

# ANALISIS CFD PERFORMA AERODINAMIKA MODEL SAYAP X PADA PESAWAT TERBANG RADIO CONTROLLED UNTUK AEROMODELLING TARUNA AAU

Bondhan Firmanto<sup>1</sup>, Dylan Aminto Syahid<sup>2</sup>, M. Abdul Ghofur<sup>3</sup>.

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Aeronautika Pertahanan AAU, Yogyakarta, Indonesia

<sup>1,2,3</sup>bonduitbiz@aau.ac.id

**Abstrak** – Pesawat terbang radio controlled yang digunakan pada kegiatan aeromodelling Taruna AAU sejatinya adalah sebuah model dari pesawat terbang yang sebenarnya. Proses pembuatannya juga menyerupai proses pembuatan pesawat terbang yang sebenarnya antara lain tahap perencanaan, perancangan, pembuatan, sampai dengan uji terbang. Sebelum pesawat model tersebut diuji terbang, perlu dilakukan analisis karakter aerodinamika pesawat terbang khususnya sayap karena sayap mampu menghasilkan gaya angkat yang paling besar. Pada penelitian ini akan dianalisis karakter aerodinamika model sayap rectangular straight dan sayap X dengan tujuan untuk mengetahui dan menentukan model sayap yang paling tepat digunakan pada pesawat terbang radio controlled untuk aeromodelling Taruna AAU. Analisis aerodinamika dilakukan secara numerik menggunakan paket perangkat lunak ANSYS Student 2022R1. Domain komputasi dibuat dengan perangkat lunak ANSYS DesignModeler. Model 3D sayap menggunakan penampang airfoil NACA 2812. Mesh dibuat dengan perangkat lunak ANSYS Meshing. Simulasi menggunakan perangkat lunak ANSYS Fluent dengan variasi sudut serang  $-10^\circ$ ,  $-5^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $5^\circ$  dan  $10^\circ$ , serta kecepatan aliran fluida 5,56 m/s dan 8,33 m/s. Model turbulen yang digunakan adalah k-omega SST pada kondisi transient, incompressible, subsonic, dan sea level. Analisis dititikberatkan pada performa aerodinamika  $C_L$ ,  $C_D$ ,  $C_L/C_D$  dan visualisasi aliran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan bertambahnya angle of attack dan kecepatan udara, model sayap rectangular straight dan sayap X mengalami kenaikan lift dan drag serta mengalami penurunan lift to drag ratio. Model sayap rectangular straight memiliki keunggulan geometri yang lebih sederhana dan dapat menghasilkan lift to drag ratio pada posisi sudut serang  $0^\circ$  yang lebih besar daripada model sayap X yaitu sebesar 11,7. Model sayap rectangular straight dinilai lebih tepat digunakan pada pesawat terbang radio controlled untuk aeromodelling Taruna AAU mengingat geometri sayap yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dibuat dan memberikan performa aerodinamika yang lebih baik.

**Kata kunci:** aeromodelling, sayap X, koefisien lift, koefisien drag, lift to drag ratio.

**Abstract** – The radio-controlled aircraft used in AAU cadet aeromodelling activities is actually a model of an actual aircraft. The manufacturing process also resembles the actual aircraft manufacturing process, including the planning, design, manufacturing, and flight test stages. Before the model aircraft is tested flying, it is necessary to analyze the aerodynamic character of the aircraft, especially the wings because the wings are able to produce the greatest lift. In this study, the aerodynamic character of the rectangular straight wing model and X wing will be analyzed with the aim of knowing and determining the most appropriate wing model used in radio-controlled aircraft for aeromodelling AAU cadets. Aerodynamic analysis was performed numerically using the ANSYS Student 2022R1 software package. The compute domain is created with ANSYS DesignModeler software. 3D model of the wing using NACA 2812 airfoil cross section. The mesh is created with ANSYS Meshing software. Simulation using ANSYS Fluent software with variations in attack angles of  $-10^\circ$ ,  $-5^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $5^\circ$  and  $10^\circ$ , as well as fluid flow velocities of 5,56 m/s and 8,33 m/s. The turbulent model used is k-omega

