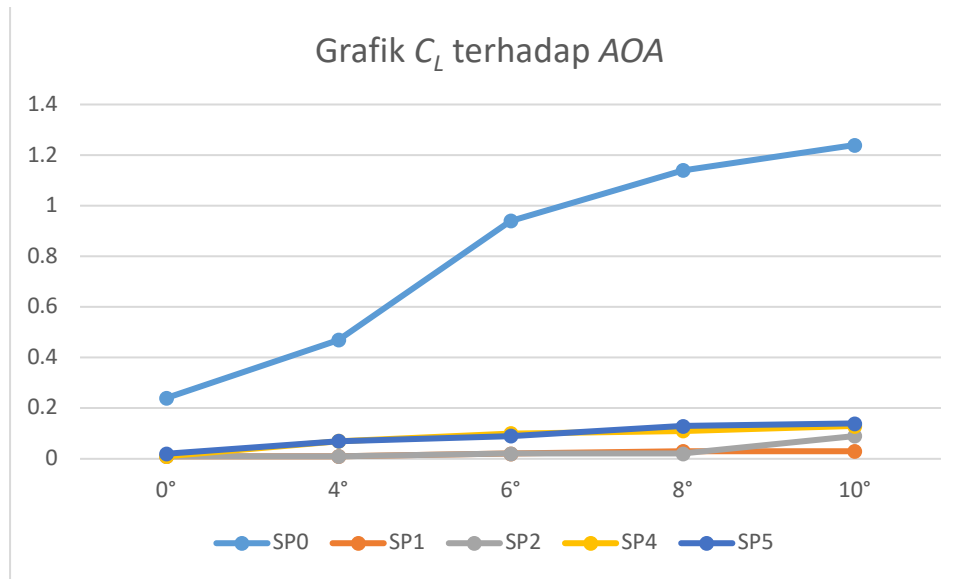


Gambar 6. Proses pengujian bahan uji menggunakan Terowongan Angin

Dari langkah-langkah pengujian yang diperoleh data percobaan berupa *Lift*, *Drag*, Koefisien *Lift*, Koefisien *Drag*. Setelah dilakukan pengujian terhadap masing-masing spesimen, akan dilakukan penggabungan grafik yang ditinjau besarnya gaya angkat dari ketiga sampel pada *Angle Of Attack* dan kecepatan yang sama, dan grafik *Coeficient Lift* dan *Coeficient Drag* terhadap *Angle Of Attack*.

TABEL 1 NILAI C_L PADA KECEPATAN 15 M/S DARI KELIMA SAMPEL

AOA	C_L				
	SP_0	SP_1	SP_2	SP_4	SP_5
0°	0,24	0,01	0,01	0,01	0,02
4°	0,47	0,01	0,01	0,07	0,07
6°	0,94	0,02	0,02	0,1	0,09
8°	1,14	0,03	0,02	0,11	0,13
10°	1,24	0,03	0,09	0,13	0,14



Gambar 7. Grafik C_L terhadap AOA dari kelima sampel

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai C_L yang terbentuk pada model sayap *KT 1B Wongbee* memiliki nilai C_L yang paling tinggi diikuti dengan yang lainnya. Hal tersebut membuktikan bahwa Variasi *Swept* tidak mempengaruhi gaya angkat pada model sayap *KT 1B Wongbee*, sehingga tidak diperlukan variasi *Swept* pada sayap pesawat *KT 1B Wongbee*.

V. KESIMPULAN

Hasil pengujian pada kelima model sayap *KT 1B Wongbee* secara umum nilai gaya angkat yang dihasilkan oleh model sayap *KT 1B Wongbee* yang memiliki nilai gaya angkat lebih besar dibanding yang lainnya. Contohnya dengan kecepatan 10 m/s dan AOA 8° didapatkan bahwa pada model sayap *KT 1B Wongbee* menghasilkan gaya angkat sebesar 1,15 N, pada model sayap *KT 1B Wongbee* yang divariasikan swept back 10° menghasilkan gaya angkat sebesar 0,06 N, lalu pada model sayap *KT 1B Wongbee* yang divariasikan swept back 15° menghasilkan gaya angkat sebesar 0,04 N, kemudian pada model sayap *KT 1B Wongbee* yang divariasikan swept forward 10° menghasilkan gaya angkat sebesar 0,11 N, dan pada model sayap *KT 1B Wongbee* yang divariasikan swept forward 15° menghasilkan gaya angkat sebesar 0,15 N. Hal tersebut menyatakan bahwa model sayap *KT 1B Wongbee* memiliki performa yang lebih baik dibandingkan dengan variasi model sayap swept divariasikan.

