

Analisis *Field Performance* Pesawat Airbus A350-XWB pada Bandar Udara di Wilayah Yaman

Mohammed Abdulwali^{1,*}, Freddy Franciscus², Agus Suprianto³
^{1,2,3}Prodi Teknik Penerbangan, Fakultas Teknik Dirgantara dan Industri,
Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta Timur, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 24 April 2023
Direvisi: 10 Mei 2024
Diterima: 13 Juni 2024

Kata kunci:

Field performance
Airbus A350-XWB
Bandara Sana'a
Bandara Aden
Bandara Socota

Keywords:

Field performance
Airbus A350-XWB,
Sana'a Airport
Aden Airport
Socota Airport

Penulis Korespondensi:

Mohammed Abdulwali
Email:
abdulwali12@gmail.com

ABSTRAK

Performa tinggal landas dan mendarat merupakan aspek penting dalam pengoperasian pesawat terbang, terutama terkait kebutuhan panjang landasan (runway requirement). Faktor-faktor seperti berat pesawat, elevasi landasan, dan kondisi permukaan runway menjadi parameter utama dalam menentukan kebutuhan panjang landasan yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa tinggal landas dan mendarat (field performance) pesawat Airbus A350-XWB pada beberapa bandara di wilayah Yaman, yaitu Bandara Aden, Sanaa, dan Socotra, dengan mempertimbangkan perbedaan elevasi masing-masing bandara. Analisis dilakukan dengan pendekatan perhitungan kebutuhan panjang landasan berdasarkan data spesifikasi teknis pesawat dan tabel parameter International Standard Atmosphere (ISA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesifikasi dan karakteristik pesawat Airbus A350-XWB serta mesin Rolls-Royce Trent-XWB telah diperoleh melalui aplikasi resmi masing-masing. Analisis performa pesawat pada tiga bandara di Yaman menunjukkan bahwa panjang landasan yang dibutuhkan saat lepas landas bervariasi, yaitu 2910,69 m di Bandara Aden, 2951,04 m di Bandara Sana'a, dan 2955,5 m di Bandara Socotra. Sementara itu, kebutuhan panjang landasan saat pendaratan relatif seragam di ketiga bandara, yaitu sekitar 2628,8 m. Perbedaan panjang landasan yang dibutuhkan terutama dipengaruhi oleh elevasi bandara yang berpengaruh terhadap densitas udara, di mana semakin tinggi elevasi suatu bandara, semakin panjang landasan yang dibutuhkan untuk proses lepas landas dan pendaratan.

Takeoff and landing performance are important aspects of aircraft operation, especially concerning runway requirements. Factors such as aircraft weight, runway elevation, and runway surface conditions are the main parameters in determining the optimal runway length requirement. This study aims to analyze the takeoff and landing performance (field performance) of the Airbus A350-XWB at several airports in Yemen, namely Aden Airport, Sana'a, and Socotra, taking into account the elevation differences of each airport. The analysis was conducted using an approach to calculate the runway length requirements based on the aircraft's technical specifications and the International Standard Atmosphere (ISA) parameter table. The results of the study show that the specifications and characteristics of the Airbus A350-XWB aircraft and the Rolls-Royce Trent-XWB engine have been obtained through their respective official applications. Analysis of aircraft performance at three airports in Yemen shows that the runway length required for takeoff varies, namely 2910.69 m at Aden Airport, 2951.04 m at Sana'a Airport, and 2955.5 m at Socotra Airport. Meanwhile, the runway length requirement for landing is relatively uniform at the three airports, which is around 2628.8 m. The difference in runway length required is mainly influenced by the elevation of the airport which affects air density, where the higher the elevation of an airport, the longer the runway required for the takeoff and landing process.

