

ANALISIS PENGARUH VANE TERHADAP KARAKTERISTIK DISTRIBUSI TEKANAN AIRFOIL DOUBLE-SLOTTED FLAP PESAWAT N2XX

Gagak Jatisukamto^{1*}, Mirna Sari^{2*}, Gembong Djoni Putranto³

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Jember,

² Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Jember, 68121

³ Staf Pegawai PT. Dirgantara Indonesia, Jl. Padjajaran 154, Bandung, 40174

Email: gagukjt@gmail.com

Naskah diterima: 03 Desember 2017 ; Naskah disetujui: 28 Desember 2017

ABSTRAK

Kestabilan pesawat terbang ditentukan oleh disain airfoil sayap dan ekor. Perbedaan aliran udara antara permukaan atas dan bawah airfoil menghasilkan perbedaan tekanan sehingga menyebabkan gaya angkat (*lift*) pada sayap. Perbedaan tekanan udara pada permukaan sayap dinyatakan dengan *pressure coefficient* (c_p), yaitu perbedaan tekanan statik lokal dengan tekanan statik aliran bebas. Koefisien lift (C_l) adalah rasio antara gaya angkat (*lift*) dengan tekanan dinamis. Peningkatan angka C_l sebesar 20,4% pada riset sebelumnya diperoleh berdasarkan simulasi penambahan flap. Penelitian ini bertujuan menganalisis flap dengan menambahkan vane (*double slotted flap*). Metodologi penelitian dilakukan dengan simulasi *Computational Fluid Dynamic* (CFD). Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perubahan koefisien lift dari kedua airfoil tidak terlalu signifikan, dimana perubahan pada bagian bawah trailing edge relatif kecil. Penambahan vane akan menambah tekanan positif pada bagian bawah airfoil sehingga menambah gaya angkat (*lift*).

Kata Kunci: C_p , vane, double slotted flap, airfoil, CFD

PENDAHULUAN

Negara Kesatuan Republik Indonesia terdiri dari perairan, selat dan lautan, dimana diantara pulau-pulau nusantara merupakan satu kesatuan utuh. Perairan, selat, dan lautan adalah pemersatu dari belasan ribu pulau-pulau di Indonesia. Letak geografis negara berada diantara: Pulau Rondo hingga Merauke, Pulau Miangas hingga Pulau Deli, Pulau Sekatung hingga Pulau Ndana [1]. Indonesia berpredikat sebagai negara kepulauan terbesar di dunia dengan jumlah pulau sebanyak 17.504 pulau. Luas wilayah Indonesia seluruhnya 5,2 juta km², terdiri dari 1,9 juta km² daratan dan 3,3 juta km² lautan. Indonesia terbentang disepanjang 3.977 mil diantara Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Posisi Indonesia yang terletak diantara dua benua dan dua samudera berpengaruh besar terhadap kebudayaan, sosial, dan ekonomi masyarakatnya. Indonesia memiliki tiga sistem gunung api, yaitu Sirkum Mediterania, Sirkum Pasifik dan Sirkum Lingkar Australia. Faktor geografis Indonesia menyebabkan Indonesia menjadi salah satu negara dengan potensi sumber daya alam sangat besar, tetapi juga rawan bencana alam seperti gempa bumi, letusan gunung berapi, banjir, tanah longsor, dan tsunami [2].

Pesawat terbang merupakan sarana utama untuk mewujudkan program penerbangan perintis. Pemerintah terus berupaya mengembangkan penerbangan perintis karena masih belum menjangkau seluruh wilayah negara. Penerbangan perintis menjadi

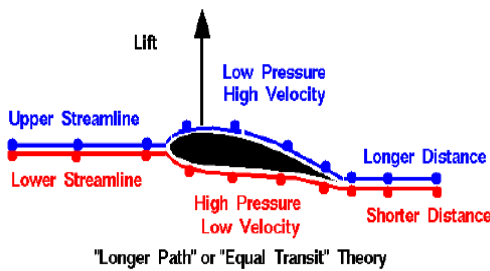
tumpuan strategis integrasi nasional untuk menghubungkan daerah terpencil di seluruh Indonesia [3]. PT Dirgantara Indonesia sebagai pabrik pesawat sipil dan militer dituntut untuk senantiasa mengembangkan dan memproduksi pesawat terbang yang handal dan dapat mendukung jalur penerbangan perintis di Indonesia.

