

ANALISA AERODINAMIK PENGARUH LANDING GEAR PADA PESAWAT UDARA NIR AWAK (PUNA) ALAP-ALAP

Gunawan Wijiatmoko ¹⁾

¹⁾TRIE, BBT A3, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
Kawasan PUSPIPTEK Gedung 240, Tangerang Selatan, 15314
Email : gunawan.wijiatmoko@bppt.go.id

Abstrak . PUNA Alap-alap adalah salah satu jenis pesawat udara nir awak yang sedang dikembangkan di Indonesia, mempunyai Landing Gear dengan konfigurasi tricycle, dan bersifat "fixed" (bukan retracted). Salah satu konsekuensi implementasi Landing Gear jenis "fixed" adalah masalah gaya hambat (drag) yang ditimbulkannya. Gaya hambat yang besar harus dihindari oleh para perancang pesawat terbang, karena akan boros bahan bakar pada saat beroperasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh aerodinamik Landing Gear pada PUNA Alap-alap, terutama terhadap gaya hambat total (total drag). Metode yang digunakan adalah dengan cara melakukan pengujian di wind tunnel terhadap model uji aerodinamik skala 1:1,26, kemudian dilakukan analisa data hasil pengujian. Pengukuran gaya dan momen aerodinamika menggunakan external balance 6 komponen. Dari hasil pengukuran yang merepresentasikan kondisi pada saat terbang "cruise", maka nilai koefisien gaya hambatnya adalah 0,0396 dan 0,0325 masing-masing untuk kondisi "dengan" dan "tanpa" Landing Gear. Ini berarti bahwa pengaruh dari Landing Gear terhadap gaya hambat total adalah sebesar 17,93%, sedangkan biasanya adalah 5%. Oleh karena itu disarankan untuk menggunakan "fairing" untuk mengurangi gaya hambat akibat Landing Gear.

Kata kunci: gaya dan momen aerodinamika, wind tunnel test, sudut serang, external balance.

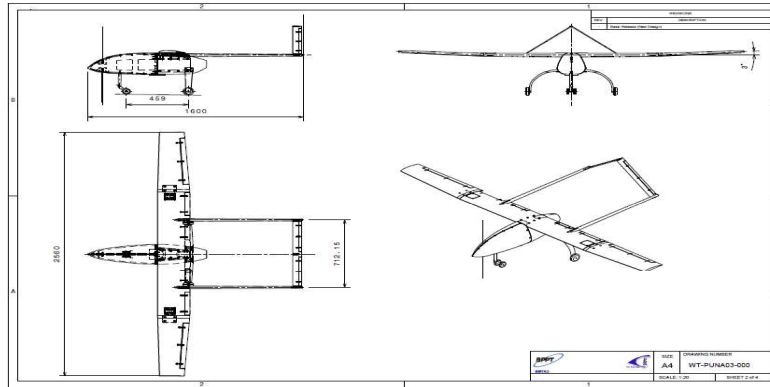
1. Pendahuluan

Komponen struktural utama dari suatu pesawat terbang jenis *fixed wing* umumnya terdiri dari *wing* atau sayap, *fuselage* atau *body*, dan *empennage*. *Empennage* adalah bagian ekor pesawat yang terdiri dari *horizontal stabilizer*, *elevator*, *vertical stabilizer* dan *rudder*. *Elevator* digunakan untuk mengontrol gerakan hidung pesawat supaya naik atau turun (*nose-up* atau *nose-down*), sedangkan *rudder* digunakan untuk berputar dan sedikit membentuk perubahan direksional [1]. Komponen lainnya yang kadang dimasukkan sebagai komponen utama adalah *landing gear* dan *power plant* [2]. Pembagian komponen ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Komponen pesawat terbang secara umum