Copyright © 2024 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Performa operasional pesawat udara merupakan aspek fundamental dalam perancangan dan pengoperasian bandar udara [1]. Salah satu aspek krusial dalam performa terbang adalah kemampuan pesawat dalam melakukan tinggal landas (take off) dan mendarat (landing) [2]. Kinerja pesawat dalam kedua fase ini sangat dipengaruhi oleh panjang landasan yang dibutuhkan (*runway requirement*), yang bergantung pada berbagai faktor, termasuk berat pesawat, kondisi permukaan landasan, serta elevasi bandar udara [2]. Oleh karena itu, pemahaman terhadap kebutuhan panjang landasan menjadi hal yang esensial dalam industri penerbangan, terutama bagi maskapai dan otoritas bandara.

Pesawat Airbus A350-XWB merupakan salah satu pesawat berbadan lebar yang dirancang untuk penerbangan jarak jauh dengan efisiensi tinggi. Pesawat ini menggunakan mesin Rolls-Royce Trent-XWB yang memberikan daya dorong tinggi serta efisiensi bahan bakar yang optimal. Sebagai bagian dari strategi pengembangan armada, maskapai Yamenia Air memiliki rencana untuk mengoperasikan Airbus A350-XWB di beberapa bandar udara di wilayah Yaman. Namun, sebelum rencana tersebut direalisasikan, diperlukan analisis menyeluruh terhadap kemampuan pesawat dalam beroperasi di bandara yang tersedia, mengingat perbedaan elevasi dan kondisi landasan yang ada.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini memiliki beberapa rumusan masalah utama, yaitu bagaimana spesifikasi teknis dan karakteristik pesawat Airbus A350-XWB, bagaimana performa tinggal landas dan mendarat (field performance) pesawat Airbus A350-XWB, serta bagaimana pengaruh kondisi beberapa bandar udara di wilayah Yaman terhadap field performance pesawat tersebut. Untuk menjaga fokus penelitian, kajian ini dibatasi pada analisis pesawat Airbus A350-XWB yang menggunakan dua mesin Rolls-Royce Trent-XWB sesuai spesifikasi teknisnya, kondisi landasan berbahan asphalt concrete, serta faktor lingkungan yang disesuaikan dengan standar International Standard Atmosphere (ISA) [3]. Penelitian ini dilakukan di tiga bandar udara di Yaman, yaitu Bandara Aden, Sana'a, dan Socotra, yang memiliki perbedaan elevasi signifikan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memahami spesifikasi teknis serta karakteristik pesawat Airbus A350-XWB dan mesin Rolls-Royce Trent-XWB, menganalisis serta memahami field performance pesawat Airbus A350-XWB, serta mengevaluasi pengaruh kondisi beberapa bandar udara di wilayah Yaman terhadap performa operasional pesawat tersebut. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan mengenai kelayakan operasional pesawat Airbus A350-XWB di wilayah Yaman serta menjadi referensi bagi perencanaan infrastruktur penerbangan di wilayah tersebut.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis kebutuhan panjang landasan pesawat Airbus A350-XWB di beberapa bandar udara di Yaman. Metode yang diterapkan melibatkan pengumpulan data spesifikasi teknis pesawat, karakteristik mesin, serta faktor lingkungan yang mempengaruhi performa pesawat selama tinggal landas dan pendaratan. Analisis dilakukan melalui perhitungan berbasis standar International Standard Atmosphere (ISA) untuk menilai dampak elevasi dan kondisi landasan terhadap field performance pesawat.

II.1 Prosedur Penelitian

Metode penelitian yang diterapkan dalam studi ini mengikuti kaidah ilmiah yang rasional, sistematis, dan empiris. Rasionalitas dalam penelitian ini dicapai dengan menerapkan pendekatan berbasis data dan teori aerodinamika, sedangkan sistematika diperoleh dengan mengikuti langkah-langkah penelitian yang logis dan berurutan. Aspek empiris penelitian dipenuhi melalui analisis data sekunder dari sumber resmi yang dapat diverifikasi.

Data penelitian dikumpulkan melalui studi literatur dan spesifikasi teknis dari Airbus serta Rolls-Royce. Data tersebut kemudian diolah menggunakan metode perhitungan kebutuhan panjang landasan berdasarkan faktor teknis pesawat dan kondisi atmosfer pada masing-masing bandara. Diagram alir penelitian ditampilkan untuk memberikan gambaran sistematis mengenai tahapan analisis.