*SST at transient, incompressible, subsonic, and sea level conditions. Analysis focuses on aerodynamic performance of CL, CD, CL/CD and flow visualization. The results showed that with the increase in angle of attack and airspeed, rectangular straight wing and X-wing models experienced an increase in lift and drag and decreased lift to drag ratio. The rectangular straight wing model has the advantage of a simpler geometry and can produce a lift to drag ratio at an angle of attack of  $0^\circ$  which is greater than the X wing model, namely 11,7. The rectangular straight wing model is considered more appropriate to use on radio controlled aircraft for aeromodelling IDAFA cadets considering the simpler wing geometry so it is easier to manufacture and provides better aerodynamic performance.*

**Keywords:** aeromodelling, X wing, lift coefficient, drag coefficient, lift to drag ratio.

## 1. PENDAHULUAN

Aeromodelling merupakan salah satu olahraga dirgantara yang digemari oleh masyarakat baik sipil maupun militer. Olahraga aeromodelling yang menggunakan pesawat terbang model dan radio control sebagai sarana utama juga telah menjadi salah satu kegiatan ekstrakurikuler kreatif bagi Taruna Akademi Angkatan Udara (AAU). Melalui kegiatan aeromodelling inilah Taruna AAU dapat mengamati dan mempraktikkan secara langsung proses perencanaan, perancangan, pembuatan, sampai dengan uji terbang pesawat terbang model. Taruna AAU juga dapat menerapkan prinsip-prinsip aerodinamika dalam menentukan performa terbang pesawat model karena pesawat model dikondisikan menyerupai pesawat terbang yang sebenarnya. Karakter aerodinamika yang optimal khususnya pada sayap memegang peran penting pada keberhasilan tahap uji terbang pesawat terbang model karena sayap merupakan bagian pesawat terbang yang menghasilkan gaya angkat paling besar. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian guna mendapatkan desain sayap yang paling tepat digunakan pada pesawat terbang model sehingga diperoleh performa aerodinamika yang paling optimal. Para peneliti terdahulu telah melaksanakan eksperimen dan studi numerik tentang perancangan pesawat tanpa awak dan performa aerodinamika berbagai model sayap. Perancangan pesawat terbang radio controlled untuk aeromodelling Taruna AAU

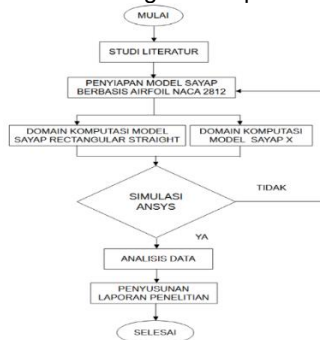
mencapai tahap preliminary design dan diperoleh lay out konfigurasi, data payload, sayap, wing loading, power loading, metode landing dan recovery. Geometri sayap yang digunakan adalah airfoil NACA 0012 berbentuk rectangular straight. Analisis metode numerik Ansys Student 2021 R1 memberikan hasil bahwa koefisien lift tertinggi tercapai pada sudut serang  $10^\circ$  sebesar 0,000235, koefisien drag terendah tercapai pada sudut serang  $0^\circ$  sebesar 6,803. Lift to drag ratio tertinggi dicapai pada sudut serang  $10^\circ$  sebesar 2,216 [1]. Aspect Ratio menyebabkan perubahan signifikan dalam karakteristik aerodinamis ketika Aspect Ratio antara 1,3 dan 1,0. Lift-to-drag ratio juga menunjukkan ketergantungan Aspect ratio pada sudut rendah. Perbedaan lift-to-drag ratio terutama disebabkan oleh komponen angkat potensial. Namun, ketergantungan Aspect Ratio menjadi sangat kecil ketika Angle of Attack besar. Karakteristik sayap dengan Aspect Ratio rendah sangat sensitif terhadap Aspect Ratio ketika Aspect Ratio antara 1,5 dan 0,5 [2]. Dalam keadaan melayang momen pitch control maksimum dari ekor inverted T hampir dua kali lipat dari inverted V. Dalam keadaan jelajah, L/D ratio dari ekor inverted V adalah 47,4% lebih tinggi dari inverted T, dan momen pitch control 12,8% lebih tinggi. Inverted V menghasilkan momen kontrol arah dengan momen lateral positif, yang bermanfaat untuk bermanuver. Mengacu pada latar belakang tersebut, peneliti bermaksud melakukan analisis numerik karakteristik aerodinamika ter