Pesawat terbang dengan kapasitas kurang dari 50 penumpang sangat sesuai dengan kapasitas penumpang kategori penerbangan perintis. Kestabilan pesawat terbang tergantung pada disain *airfoil* sayap dan ekor. Perbedaan kecepatan aliran udara bagian atas dan bawah airfoil memberikan gaya angkat pada pesawat terbang. Analisis distribusi tekanan dengan variasi sudut serang $\alpha = 10^\circ-16^\circ$ pada profil NACA 0012 melalui uji *wind tunnel* kecepatan rendah. Hasil penelitian meunjukkan karakteristik distribusi tekanan, bahwa kehilangan gaya angkat (*stall*) terjadi pada $\alpha=16^\circ$ [4]. Pengaruh penambahan vane diamati dengan mensimulasikan aliran pada *airfoil slotted flap* (*airfoil* tanpa vane pada *double slotted flap*) menggunakan metode Vorteks. Penambahan flap pada *airfoil* menunjukkan koefisien lift *plain flap* lebih besar 20,4% dibandingkan tanpa flap. Penambahan flap dapat meningkatkan nilai koefisien lift [5-6]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan vane yang dipasang pada *double slotted flap* terhadap tekanan airfoil pesawat N2XX.

TINJAUAN PUSTAKA

Airfoil

Airfoil adalah bentuk geometri penampang yang dibuat untuk menghasilkan gaya angkat (*lift*) yang lebih besar dari gaya hambat pada saat ditempatkan pada sudut serang tertentu pada suatu aliran fluida. Distribusi tekanan fluida seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



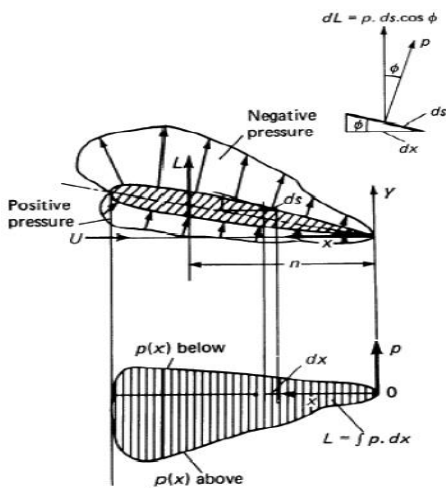
Gambar 1. Distribusi dan tekanan udara pada *airfoil*

Distribusi Tekanan

Ketika aliran udara melewati *airfoil* terjadi, perubahan kecepatan lokal di sekitar *airfoil*, akibatnya terjadi perubahan tekanan statik seperti tekanan Bernoulli. Distribusi tekanan menentukan *lift*, *pitching moment*, *form drag* dari *airfoil*, serta posisi dari pusat tekanan. Tekanan biasa ditunjukkan dengan koefisien tekanan. Koefisien tekanan adalah selisih antara pengukuran lokal dengan tekanan aliran bebas dibagi dengan tekanan dinamis.

$$C_p = \frac{P - P_\infty}{\frac{1}{2} \rho V^2} = 1 - \left(\frac{V}{V_\infty} \right)^2 \quad (1)$$