II.2 Spesifikasi Pesawat Airbus A350-XWB

Pesawat Airbus A350-XWB merupakan pesawat berbadan lebar yang dirancang untuk penerbangan jarak jauh dengan efisiensi bahan bakar tinggi. Spesifikasi utama pesawat yang menjadi objek penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Spesifikasi utama pesawat Airbus A350-XWB [4,6]

Spesifikasi	Keterangan
Jenis <i>engine</i>	Turbofan engine Trent-XWB
Massa maksimal lepas landas	280 ton (617.294 lb)
Massa maksimal pendaratan	191 ton (421.083 lb)
Jarak lepas landas	8.500 ft (2.600 m)
Jarak pendaratan	6.600 ft (2.000 m)
Kapasitas bahan bakar maksimum	243.662 lb (110.523 kg)
Kecepatan maksimum	0,86 mach
Jangkauan maksimum	8.100 nm (15.000 km)
Kapasitas penumpang	300 - 440 orang
Luas sayap	4.760 ft ² (442 m ²)
Rentang sayap	212,43 ft (66,8 m)
Tinggi keseluruhan	55 ft 11 in (17,05 m)
Lebar badan	18 ft 5 in (5,61 m)

II.3 Spesifikasi Mesin Rolls-Royce Trent-XWB

Pesawat ini menggunakan mesin Rolls-Royce Trent-XWB yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan daya dorong pesawat. Spesifikasi teknis mesin adalah sebagai berikut:

Tabel 2 Spesifikasi mesin Rolls-Royce Trent-XWB [5,6]

Spesifikasi	Keterangan
Tipe mesin	High bypass turbofan engine
Kompresor	Triple spool – axial flow compressor
Tipe ruang bakar	Annular duct type
Rasio Bypass	9,6 : 1
Rasio Kompresi	50 : 1
Jumlah Tahapan Kompresor	1 LPC, 8 IPC, 6 HPC
Tahapan Turbin	1 HPT, 1 IPT, 6 LPT
Konsumsi Spesifik Bahan Bakar (SFC)	0,6 lb/hr/lbf (cruise flight)
Suhu Masuk Turbin Maksimum	2.843°F (1.562°C)
Diameter Kipas	112 in (2,85 m)
Panjang Mesin	228 in (5,812 m)
Berat Mesin	16.640 lb (6.445 kg)
Daya Dorong Maksimum	97.000 lbf (431 kN)

II.4 Karakteristik Bandar Udara dalam Studi

Untuk memahami pengaruh faktor lingkungan terhadap performa pesawat Airbus A350-XWB, penelitian ini menganalisis tiga bandar udara di Yaman yang memiliki karakteristik elevasi dan kondisi landasan berbeda sebagaimana ditampilkan pada Tabel 3, 4, dan 5.

Tabel 3 Spesifikasi bandar udara Aden [7,8]

Spesifikasi	Keterangan
Lokasi	6 km dari pusat kota Aden
Elevasi	7 feet (2 meter)
Jenis landasan	Aspal (PCN 074FBWT)
Panjang runway	3.100 x 45 meter
Frekuensi navigasi	VOR-DME (112.5 MHz), NDB (361 kHz)

Tabel 4 Spesifikasi bandar udara Sana'a [7,8]

Spesifikasi	Keterangan
Lokasi	15 km dari pusat kota Sana'a
Elevasi	7.216 feet (2.199 meter)
Jenis landasan	Aspal
Panjang runway	3.252 x 45 meter
Frekuensi navigasi	VOR-DME (116.1 MHz), NDB (395 kHz)

Tabel 5 Spesifikasi bandar udara Socotra [7,8]

Spesifikasi	Keterangan
Lokasi	12 km dari pusat kota Yaman
Elevasi	146 feet (45 meter)
Jenis landasan	Aspal (PCN 060FBWU)
Panjang runway	3.300 x 45 meter
Frekuensi navigasi	NDB (280 kHz)

Penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan perbedaan elevasi ketiga bandara di atas, di mana perbedaan ketinggian berdampak pada densitas udara yang mempengaruhi performa tinggal landas dan pendaratan pesawat. Melalui analisis ini, diharapkan dapat diperoleh rekomendasi mengenai panjang landasan yang ideal untuk operasi Airbus A350-XWB di masing-masing bandara.