hadap model sayap X dan model sayap rectangular straight. airfoil NACA 2812 digunakan sebagai penampang model sayap. Performa aerodinamika sayap berupa koefisien lift, koefisien drag dan lift to drag ratio akan dianalisis menggunakan software Ansys Student 2022R1 pada kondisi operasional transient, incompressible, subsonic, dan sea level. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menentukan model sayap yang lebih tepat digunakan pada pesawat terbang radio controlled untuk aeromodelling Taruna AAU.

## 2. METODE PENELITIAN

Tahap penelitian secara ringkas ditunjukkan oleh diagram alir penelitian pada Gambar 1.

Gambar 1. Diagram alir penelitian



Analisis aerodinamika dilakukan secara numerik menggunakan paket perangkat lunak Ansys Student 2022R1. Model 3D sayap menggunakan penampang airfoil NACA 2812 dengan geometri airfoil sebagai berikut:

- Maximum chamber sebesar 2% dari chord.
- Maximum chamber position sebesar 80% atau 0,8 dari leading edge.
- Maximum thickness sebesar 12% dari chord.
- Number of points sebanyak 100 points.

Data koordinat airfoil NACA 2812 diperoleh dari website [www.airfoiltools.com](http://www.airfoiltools.com) menggunakan menu NACA 4 digit airfoil generator.

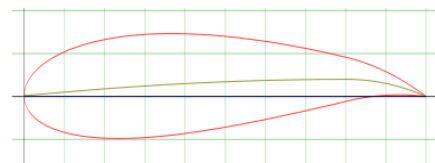
Ukuran model 3D sayap X dirancang sebagai berikut:

- Panjang sayap : 50 cm
- Lebar sayap : 12 cm
- Sudut dihedral dan anhedral: 15° dan 15°
- Luas planform sayap : 1.200 cm<sup>2</sup>

Ukuran model 3D sayap rectangular straight dirancang sebagai berikut:

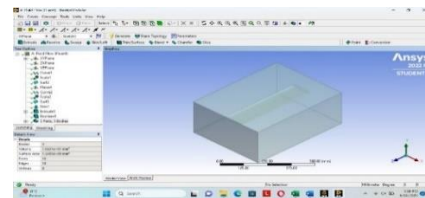
- Panjang sayap : 50 cm
- Lebar sayap : 12 cm
- Luas planform sayap: 600 cm<sup>2</sup>

Geometri airfoil ditunjukkan pada Gambar 2.

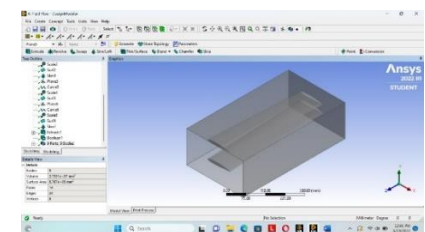


Gambar 2. Airfoil NACA 2812

Domain komputasi merupakan domain translasi yang terdiri dari domain solid dan domain fluid dibuat dengan perangkat lunak Ansys DesignModeler. Domain komputasi ditunjukkan pada Gambar 3a dan 3b.

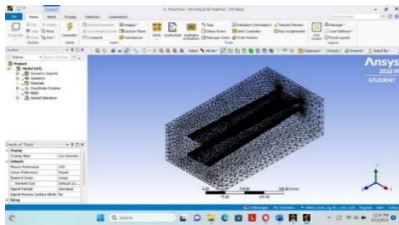


Gambar 3a. Domain komputasi model sayap rectangular straight Image used courtesy of Ansys Inc.