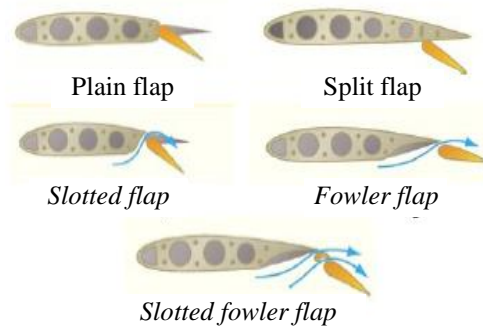
Harga C_p negatif diplot di atas sumbu horisontal. Luas area dalam kurva tertutup menyatakan nilai koefisien lift. Nilai x merupakan jarak dari *leading edge* terhadap *chord* (c). Distribusi tekanan pada *airfoil* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Distribusi tekanan pada permukaan *airfoil*

Flap

Flap merupakan salah satu bagian dari pesawat terbang yang berfungsi untuk meningkatkan daya angkat pesawat terbang saat kecepatan rendah agar pesawat terbang tidak *stall* (kehilangan daya angkat) dan menambah hambatan pada pesawat terbang. Flap bekerja dengan cara memperluas permukaan sayap atau memberikan lengkungan pada sayap untuk meningkatkan *lift coefficient* (koefisien daya angkat) pada pesawat terbang tersebut. Bentuk-bentuk *flap* yang paling banyak digunakan digambarkan pada Gambar 3.

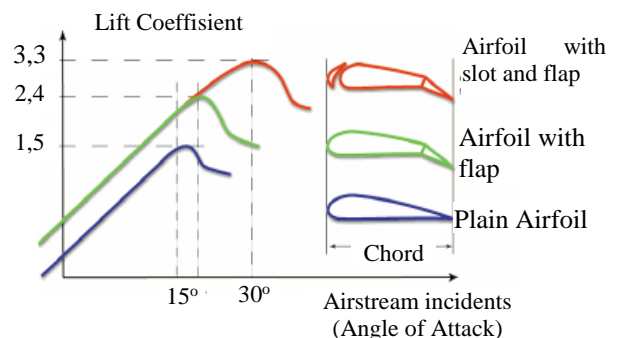


Gambar 3. Jenis-jenis *flap*

Penambahan *flap* pada *wings* akan meningkatkan gaya angkat pada kecepatan yang sama, seperti ditunjukkan dalam Gambar 4. Penambahan *flap* dan *slot* pada *wings* akan menambah gaya angkat (*lift*) karena koefisien *lift* (C_L) lebih besar dibandingkan *wings* tanpa *flap* dan *slot*. Koefisien *lift* dinyatakan dengan rumus [6]

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

C_L = koefisien lift, ρ = densitas, v = kecepatan aliran, S = luas penampang, L = lift pressure.



Gambar 4. Perbandingan Koefisien *lift* sayap tanpa *flap* dan dengan *flap*

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode simulasi CFD. Simulasi menggunakan *software* Ansys 17.0. Parameter penelitian yaitu sudut serang 8°, 12°, 14°, 16° dan 18°.

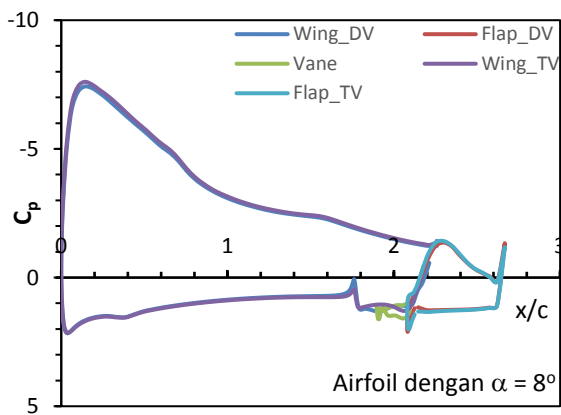
Validasi hasil simulasi dibandingkan dengan *wind tunnel test*. Simulasi dilakukan dalam tiga proses yaitu: *pre-processing*, *solver* dan *post-processing*. Tahap *pre-processing* digunakan untuk menghasilkan *meshing* pada *software Ansys Workbench*, sedangkan *solver* dan *post processing* digunakan untuk penentuan metode dan input parameter yang diperlukan pada *software Fluent*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