III. HASIL DAN DISKUSI

Field performance pesawat Airbus A350-XWB dianalisis berdasarkan kebutuhan panjang landasan untuk tinggal landas (takeoff) dan pendaratan (landing) di tiga bandar udara di Yaman, yaitu Bandara Sana'a, Bandara Aden, dan Bandara Socotra. Perhitungan dilakukan dengan mempertimbangkan faktor aerodinamika, thrust mesin, elevasi bandara, serta karakteristik permukaan landasan. Berikut adalah hasil dan pembahasan dari analisis yang dilakukan.

III.1 Performa Tinggal Landas (Takeoff Performance)

Bandara Sana'a memiliki elevasi 2.199 meter di atas permukaan laut (mdpl). Dengan menggunakan parameter aerodinamika dan thrust mesin, panjang landasan yang dibutuhkan untuk tinggal landas (takeoff distance) diperoleh sebesar 2.951,04 meter. Perhitungan ini mempertimbangkan densitas udara yang lebih rendah di elevasi tinggi, yang menyebabkan penurunan daya angkat (lift) dan peningkatan kebutuhan panjang landasan.

Bandara Aden memiliki elevasi yang jauh lebih rendah dibandingkan Bandara Sana'a, yaitu 2 meter mdpl. Perhitungan menunjukkan bahwa kebutuhan panjang landasan untuk tinggal landas di bandara ini adalah 2.910,69 meter. Perbedaan panjang landasan dibandingkan Bandara Sana'a terutama disebabkan oleh densitas udara yang lebih tinggi di elevasi rendah, yang memungkinkan pesawat memperoleh daya angkat lebih cepat.

Bandara Socotra terletak di pulau terpencil dengan elevasi 45 meter mdpl. Perhitungan menunjukkan bahwa panjang landasan yang dibutuhkan untuk tinggal landas adalah 2.955,49 meter. Elevasi yang lebih rendah dibandingkan Bandara Sana'a tetapi lebih tinggi dari Bandara Aden menyebabkan kebutuhan panjang landasan berada di antara kedua bandara tersebut.

Diketahui density (ρ) sebesar 0.0023741 slugs/ft³ dan V_{10} sebesar 286.928 ft/s. Perhitungan take-off performance untuk bandara Socotra dirincikan sebagai berikut:

$$286.928 = 1.1 \sqrt{\frac{2 \times 617294 \text{ lbf}}{0.0023741 \frac{\text{slugs}}{\text{ft}^3} \times 4760 \text{ ft}^2 \times C_{Lmax}}}$$

$$\begin{aligned}\frac{286.928}{1.1} &= \sqrt{\frac{109248.65}{C_{Lmax}}} \rightarrow (260.84)^2 = \frac{109248.65}{C_{Lmax}} \\ 68037.50 &= \frac{109248.65}{C_{Lmax}} \\ C_{Lmax} &= 1.61\end{aligned}$$

Diketahui thrust loading (T/W) = 0.157 dan wing loading (W/S) = 129.68 lb/ft². Dengan demikian, panjang jarak ground roll (S_g) pada saat takeoff:

$$\begin{aligned}S_g &= 1.21 \frac{\frac{W}{S}}{g \times \rho \times C_{Lmax} \times \left(\frac{T}{W}\right)} = \frac{1.21 \times 129.68 \frac{lb}{ft^2}}{32.2 \frac{kg}{m^2} \times 0.0023741 \frac{slug}{ft^3} \times 1.61 \times 0.157} \\ &= 8120.4 \text{ ft atau } 2475.098 \text{ m}\end{aligned}$$