Pesawat Udara Nir Awak (PUNA) Alap-alap, dirancang mempunyai ketinggian terbang jelajah 700 feet dengan kecepatan terbang jelajah 55 knot [3]. Walaupun bukan merupakan pesawat udara berpenumpang, namun masih bisa dikategorikan sebagai pesawat udara pada umumnya, khususnya kalau ditinjau dari segi aerodinamikanya. PUNA Alap-alap mempunyai 2 *boom* (*double boom*), yaitu bagian yang menghubungkan bagian atas *fuselage* (*high boom*) dan *empennage*, dimana *empennagenya* berbentuk *inverted-V*. Di bagian bawah *fuselage* terdapat *fixed landing gear* dengan jenis komposisi *tricycle*, yaitu sebuah *landing gear* di bagian hidung pesawat (*nose landing gear*) dan 2 buah *landing gear* di bagian belakang *fuselage* yang berfungsi sebagai *main gear*. *Lay-out* dari pesawat PUNA Alap-alap dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Lay-out model uji pesawat PUNA Alap-alap

Pemilihan *fixed landing gear*, dan bukan *retracted landing gear*, salah satunya didasarkan pada pertimbangan yang lebih mementingkan harga produksi yang murah dibanding dengan *performance* terbangnya. Dengan adanya *landing gear* yang selalu berada di luar badan pesawat, maka tentunya akan memperbesar gaya hambat atau *drag* dari pesawat, yang mana akan berakibat pada biaya bahan bakar yang boros. Menurut [4], gaya hambat yang ditimbulkan dapat mencapai 10% dari total gaya hambat pesawat. Ukuran atau dimensi pesawat juga berpengaruh, semakin kecil pesawat maka semakin besar persentase hambatan yang ditimbulkan. Bahkan untuk pesawat kecil dan berkecepatan rendah, gaya hambat akibat *fixed landing gear* dapat mencapai sepertiga dari total gaya hambat pesawat. Sumber yang lain [5] mengatakan bahkan *fixed landing gear* dapat berkontribusi hingga 5% terhadap gaya hambat pesawat. Oleh karena itu, sangatlah penting untuk mengetahui seberapa besar pengaruh aerodinamik dari landing gear pesawat PUNA Alap-alap, terutama ditinjau dari segi gaya hambatnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aerodinamis dari *fixed landing gear*, terutama gaya hambatnya terhadap total gaya hambat pesawat. Selain gaya hambat, maka gaya lain yang cukup penting untuk dianalisa adalah pengaruh terhadap gaya angkat atau *lift*. Hal ini karena berkaitan dengan kemampuan pesawat untuk mengangkat beban pesawat itu sendiri. Oleh karena kondisi terbang yang dievaluasi adalah pada saat pesawat terbang dalam kondisi lepas landas dan kondisi *cruise*. Kondisi lepas landas adalah kondisi krusial pesawat terbang sebelum menjalankan misinya, karena pada kondisi inilah paling sering terjadi kecelakaan, disamping pada kondisi mendarat. Sedangkan kondisi *cruise* dipilih untuk dievaluasi karena kondisi ini merupakan kondisi yang paling lama durasinya, yang dijalani oleh pesawat terbang.

Untuk mengetahui karakteristik pesawat terbang, termasuk juga pengaruh *landing gear*, maka dilakukan pengujian aerodinamika di dalam terowongan angin atau *wind tunnel* terhadap model uji pesawat PUNA Alap-alap. *Wind tunnel* awalnya digunakan untuk mempelajari kendaraan atau *vehicle* (khususnya pesawat terbang) pada saat terbang bebas di angkasa, dengan membalikkan paradigma umum: sebagai pengganti pesawat yang bergerak dengan suatu kecepatan di udara yang diam, maka efek yang sama juga akan diperoleh jika pesawat yang diam kemudian dihembuskan udara yang bergerak dengan suatu kecepatan. Dengan cara seperti ini, kita tanpa harus berpindah-pindah dapat mengobservasi gerakan pesawat, dan mengukur gaya dan momen aerodinamik yang terjadi pada pesawat, [6]. *Wind tunnel* yang digunakan pada penelitian ini memiliki penampang 3 x 4 m. Dari data aerodinamik hasil pengujian *wind tunnel ini*, selanjutnya dianalisa dengan membandingkan kondisi pesawat dengan dan tanpa *landing gear*.