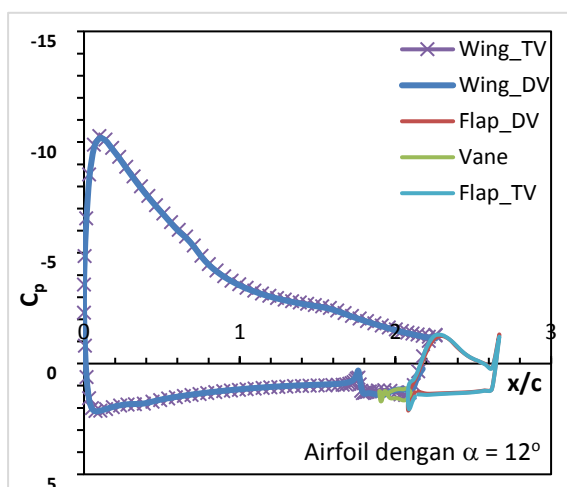
Hasil simulasi penelitian berupa grafik perbandingan distribusi tekanan yang terjadi disekitar *airfoil* dan gaya yang terjadi pada *airfoil* yaitu nilai C_p dari *airfoil* tanpa *flap* dan *airfoil* dengan *flap*. Melalui simulasi data tekanan, akan diperoleh data koefisien tekanan C_p yang di plot terhadap x/c dalam grafik untuk mengetahui bentuk distribusi tekanan pada permukaan sayap yang terjadi.

Hasil Simulasi

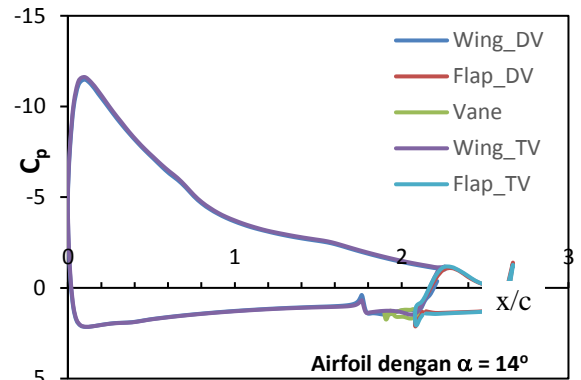
Hasil perhitungan *computational fluid dynamics* (CFD) untuk variasi sudut serang $\alpha = 8^\circ, 12^\circ, 14^\circ, 16^\circ$ dan 18° ditampilkan masing-masing dalam Gambar 5, 6, 7, 8 dan 9.



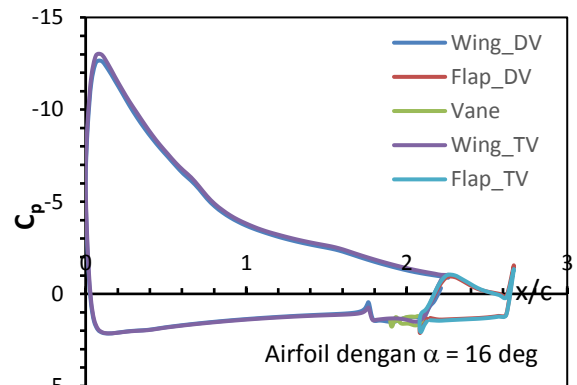
Gambar 5. Korelasi nilai x/c dengan C_1 ; $\alpha = 8^\circ$



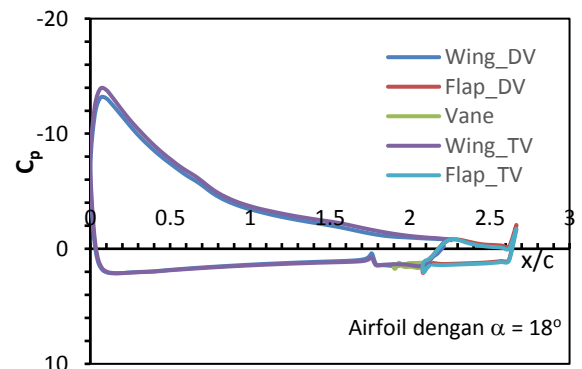
Gambar 6. Korelasi nilai x/c dengan C_1 ; $\alpha = 12^\circ$