Turn radius pada saat airborne dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}R &= \frac{V_{lo\infty}}{g \times (n - 1)} \\ \text{Load factor } (n) = L/W &= \frac{\frac{1}{2} \times \rho_{\infty} \times V_{lo}^2 \times S \times (0.9) \times C_{Lmax}}{\frac{1}{2} \times \rho_{\infty} \times V_{stall}^2 \times S \times C_{Lmax}} \\ n &= \frac{\frac{1}{2} \times 0.0023741 \frac{slugs}{ft^3} \times 286.93^2 \frac{ft}{s} \times 4760 ft^2 \times 0.9 \times 1.61}{\frac{1}{2} \times 0.0023741 \frac{slugs}{ft^3} \times \frac{260.84^2 ft}{s} \times 4760 ft^2 \times 1.61} = 1.089 \\ \frac{V_{lo\infty}^2}{g \times (n - 1)} &= \frac{286.93^2 \frac{ft}{s}}{32.2 \frac{kg}{ft^2} \times 0.089} = 28728.04 \text{ m}\end{aligned}$$

Diketahui ketinggian obstacle (h_{OBS}) = 35 ft sehingga:

$$\theta_{OBS} = \cos^{-1} \left(1 - \frac{h_{OBS}}{R} \right) = \cos^{-1} \left(1 - \frac{35}{28728.04} \right) = 3.145^\circ$$

Jarak airborne (S_a) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S_a = R \times \sin \theta = 28728.04 \times \sin 3.145^\circ = 1576.10 \text{ ft atau } 480.39 \text{ m}$$

Dengan demikian, jarak total take off adalah:

$$S_{tot} = S_g + S_a = 8120.4 + 1576.10 = 9696.5 \text{ ft atau } 2955.493 \text{ m}$$

III.2 Performa Pendaratan (Landing Performance)

Perhitungan kebutuhan panjang landasan untuk pendaratan pesawat Airbus A350-XWB di Bandara Sana'a menghasilkan panjang 2.628,8 meter. Analisis ini mempertimbangkan kondisi aerodinamika selama pendekatan (approach), flare, dan ground roll.

Di Bandara Aden, pesawat juga memerlukan panjang landasan 2.628,8 meter untuk mendarat. Dengan permukaan landasan yang sama dan tidak adanya perbedaan signifikan dalam kecepatan pendaratan, nilai ini relatif seragam dengan Bandara Sana'a.

Untuk Bandara Socotra, hasil perhitungan menunjukkan bahwa panjang landasan yang dibutuhkan untuk pendaratan adalah 2.628,8 meter. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan panjang landasan untuk pendaratan relatif konstan di ketiga bandara karena tidak banyak perbedaan dalam parameter pendaratan seperti kecepatan pendekatan dan kecepatan flare.

Diketahui $\theta_a = 3^\circ$, $W_{\text{landing}} = 421082 \text{ lbf}$, dan $T_{\text{landing}} = 0.7 \times 97000 = 67900 \text{ lbf}$. Perhitungan landing performance untuk bandara Socotra dirincikan sebagai berikut:

Lift dan drag untuk landing dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$L_{\text{landing}} = W \cos \theta_a = 420615.47 \text{ lbf}$$

$$D_{\text{landing}} = T + W \sin \theta_a = 87735.72 \text{ lbf}$$

Di mana $V_{\text{stall}} = 260.84 \text{ ft/s}$

$$L_{\text{landing}} = \frac{1}{2} \times \rho \times V_{\text{stall}}^2 \times S \times C_l$$

$$420615.47 = \frac{1}{2} \times 0.0023741 \frac{\text{slugs}}{\text{ft}^3} \times (260.84)^2 \times 4760 \text{ ft}^2 \times C_l$$

$$C_l = 1.14$$

$$D_{\text{landing}} = \frac{1}{2} \times \rho \times V_{\text{stall}}^2 \times S \times C_D$$