Pada penelitian selanjutnya akan lebih baik jika variasi dari sudut serang dan kecepatan untuk dapat diubah atau lebih diperbanyak lagi agar mendapatkan karakteristik aerodinamika yang lebih spesifik. Pada penelitian selanjutnya diharapkan disertakan dengan penambahan asap pada saat pengujian agar dapat terlihat aliran udara yang terjadi pada model sayap pesawat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat dan membantu penulis selama penyusunan penelitian ini. Penelitian ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak yang membantu untuk penyelesaiannya, yaitu Marsekal Muda TNI Dr.Ir. Purwoko Aji Prabowo, M.M.,M.D.S., sebagai Gubernur Akademi Angkatan Udara, Kolonel Tek R. Aryo Surdihartono, S.T., M.Si sebagai Kepala Departemen Aeronautika Akademi Angkatan Udara, dan Mayor Tek Hengky E.F.,S.T.,M.Sc. selaku Dosen Pembimbing serta pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu oleh penulis. Penulis juga mohon maaf apabila terdapat kekurangan dalam penelitian ini dan masukan dari pembaca dapat dijadikan bahan evaluasi penulis untuk perbaikan di masa yang akan datang.

REFERENSI

- [1] Mulyadi, Muhamad. "ANALISIS AERODINAMIKA PADA SAYAP PESAWAT TERBANG DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE BERBASIS COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)," n.d.
- [2] Sekar Kusumaningrum, Syafrina, Gaguk Marausna, Farid Jayadi, and Arifin Rasyadi Soemaryanto. "ANALISIS AERODINAMIKA PENAMBAHAN WINGLET PADA SAYAP PESAWAT LSU-02 NGLD DENGAN VARIASI CANTED ANGLE." *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine* 7, no. 2 (December 30, 2021): 247–54. <https://doi.org/10.56521/teknika.v7i2.326>.
- [3] Romadhon, Awal, and Dana Herdiana. "ANALISIS CFD KARAKTERISTIK AERODINAMIKA PADA SAYAP PESAWAT LSU-05 DENGAN PENAMBAHAN VORTEX GENERATOR (ANALYSIS OF CFD AERODYNAMIC CHARACTERISTICS AT THE WING OF AIRCRAFT LSU-05 WITH THE ADDITION OF VORTEX GENERATOR)." *Jurnal Teknologi Dirgantara* 15, no. 1 (December 14, 2017): 45. <https://doi.org/10.30536/j.jtd.2017.v15.a2518>.
- [4] Muhammad Abdul Ghofur, Nur Priyanto Poupon, Daffa Reyhans Fernando, "Desain dan Analisis Winglet pada Sayap Taper Pesawat UAV MALE menggunakan Metode Computational Fluid Dynamics" Program Studi Teknik Aeronautika Pertahanan, Akademi Angkatan Udara. "8. JURNAL PATRIOT BIRU TNI AU 4-02-2022 REVISI CETAK OKEE 100222-86-101.Pdf," n.d.
- [5] Brandt, John, Ryan Neuland, and Nicholas VanDeRoer. "Design, Build, and Testing of a Swept Back Free-Wing Aircraft." In *51st AIAA Aerospace Sciences Meeting Including the New Horizons Forum and Aerospace Exposition*. Grapevine (Dallas/Ft. Worth Region), Texas: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2013. <https://doi.org/10.2514/6.2013-138>.
- [6] Biswas, Samrat, Animesh Roy, Prabir Kr De, and Bireswar Majumdar. "Investigation of Flow Field over Swept Back Wing" 6, no. 1 (n.d.).
- [7] Biswas, Samrat, Animesh Roy, Prabir Kumar De, and Bireswar Majumdar. "Surface Flow Visualization Tests on Swept Back Wing," n.d.
- [8] Bindal, Rohi, and Ankit Kumar Mishra. "Theoretical and Computational Investigation on Swept Back Wing Using CFD Method." *REST Journal on Advances in Mechanical Engineering* 1, no. 3 (December 1, 2022): 22–28. <https://doi.org/10.46632/jame/1/3/4>.
- [9] Wicaksono, M. F. A., G.A. Pohan, and I. T. Hidayath. "Analisa Aerodinamika Airfoil Pesawat Dengan Pendekatan Computational Fluid Dynamic Dan Wind Tunnel." *JURNAL FLYWHEEL* 13, no. 1 (May 13, 2022): 21–35. <https://doi.org/10.36040/flywheel.v13i1.4744>.