Gambar 7. Korelasi nilai x/c dengan C_1 ; $\alpha = 14^\circ$



Gambar 8. Korelasi nilai x/c dengan C_1 ; $\alpha = 16^\circ$



Gambar 9. Korelasi nilai x/c dengan C_1 ; $\alpha = 18^\circ$

Perubahan distribusi tekanan pada Gambar 5, 6, 7, 8, 9 dari kedua *airfoil* tidak terlalu signifikan. Hanya terjadi sedikit perubahan pada bagian bawah *trailing edge*. Perubahan tersebut diakibatkan oleh adanya *vane*. Perbedaan warna merah dan hijau, maupun biru tua dan kuning disekitar *vane* yang ditandai oleh warna biru muda. Tekanan positif terjadi pada bagian bawah *airfoil* sehingga menambah gaya *lift*. Distribusi tekanan pada bagian *flap* dapat dilihat pada Gambar 2 yang menggambarkan terjadi perbedaan tekanan pada bagian

trailing edge di kedua *airfoil*. Perbedaan warna kuning dan biru tua pada kedua *flap* bagian depan. Penambahan luas grafik menghasilkan tekanan positif sehingga menambah gaya *lift*.

KESIMPULAN

Fenomena aliran yang terjadi sudut serang $0^\circ - 8^\circ$ memiliki aliran yang cenderung sama, perbedaan aliran pada *airfoil* terpasang *vane* maupun tanpa terpasang *vane* mulai terlihat pada sudut serang $12^\circ, 14^\circ, 16^\circ, 18^\circ$. Koefisien tekanan terbesar terjadi pada sudut serang 16° , sedangkan menambah sudut serang hingga 18° akan menurunkan kecepatan sehingga menurunkan gaya angkat (*stall*).

SARAN

Untuk penelitian lanjutan perlu dilakukan validasi dengan hasil uji *wind tunnel* untuk memperoleh nilai koefisien tekanan (C_p). Pengaruh *winglet* pada ujung sayap juga perlu dikaji lebih lanjut, terutama efek sudut tekuk terhadap vortek, koefisien lift dan koefisien *pressure*. Gaya angkat (*lift*) adalah integrasi dari luasan koefisien tekanan, sehingga diperlukan pendekatan matematis untuk memperoleh persamaan matematis kurva koefisien lift (C_p)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 16 Tahun 2017, Tentang Kebijakan Kelautan Indonesia
- [2] Buku Informasi Statistik Pekerjaan Umum, 2013, Pusat Pengelolaan Data (PUSDATA), Kementerian Pekerjaan Umum
- [3] Yuda Benharry Tangkilisan, 2011, Kebijakan Penerbangan Perintis di Indonesia : Latar Belakang, Tantangan, dan Kontribusi, Paradigma, Jurnal Kajian Budaya, Naskah Hasil Penelitian Hibah Strategis Nasional DRPM UI 2010 untuk Penerbitan Paradigma FIB UI
- [4] Hadi, Syamsul dan Danardono. 2009. Pengaruh Penambahan Winggrid terhadap Karakteristik Distribusi Tekanan. *Jurnal Mekanika*.7(2);15-25
- [5] Gunadi, R. 2010. Simulasi Aliran Lewat Airfoil dengan Slotted Flap menggunakan Metode Vorteks. *Jurnal Politeknologi*.9(3): 35-44
- [6] Gede, S. I. dkk.. 2014. Pengaruh Fixed Leading Edge Slot terhadap Karakteristik Airfoil Simetris dengan variasi Sudut Serang. *Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika*.3(6): 61-69
- [7] Prisacar, V., Luchian, A., 2014, "The Aerodynamic Analysis of High Lift Devices", International Convergence of Scientific Paper Afases, Brasov