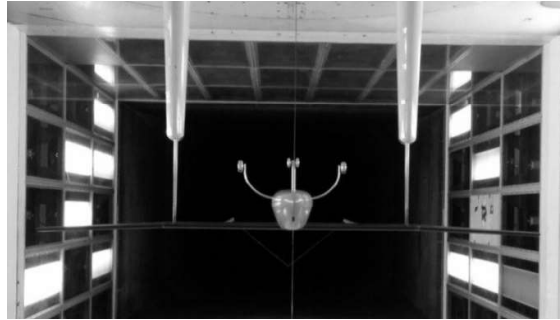
1.1. Model uji

Model pesawat terbang yang diuji adalah model uji dari pesawat terbang nir awak (PUNA) Alap-alap dengan skala 1:1,26 dengan *wing span* atau rentang sayap sepanjang 2560 mm. Skala model uji ini dipilih berdasarkan kapasitas atau lebar *test section* yang terintegrasi pada *wind tunnel* yang digunakan di BBT3. *Test section* ini merupakan bagian atau tempat dimana model uji diletakkan.

1.2. Metode dan Teknik Pengukuran

Metode dan teknik pengukuran mengacu pada [7] dan [8]. Model uji dipasang dengan menggunakan *wing strut* sebagai *model support* yang menghubungkan model uji ke *external balance*, yaitu suatu

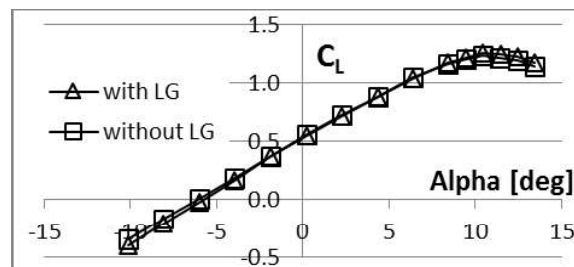
sistem yang digunakan untuk mengukur 3 gaya dan 3 momen aerodinamika di dalam terowongan angin. Posisi dari model uji adalah *UpSide Down*, yaitu posisi dimana *cockpit* berada di atas. Posisi *UpSide Down* dimaksudkan untuk mengurangi gangguan aliran angin di bagian atas sayap. Kecepatan angin yang digunakan adalah 42,5 m/s. Kecepatan angin ini dihitung berdasarkan kecepatan dan ketinggian terbang atau rezim terbang sesungguhnya dari pesawat PUNA Alap-alap, sehingga bilangan Reynold di rejim terbang sama dengan di wind tunnel. Untuk pengujian *alpha polar*, sudut alpha digerakkan dari sudut -12° hingga 20° , dengan interval pengambilan data setiap 1° . Variasi sudut alpha ini menggambarkan ketika pesawat tinggal landas, dan pada saat sudut $\alpha = 0^\circ$ dapat digunakan untuk menggambarkan kondisi *cruise*. Sedangkan untuk *beta polar*, model uji digerakkan dari sudut beta -20° hingga 20° , dengan interval pengambilan data setiap 1° . Sudut alpha adalah sudut yang terbentuk oleh arah angin dengan sumbu longitudinal model uji ketika model uji digerakkan atau diputar pada sumbu lateral, sedangkan sudut beta adalah sudut yang terbentuk oleh arah angin dengan model uji ketika model uji digerakkan atau diputar pada sumbu vertikal. Instalasi model uji dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3 . Instalasi model uji pesawat PUNA Alap-alap di test section

2. Pembahasan

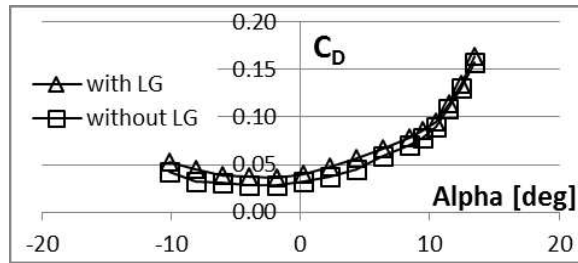
Dalam pembahasan mengenai karakteristik aerodinamika pesawat terbang, digunakan koefisien gaya dan momen aerodinamika, yaitu bilangan atau parameter yang tidak berdimensi. Koefisien tersebut adalah koefisien gaya hambat (C_D) dan koefisien gaya angkat (C_L).