Gambar 3b. Domain komputasi model sayap X Image used courtesy of Ansys Inc.

Mesh dibuat dengan perangkat lunak ANSYS Meshing. Hasil meshing ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil meshing

Boundary condition diatur dengan mendefinisikan inlet, outlet, symmetry dan wall pada domain komputasi atau enclosure. Simulasi dilakukan dengan menggunakan laptop yang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

DESKRIPSI	: LENOVO LAPTOP K14 GEN 1-21CSS05400
Processor	: Intel® Core™ i3-1115G4 Processor 3.0 GHz (6M Cache, up to 4.1 GHz, 2 cores)
Sistem Operasi	: Windows 11 Home
Kartu Grafis	: Integrated Intel® UHD Graphics
Memori	: 8 GB DDR4-3200MHz (SoDIMM); Up to 32GB (2x 16GB SO-DIMM) DDR4-3200
Webcam	: 720p HD with privacy shutter
Kapasitas	: 256GB SSD M.2 NVMe
Audio	: High Definition (HD) Audio, Realtek® ALC3287 codec, Stereo speakers, 1.5W x2, Dolby Audio Dual array microphone with noise-canceling
Baterai	: 65W AC Adapter PCC (3pin)-UK (USB Type C)
Layar	: 14" FHD (1920 x 1080) anti-glare, 250 nits, 45% NTSC
Dimensi	: 324.2 x 215.2 x 17.65 mm (12.76 x 8.47 x 0.69 inches)
Berat	: 1.5 Kg (3.3 Lbs)

Pengaturan solver yang digunakan untuk simulasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rangkuman Pengaturan Solver.

Launcher	3D, Double Precision dan Display Mesh After Reading
General	Solver Type Pressure-Based
	Time Transient
Model	Gravity Y component = -9,81 m/s <sup>2</sup>
	Viscous Model k-omega SST (2 equations)
Material	Fluid Air
	Inlet velocity -inlet (Magnitude And Direction) Sesuai variasi kecepatan dan sudut serang (m/s dan °)
Boundary Condition	Outlet pressure-outlet gauge-pressure 0 Pa
	Symmetry Symmetry
	Wall No-slip condition Model sayap dan dinding domain fluida
Report Definition Residual	Lift coefficient dan drag coefficient
	Absolute criteria 0,00001
	Standard Compute From inlet Reference Frame Relative to Cell Zone

Simulasi dilakukan dengan memeriksa grafik residual dan plot iterasi koefisien lift. Setelah iterasi selesai, dilakukan pemeriksaan konservasi massa pada hasil simulasi *Fluent* untuk memastikan sistem bekerja secara konservatif. Pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis karakteristik aerodinamika sayap pesawat model dilakukan pada tahap perancangan melalui pengamatan terhadap grafik dan gambar yang diperoleh pada tahap *post processing*. Performa aerodinamika yang dianalisis antara lain koefisien lift, koefisien

drag dan lift to drag ratio. Nilai gaya lift dan gaya drag menjadi acuan menghitung koefisien lift, koefisien drag dan lift to drag ratio. Pengolahan data menggunakan perangkat lunak Microsoft Office sedang pemrosesan naskah menggunakan perangkat lunak *Libre Office* versi 7.6.1.2. Adapun analisis kualitatif dilakukan terhadap karakter aliran fluida di sekitar permukaan sayap melalui pengamatan pada kontur tekanan dan kecepatan.