$$87735.72 = \frac{1}{2} \times 0.0023741 \frac{\text{slugs}}{\text{ft}^3} \times (260.84)^2 \times 4760 \text{ ft}^2 \times C_D$$

$$C_D = 0.2$$

Kecepatan flare dihitung sebagai berikut:

$$V_f = 1.23 V_{\text{stall}} = 1.23 \times 260.84 = 320.8 \text{ ft/s}$$

Load factor (n) untuk landing dihitung sebagai berikut:

$$n = \frac{L}{W} = \frac{\frac{1}{2} \times \rho \times V_f^2 \times S \times 0.9 \times C_{L_{\text{max}}}}{\frac{1}{2} \times \rho \times V_{\text{stall}}^2 \times S \times C_{L_{\text{max}}}}$$

$$n = \frac{\frac{1}{2} \times 0.0023741 \frac{\text{slugs}}{\text{ft}^3} \times (320.8)^2 \text{ ft/s} \times 4760 \text{ ft}^2 \times 0.9 \times 1.61}{\frac{1}{2} \times 0.0023741 \frac{\text{slugs}}{\text{ft}^3} \times (260.84)^2 \text{ ft/s} \times 4760 \text{ ft}^2 \times 1.61} = 1.36$$

Turn radius (R) pada saat landing dihitung sebagai berikut:

$$R = (V_f^2)/(g \times (n - 1)) = (320.8)^2/(32.2 \times 0.36) = 88779.9 \text{ ft}$$

Ketinggian flare (h_f) dihitung sebagai berikut:

$$h_f = R(1 - \cos \theta_a) = 8877.9(1 - \cos 3^\circ) = 12,17 \text{ ft}$$

Jarak terbang approach dihitung sebagai berikut:

$$S_a = (50 - h_f)/\tan \theta_a = (50 - 12,17)/\tan 3^\circ = 721.84 \text{ ft atau } 219.81 \text{ m}$$

Jarak terbang flare (S_f) dihitung sebagai berikut:

$$S_f = R \times \sin \theta_a = 8877.90 \times \sin 3^\circ = 464.63 \text{ ft atau } 141.62 \text{ m}$$

Jarak ground roll dihitung sebagai berikut:

Diketahui $N = 3s$, $V_{TD} = 1.15 \times V_{stall}$, dan $V_{TD} = 299.966 \text{ ft/s}$.

$$S_L = N \times V_{TD} + \frac{W \times V_{TD}^2}{2g} \left[\frac{1}{T_{rev} + D + \mu_r (W - L)} \right]_{0, V_{TD}}$$

$$S_L = 3 \times 299.966 + \frac{421082.9211 \times 299.966^2}{2 \times 32.2} \times \left[\frac{1}{T_{rev} + 89973.73 + (0.02 \times 467.45)} \right]$$

$$= 899.898 + 6538.3 = 7438.198 \text{ ft atau } 2267.16 \text{ m}$$

Di asumsikan pesawat tidak menggunakan thrust reverse. Total landing distance (S_{tot}) adalah hasil penjumlahan dari jarak approach (S_a) dan jarak flare (S_f) dan jarak ground roll (S_L)

$$S_{tot} = S_a + S_f + S_L = 721.84 + 464.63 + 7438.198 = 8624.628 \text{ atau } 2628.8 \text{ m}$$

III.3 Rangkuman Hasil Perhitungan

Untuk memudahkan perbandingan hasil analisis, berikut adalah tabel ringkasan kebutuhan panjang landasan pesawat Airbus A350-XWB di tiga bandar udara yang diteliti:

Tabel 6 Kebutuhan panjang landasan pesawat Airbus A350-XWB di bandara Aden, Sana'a dan Socotra

Bandara	Take off distance (m)	Landing distance (m)
Aden	2.910,69	2.628,8
Sana'a	2.951,04	2.628,8
Socotra	2.955,49	2.628,8