Gambar 4 . Grafik sudut Alpha - C_L

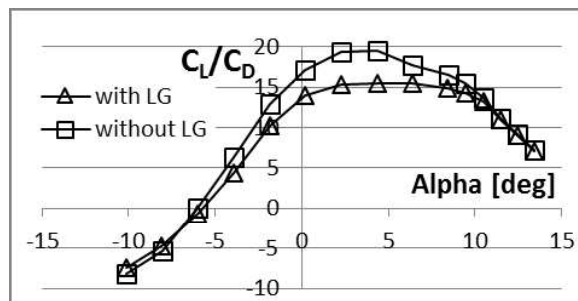
Gambar 4 menunjukkan grafik dari C_L sebagai fungsi dari sudut alpha, untuk kondisi dengan dan tanpa *landing gear*. Secara umum, penambahan sudut alpha sebelum terjadi *stall* akan menambah gaya angkat pesawat. *Stall* adalah kondisi dimana penambahan sudut alpha sudah tidak lagi menambah gaya angkat. Terlihat bahwa slope kemiringan yang terbentuk pada kondisi dengan *landing gear* sedikit lebih besar dibanding kondisi tanpa *landing gear*. Nilai C_{LMax} , yaitu nilai maksimum dari koefisien gaya angkat maksimum yang tercapai adalah 1,2595 dan 1,2350 masing-masing untuk kondisi dengan dan tanpa *landing gear*. Nilai C_{LMax} ini terjadi pada *stall angle* atau sudut stall yang sama, yaitu 11° .

Zero lift angle of attack, yaitu sudut alpha dimana nilai *lift* = 0 pada kedua kondisi adalah hampir sama, yaitu sekitar 6° . Demikian juga, pada saat sudut alpha 0° , nilai gaya angkat yang timbul juga hampir sama, yaitu sekitar 0,5512 untuk kondisi dengan *landing gear*, dan 0,5576 untuk kondisi tanpa *landing gear*.



Gambar 5 . Grafik sudut Alpha - C_D

Gambar 5 menunjukkan hubungan antara koefisien gaya hambat C_D sebagai fungsi dari sudut alpha untuk kondisi dengan dan tanpa *landing gear*. Terlihat bahwa hampir di semua sudut alpha, kondisi tanpa *landing gear* mempunyai nilai koefisien *drag* yang lebih kecil dibanding kondisi dengan *drag*. Perbedaan nilai ini hampir merata untuk semua sudut sebelum terjadi *stall*, dan mulai mengecil setelah *stall*. Pada sudut alpha 0° , nilai koefisien *drag* adalah 0,0396 dan 0,0325 masing-masing untuk kondisi dengan dan tanpa *landing gear*. Sedangkan koefisien *drag* minimumnya C_{Dmin} adalah 0,0358 yang terjadi pada sudut alpha -2° untuk kondisi dengan *landing gear*, sedangkan untuk kondisi tanpa *landing gear* adalah 0,0282 yang terjadi di sudut alpha -4° .

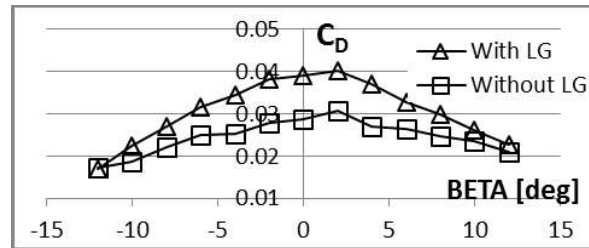


Gambar 6. Grafik sudut Alpha - C_L/C_D

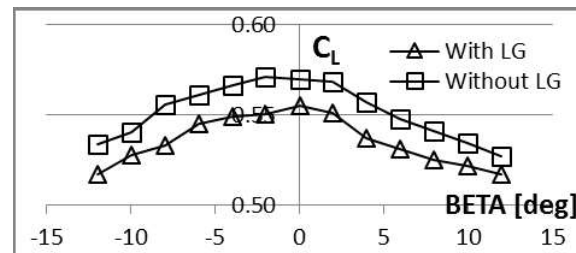
Salah satu parameter yang digunakan untuk menunjukkan kinerja atau *performance* dari suatu pesawat terbang adalah nilai rasio C_L/C_D atau L/D yang menunjukkan efisiensi dalam menghasilkan gaya angkat atau lift. Semakin tinggi nilainya, maka semakin tinggi efisiensinya. Gambar 6 menunjukkan hubungan antara nilai C_L/C_D sebagai fungsi dari sudut alpha untuk kondisi dengan dan tanpa *landing gear*. Untuk kondisi dengan *landing gear*, nilai C_L/C_{Dmax} adalah 15,5483, sedangkan kondisi tanpa *landing gear* $C_L/C_{Dmax} = 19,556$. C_L/C_{Dmax} untuk kedua kondisi tersebut terjadi pada sudut alpha 4° .