### 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis numerik menggunakan Ansys Student 2022R1 menunjukkan data berupa lift dan drag pada setiap variasi angle of attack dari kedua model sayap yang disimulasikan. Nilai lift dan drag dijadikan dasar perhitungan untuk memperoleh koefisien lift dan koefisien drag. Selanjutnya dihitung rasio antara kedua koefisien tersebut. Visualisasi data hasil simulasi berupa grafik  $C_L$  vs angle of attack, grafik  $C_D$  vs angle of attack, grafik rasio  $C_L/C_D$  atau  $L/D$  vs angle of attack, serta kontur tekanan dan kecepatan udara di sekitar model sayap. Data lift dan drag diolah berdasarkan contoh perhitungan menggunakan rumus, sebagai berikut:

$$Lift = 0,323113 \text{ N}$$

$$Drag = 0,032849 \text{ N}$$

$$V = 5,56 \text{ m/s}$$

$$S = 0,6 \text{ m}^2$$

$$\rho = 1,27 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Menghitung koefisien lift

$$C_L = \frac{2 \times L}{\rho \times v^2 \times s}$$

$$C_L = \frac{2 \times 0,323113 \text{ N}}{1,27 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \times 5,56 \text{ (m/s)}^2 \times 0,6 \text{ (m}^2\text{)}}$$

$$C_L = 0,274366$$

Menghitung koefisien drag

$$C_D = \frac{2 \times D}{\rho \times v^2 \times s}$$

$$C_D = \frac{2 \times 0,032849 \text{ N}}{1,27 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \times 5,56 \text{ (m/s)}^2 \times 0,6 \text{ (m}^2\text{)}}$$

$$C_D = 0,027893$$

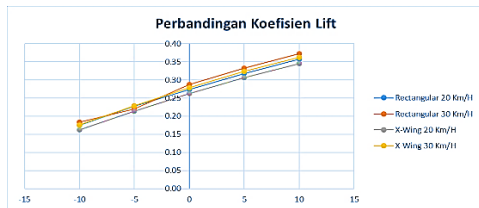
Menghitung lift to drag ratio

$$\text{Lift to drag ratio} = \frac{L}{D} = \frac{C_L}{C_D}$$

$$\text{Lift to drag ratio} = \frac{0,274366}{0,027893}$$

$$\text{Lift to drag ratio} = 9,83637$$

**Karakteristik koefisien lift**, Data koefisien lift hasil simulasi ditunjukkan pada Gambar 5 dan Tabel 2.



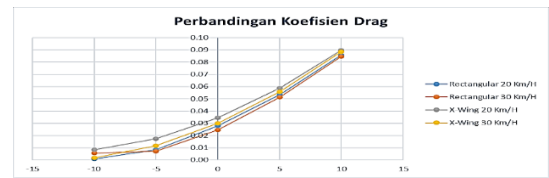
Gambar 5. Grafik koefisien lift terhadap sudut serang sayap

Koefisien lift	-10	-5	0	5	10
Rectangular 20 Km/H	0.174270	0.227412	0.274366	0.318205	0.358145
Rectangular 30 Km/H	0.184122	0.220161	0.28754	0.332331	0.373297
X-Wing 20 km/H	0.162473	0.213975	0.262303	0.306162	0.344960
X-Wing 30 Km/H	0.175703	0.229214	0.278762	0.323526	0.363033

Tabel 2. Perbandingan koefisien lift tertinggi

Gambar 5 dan Tabel 2 menunjukkan bahwa koefisien lift mengalami kenaikan pada saat bertambahnya angle of attack. Koefisien lift tertinggi dicapai oleh model sayap rectangular straight dengan angle of attack sebesar 10° pada kecepatan aliran udara sebesar 30 km/h (8,33 m/s) sebesar 0,373297. Namun, koefisien lift terendah dialami oleh sayap X dengan angle of attack sebesar -10° pada kecepatan aliran udara sebesar 20 km/h (5,56 m/s) sebesar 0,162473. Kedua model sayap mengalami peningkatan koefisien lift seiring dengan bertambahnya angle of attack, tetapi model sayap rectangular straight cenderung mampu menghasilkan koefisien lift lebih tinggi daripada model sayap rectangular straight pada kecepatan dan sudut serang yang sama.