Hasil analisis menunjukkan bahwa elevasi bandara berpengaruh signifikan terhadap kebutuhan panjang landasan, terutama pada fase tinggal landas. Bandara dengan elevasi lebih tinggi (Sana'a) memerlukan landasan yang lebih panjang dibandingkan dengan bandara yang lebih rendah (Aden dan Socotra). Hal ini disebabkan oleh perbedaan densitas udara yang mempengaruhi gaya angkat pesawat dan efisiensi mesin. Sebaliknya, kebutuhan panjang landasan untuk pendaratan relatif konstan karena faktor-faktor aerodinamika saat fase pendekatan dan flare lebih dominan dibandingkan pengaruh elevasi.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan, spesifikasi dan karakteristik pesawat Airbus A350-XWB serta mesin Rolls-Royce Trent-XWB telah diperoleh berdasarkan sumber resmi. Data tersebut digunakan sebagai dasar dalam analisis kebutuhan panjang landasan untuk operasi pesawat di berbagai bandara. Kebutuhan panjang landasan untuk tinggal landas bervariasi tergantung

pada elevasi bandara. Di Bandara Aden, panjang landasan yang dibutuhkan adalah 2.910,69 meter, di Bandara Sana'a 2.951,04 meter, dan di Bandara Socotra 2.955,49 meter. Sementara itu, kebutuhan panjang landasan untuk pendaratan di ketiga bandara relatif seragam, yaitu 2.628,8 meter. Faktor utama yang mempengaruhi kebutuhan panjang landasan adalah elevasi bandara. Perbedaan elevasi berpengaruh terhadap densitas udara, yang secara langsung memengaruhi performa aerodinamika pesawat. Bandara dengan elevasi lebih tinggi memiliki udara yang lebih tipis, sehingga pesawat memerlukan kecepatan yang lebih tinggi dan landasan yang lebih panjang untuk tinggal landas dan mendarat dengan aman.

Untuk penelitian selanjutnya dalam analisis kebutuhan panjang landasan takeoff dan landing, disarankan untuk mempertimbangkan faktor tambahan seperti penggunaan sistem pengereman (reverse thrust system) guna memahami pengaruh pengereman terhadap pengurangan panjang landasan saat pendaratan. Selain itu, arah dan kecepatan angin (wind direction and velocity) juga perlu diperhitungkan karena dapat secara signifikan mempengaruhi jarak takeoff dan landing. Sistem pengereman roda (wheel brake system) juga menjadi faktor penting dalam memperhitungkan efektivitas pengereman dalam mengurangi ground roll distance. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, analisis kebutuhan panjang landasan dapat menjadi lebih komprehensif dan akurat untuk perencanaan operasional pesawat Airbus A350-XWB di berbagai kondisi bandara.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma atas dukungan akademik dan fasilitas yang diberikan dalam penyelesaian penelitian ini. Penghargaan juga disampaikan kepada rekan-rekan sejawat yang telah memberikan bantuan serta diskusi yang konstruktif dalam menyusun dan mengembangkan kajian ini. Tidak lupa, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah menyediakan data dan informasi yang relevan, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anderson, Jhon, 2000, "Aircraft Performance and Design", Mc.Graw-Hill Book, New York, USA.
- [2] Roskam, Jan, 1989, "Preliminary Sizing of Airplane - Part 1", Roskam Aviation and Engineering Cooperation, Ottawa.
- [3] EASA, 2020, "Type Certificate Data Sheet (TCDS), No. EASA.A.151", European Aviation Safety Agency Proprietary, Toulouse - France.
- [4] EASA, 2018, "Type Certificate Data Sheet (TCDS), No. EASA.E.036", European Aviation Safety Agency Proprietary, Toulouse - France.
- [5] Airbus, www.airbus.com, diakses tanggal 20 Oktober 2024.
- [6] Rolls-Royce, www.rolls-royce.com, diakses tanggal 26 Oktober 2024.
- [7] Airbus S.A.S, 2020 "Aircraft Maintenance Manual, Chapter 06 - Dimensions & Area", Toulouse - France.
- [8] Airbus S.A.S, 2020 "Aircraft Maintenance Manual, Chapter 72 - Engine, Toulouse – France.