Gambar 7 menunjukkan nilai C_D sebagai fungsi dari besarnya sudut beta untuk kedua kondisi dengan dan tanpa *landing gear*. Terlihat bahwa untuk semua kondisi, jika sudut beta semakin bertambah, baik arah positif maupun negatif, maka pengaruhnya terhadap gaya hambat semakin mengecil. Namun, pengurangan gaya hambat pada kondisi dengan *landing gear* lebih besar atau lebih ekstrem dibanding pada kondisi tanpa *landing gear*.

Gambar 8 menunjukkan hubungan antara koefisien gaya angkat dengan sudut beta untuk kondisi dengan dan tanpa *landing gear*. Terlihat bahwa untuk kedua kondisi, menunjukkan bahwa pengaruh sudut beta terhadap gaya angkat akan berkurang dengan semakin bertambah besarnya sudut beta. Terlihat juga bahwa pengaruh keberadaan *landing gear* terhadap gaya angkat pesawat, terjadi di semua sudut beta.



Gambar 7 . Grafik sudut Beta - C_D



Gambar 8 . Grafik sudut Beta - C_L

3. Simpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan di atas, maka hasil analisa yang telah dilakukan terhadap hasil penelitian mengenai pengaruh *landing gear* pada pesawat udara nir awak PUNA Alap-alap dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Keberadaan *landing gear* tidak terlalu menimbulkan pengaruh negatif terhadap gaya angkat pesawat, bahkan mempunyai nilai $C_{L_{Max}}$ yang lebih tinggi walaupun tidak terlalu signifikan ($1,2595 > 1,2350$).
2. Keberadaan *landing gear* tidak berpengaruh besar terhadap *stall angle*, *zero lift angle of attack*, nilai *lift* pada saat sudut $\alpha = 0^\circ$.
3. Keberadaan *landing gear* berpengaruh negatif terhadap gaya hambat yang semakin besar di seluruh sudut α . Kontribusi dari *landing gear* terhadap gaya angkat pada sudut $\alpha = 0^\circ$ sebesar 17,93%.
4. Keberadaan *landing gear* berpengaruh negatif terhadap efisiensi terbang. Di sudut $\alpha = 4^\circ$, dimana terjadi $C_L/C_{D_{Max}}$, kontribusi *landing gear* dalam memperkecil efisiensi sebesar 20,49%.
5. Pengaruh negatif terhadap gaya hambat akibat adanya *landing gear*, akan berkurang jika sudut beta bertambah.
6. Pengaruh negatif terhadap gaya angkat akibat adanya *landing gear*, berpengaruh pada semua sudut beta.

Menurut [5], implementasi *fairing* yang direncanakan dengan baik pada *landing gear*, dapat menurunkan pengaruh gaya hambat akibat *landing gear* tanpa *fairing*. Disarankan dilakukan pengkajian mengenai implementasi *fairing* pada *landing gear* pesawat PUNA Alap-alap.

Daftar Pustaka

- [1]. David F. Anderson & Scott Eberhardt, 2010, *Understanding Flight*, 2nd edition, McGraw-Hill Companies, Inc.
- [2]. Denis Howe, 2000, *Aircraft Conceptual Design Synthesis*, Professional Engineering Publishing Limited, London and Bury St Edmunds, UK.
- [3]. Hanni Defianti, 2011, *Komputasi Aerodinamika PUNA Alap-alap*, TN2 ES222, UPT LAGG.
- [4]. Ajoy Kumar Kundu, 2010. *Aircraft Design*, Cambridge University Press, The Edinburgh Building, Cambridge CB2 8RU, UK.
- [5]. Mohammad H. Sadraey, 2011, *Aircraft Performace: Analysis*, VDM Verlag.
- [6]. Maci Valerio, 2012, *Aviation, Aerodynamics and Spaceflight (General Concepts and Applications)*, 1st edition, University Publications, Delhi.