**karakteristik koefisien drag**, Data koefisien drag hasil simulasi ditunjukkan pada Gambar 6 dan Tabel 3.



Gambar 6. Grafik koefisien drag terhadap sudut serang

Koefisien Drag	-10	-5	0	5	10
Rectangular 20 Km/H	0.000916	0.008355	0.027893	0.053519	0.085670
Rectangular 30 Km/H	0.005824	0.007148	0.024564	0.051279	0.084645
X-Wing 20 km/H	0.008273	0.017259	0.034340	0.058813	0.089816
X-Wing 30 Km/H	0.001801	0.011740	0.030053	0.055911	0.088402

Tabel 3. Perbandingan koefisien drag tertinggi

Gambar 6 dan Tabel 3 menunjukkan bahwa terjadi kenaikan koefisien drag pada saat angle of attack bertambah. Koefisien drag tertinggi dicapai oleh model sayap X dengan angle of attack sebesar 10° pada kecepatan udara 20 km/h (5,56 m/s) sebesar 0,089816, sedangkan koefisien drag terendah dialami oleh sayap rectangular straight dengan angle of attack -10° pada kecepatan udara 20 km/h (5,56 m/s) sebesar 0,000916. Diketahui model sayap X menghasilkan koefisien drag yang lebih tinggi daripada sayap rectangular straight pada angle of attack dan kecepatan udara yang sama.

**Karakteristik lift to drag ratio**, Data lift to drag ratio hasil simulasi ditunjukkan pada Gambar 7 dan Tabel 4.



Gambar 7. Grafik lift to drag ratio terhadap sudut serang

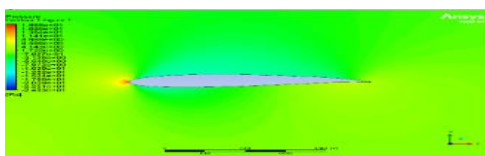
L/D	-10	-5	0	5	10
Rectangular 20 Km/H	190.2	27.2	9.8	5.9	4.1
Rectangular 30 Km/H	31.6	30.7	11.7	6.4	4.4
X-Wing 20 km/H	19.6	12.3	7.6	5.2	3.8
X-Wing 30 Km/H	97.5	19.5	9.2	5.7	4.1

Tabel 4. Perbandingan lift to drag ratio tertinggi

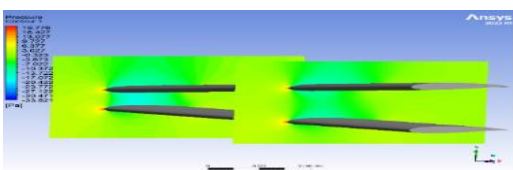
Gambar 7 dan Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai lift to drag ratio tertinggi dicapai oleh model sayap rectangular straight dengan

angle of attack sebesar-10° pada kecepatan aliran udara sebesar 20 km/h (5,56 m/s). Namun, nilai lift to drag ratio terendah dicapai oleh model sayap X dengan angle of attack sebesar 10° pada kecepatan aliran udara sebesar 20 km/h (5,56 m/s). Pada sudut serang 10° dicapai nilai lift to drag ratio dengan perbedaan yang tidak signifikan untuk setiap model sayap dan variasi kecepatan udara.

**Visualisasi aliran udara di sekitar model sayap**, Distribusi tekanan udara pada sudut serang 0° dan kecepatan 20 km/h (5,56 m/s). Kontur tekanan udara pada model sayap rectangular straight menunjukkan pressure area memiliki tekanan udara yang lebih tinggi daripada suction area sehingga cenderung menimbulkan gaya angkat pada sudut serang 0°. Pada kontur ini terjadi distribusi tekanan udara yang normal dan terbentuk gaya aerodinamika. Kontur tekanan udara dapat diamati pada Gambar 8. Pada kontur tekanan udara di sekitar model sayap X menunjukkan distribusi tekanan terjadi pada sayap atas dan bawah sehingga terdapat pertemuan aliran udara yang melewati sayap atas dan sayap bawah. Kondisi ini menimbulkan percampuran udara dari sayap atas dan sayap bawah yang memiliki perbedaan tekanan sehingga dapat mempengaruhi gaya aerodinamika yang terjadi di antara kedua sayap. Kontur tekanan udara dapat diamati pada Gambar 9.

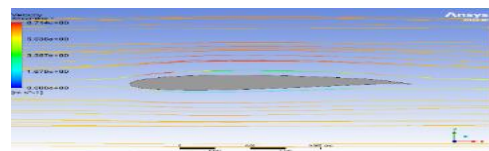


Gambar 8. Distribusi tekanan udara di sekitar model sayap rectangular straight Image used courtesy of Ansys Inc.

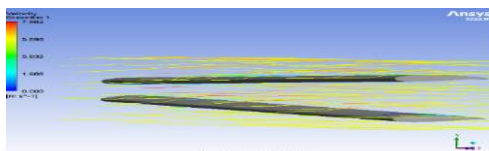


Gambar 9. Distribusi tekanan udara di sekitar model sayap X Image used courtesy of Ansys Inc.

Distribusi kecepatan udara pada sudut serang 0° dan kecepatan 20 km/h (5,56 m/s). Kontur kecepatan udara pada model sayap rectangular straight menunjukkan aliran udara yang nilainya cenderung berkebalikan dengan nilai tekanan udara pada bagian suction area dan pressure area. Kondisi ini sejalan dengan prinsip Bernoulli dan persamaan kontinuitas. Pada kontur ini terjadi distribusi kecepatan udara yang normal dan terbentuk gaya aerodinamika. Kontur kecepatan udara dapat diamati pada Gambar 10. Pada kontur kecepatan udara di sekitar model sayap X menunjukkan distribusi kecepatan terjadi pada sayap atas dan bawah sehingga terdapat pertemuan aliran udara yang melewati sayap atas dan sayap bawah. Kondisi ini menimbulkan percampuran udara dari sayap atas dan sayap bawah yang memiliki perbedaan kecepatan sehingga dapat mempengaruhi gaya aerodinamika yang terjadi di antara kedua sayap. Aliran udara kecepatan rendah di bagian bawah sayap atas bercampur dengan aliran udara kecepatan lebih tinggi di bagian atas sayap bawah. Kontur kecepatan udara dapat diamati pada Gambar 11.



Gambar 10. Distribusi kecepatan udara di sekitar model sayap rectangular straight Image used courtesy of Ansys Inc.



Gambar 11. Distribusi kecepatan udara di sekitar model sayap X Image used courtesy of Ansys Inc.

Berdasarkan hasil analisis diketahui kedua model sayap yang dianalisis memiliki keunggulan dan kekurangan karakteristik aerodinamika yang berbeda. Model sayap rectangular straight memiliki keunggulan geometri yang lebih sederhana dan dapat

menghasilkan lift to drag ratio pada posisi sudut serang  $0^\circ$  yang lebih besar daripada model sayap X sebesar 11,7. Oleh sebab itu, model sayap rectangular straight dinilai lebih tepat digunakan pada pesawat terbang radio controlled untuk aeromodelling Taruna AAU mengingat geometri sayap yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dibuat dan memberikan performa aerodinamika yang lebih baik.

#### 4. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

- Bertambahnya *angle of attack* dan kecepatan udara, model sayap rectangular straight dan sayap X mengalami kenaikan lift dan drag serta mengalami penurunan lift to drag ratio.
- Koefisien lift tertinggi dicapai oleh model sayap rectangular straight dengan angle of attack sebesar  $10^\circ$  pada kecepatan aliran udara sebesar 30 km/h (8,33 m/s) sebesar 0,373297. Namun, koefisien lift terendah dialami oleh sayap X dengan angle of attack sebesar  $10^\circ$  pada kecepatan aliran udara sebesar 20 km/h (5,56 m/s) sebesar 0,162473.
- Koefisien drag tertinggi dicapai oleh model sayap X dengan angle of attack sebesar  $10^\circ$  pada kecepatan udara 20 km/h (5,56 m/s) sebesar 0,089816, sedangkan koefisien drag terendah dialami oleh sayap rectangular straight dengan angle of attack  $10^\circ$  pada kecepatan udara 20 km/h (5,56 m/s) sebesar 0,000916.
- Nilai lift to drag ratio tertinggi dicapai oleh model sayap rectangular straight dengan angle of attack sebesar  $10^\circ$  pada kecepatan aliran udara sebesar 20 km/h (5,56 m/s). Namun, nilai lift to drag ratio terendah dicapai oleh model sayap X dengan angle of attack sebesar  $10^\circ$  pada kecepatan aliran udara sebesar 20 km/h (5,56 m/s). Model sayap rectan

gular straight memiliki keunggulan geometri yang lebih sederhana dan dapat menghasilkan lift to drag ratio pada posisi sudut serang  $0^\circ$  yang lebih besar daripada model sayap X yaitu sebesar 11,7.

- Model sayap rectangular straight dinilai lebih tepat digunakan pada pesawat terbang radio controlled untuk aeromodelling Taruna AAU mengingat geometri sayap yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dibuat dan memberikan performa aerodinamika yang lebih baik.
- Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah melaksanakan penelitian guna menentukan center of gravity dan material penyusun pesawat.

#### 5. REFERRENSI

- [1] Airfoil Tools, "NACA 4 digit airfoil generator (NACA 2812 AIRFOIL)," Sep. 25, 2023. Accessed: Sep. 25, 2023. [Online]. Available: <http://airfoiltools.com/airfoil/naca4digit?MNaca4DigitForm%5Bcamber%5D=2&MNaca4DigitForm%5Bposition%5D=80&MNaca4DigitForm%5Bthick%5D=12&MNaca4DigitForm%5BnumPoints%5D=100&MNaca4DigitForm%5BcosSpace%5D=0&MNaca4DigitForm%5BcosSpace%5D=1&MNaca4DigitForm%5BcloseTe%5D=0&MNaca4DigitForm%5BcloseTe%5D=1&yt0=Plot>
- [2] Aviatest.eu 2020, The Word of The Week : Dihedral/Anhedral, dilihat pada 17 Nov 2022, <<https://www.aviatest.eu/2020/05/28/the-word-of-the-week-dihedral-anhedral>> Anderson. John D. 1991. Fundamental of Aerodynamics (6<sup>th</sup> Edition). McgrawHill.
- [3] B. Firmanto and S. T. Hernawan, "Desain dan Analisis Numerik Performa Aerodinamika Pesawat Terbang Radio Controlled untuk Aeromodelling Taruna AAU," *Patriot Biru TNI AU*, p. 11, 2022.

- [4]Flight-study.com 2020, Airfoil Terminology, Definitions and Types, dilihat pada 15 November 2022, <<https://www.flight-study.com/2019/12/airfoil-terminology-definitions-and.html>>
- [5]H. Li, D. Li, T. Shen, and D. Bie, "Numerical Analysis on The Aerodynamic Characteristic of an X-Wing Flapping Vehicle With Various Tails," *School of Aero nautic Science and Engineering, Beihang University, Beijing*, 2022.
- [6]Infimech.co.id 2022, Tahap-tahap pada Simulasi CFD, dilihat pada 15 Nov 2022, <https://infimech.co.id/tahap-tahap-simulasi-cfd/>>
- [7]M. Mizoguchi, Y. Kajikawa, and H. Itoh, "Analysis of Aerodynamic Character of Wings Rectangular Low Aspect Ratio With Various Aspect Ratio in the Low Reynolds Number Flow," *Jurnal Aerospace Engineering, Departement of Aerospace Engineering, National Defence Academy*, 2016.
- [8]Nasa.gov 2007, Four Force on an Airplane, dilihat pada 17 Nov 2022,<<https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/VirtualAero/BottleRocket/airplane/forces.html>>
- [9]Nasa.gov 2007, Inclination Effects, dilihat pada 14 Juni 2023,<<https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/VirtualAero/BottleRocket/airplane/inclind.html>>
- [10]Wikipedia.org 2020, Sayap, dilihat pada 14 Juni2023,<<https://id.wikipedia.org/wiki/Sayap>>