

ANALISIS DATA UJI PRESTASI TERBANG *FIELD PERFORMANCE* PADA PESAWAT UDARA CN235

FLIGHT TEST DATA *FIELD PERFORMANCE* ANALYSIS FOR CN235 AIRCRAFT

Sayuti Syamsuar

Pusat Teknologi Industri dan Sistem Transportasi (PTIST),
Kedeputan Teknologi Industri Rancang Bangun dan Rekayasa (TIRBR),
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT),
Jl. M. H Thamrin No. 8 Jakarta
[email:sayutisyamsuar@yahoo.com](mailto:sayutisyamsuar@yahoo.com)

Diterima: 13 Maret 2013, Revisi 1: 4 April 2013, Revisi 2: 15 April 2013, Disetujui: 29 April 2013

ABSTRAK

Pengujian lapangan seperti *takeoff* dan *landing* pesawat udara CN235 adalah untuk mengetahui jarak *takeoff* dan *landing fase* darat dan udara yang direferensikan ke Peraturan Udara Internasional. Hasil analisis data uji terbang telah dihitung selama perioda sertifikasi dan akan digunakan sebagai validasi kurva buku panduan terbang pilot. Beberapa konfigurasi posisi *flap*, titik pusat gravitasi dan posisi roda pendarat telah digunakan pada pangujian lapangan ini. Sedangkan, kondisi kritis mesin saat *takeoff*, *landing*, *rejected takeoff* dan *short field landing* yang merupakan kondisi berbahaya juga telah dilakukan untuk memenuhi permintaan data buku panduan penerbang. Kecepatan pesawat yang direncanakan sudah dipersiapkan dan merupakan fungsi dari kecepatan stall adalah memperbaiki teknik uji terbang dari Pilot.

Kata Kunci: prestasi terbang *takeoff-landing*, pesawat udara bersayap tetap, landasan pacu, buku panduan penerbang, kecepatan terencana

ABSTRACT

The field performance test as takeoff and landing of CN235 fixed wing aircraft are to know the normal takeoff and landing distance on the ground and air phase are referred to the Federal Aviation Regulation. The flight test data analysis results have been calculated during flight test certification period and it will be used for Airplane Flight Manual validation. These configurations with flap, center of gravity positions and several landing gear positions have been used in the airfield. So, the critical engine in-operative during takeoff, landing, rejected takeoff and short field landing as critical conditions have been tested to fulfill the Airplane Flight Manual data. The speed schedule as a function of stall speed determination, V_s is to improve the Pilot test technique.

Keywords: *Field performance, fixed wing, airfield, flight manual, speed schedule*

PENDAHULUAN

Pengujian prestasi terbang *takeoff* dan *landing* di lapangan terbang merupakan hal penting untuk semua program uji terbang pesawat udara bersayap tetap (*fixed wing*). Pada kasus ini dibahas tentang prestasi terbang *takeoff* dan *landing* dari pesawat udara CN235 sebagai bagian dari *performance tradeoff* yang telah dilaksanakan oleh Divisi *Flight Test Center*, PT. Industri Pesawat Terbang Nusantara (PT. IPTN) beberapa tahun yang lalu (1996-1997). Semua

data uji terbang direkam dan ditampilkan dalam bentuk kurva *time histories* (t) dan kertas *print out*. Perhitungan analisis data berdasarkan model matematika persamaan gerak hukum *newton* kedua sehingga menghasilkan panjang/ jarak tempuh total *takeoff* dan *landing*. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan beberapa program uji terbang untuk konfigurasi berat, posisi titik pusat gravitasi, C.G, posisi *flap* dari pesawat udara CN235 dan sudut

elevasi (sudut kemiringan) landasan pacu tempat pelaksanaan pengujian adalah untuk memenuhi syarat sertifikasi berdasarkan *Federal Aviation Regulation (FAR)*, *AC (Advisory Circular) 150/5325-4* sehingga diperoleh Buku Panduan Terbang Pilot, *Airplane Flight Manual (AFM)*, dalam menerbangkan pesawat udara tersebut. Beberapa pengujian tentang *Rejected Takeoff (RTO)* sebagai keadaan gagal melakukan *takeoff* dan *Short Field Landing* jika menemukan landasan pacu yang lebih pendek dimaksudkan untuk memenuhi standar internasional FAR.

Terdapat beberapa metodologi perhitungan jarak *takeoff* dan *landing* seperti :

1. Metoda *grid* yaitu dengan memasang *runway marker* pada jarak tertentu dipinggir landasan pacu dan disertai dengan pemotretan serta perekaman *video* sehingga diperoleh jarak *takeoff* atau *landing* secara geometri. Metoda ini digunakan sebagai standar pembandingan sesuai regulasi FAA.
2. Metoda analisis menggunakan rumusan perhitungan matematika berdasarkan persamaan gerak pesawat udara sesuai dengan Hukum Newton kedua dimana data yang terukur oleh sistem sensor, instrumentasi dan *OBDAS (On Board Data Acquisition)* digunakan sebagai data input persamaan gerak pesawat udara tersebut.

Jarak *takeoff* atau *landing* di *ground* ditambah jarak *takeoff* atau *landing* di udara merupakan jarak total *takeoff* atau *landing* seperti yang diuraikan pada sub-bab teori. Pada *tradeoff study* dari segi teknik uji terbang dari pilot dalam melaksanakan pengujian ini merupakan keahlian dari penerbang, sehingga prosedur operasional menjadi lebih efisien dan praktis. Hal ini digunakan orang dalam fase pengembangan. Semakin pendek jarak *takeoff* dan *landing*, maka semakin baik prestasi terbang pesawat udara tersebut. Maka, landasan pacu yang digunakan untuk mendarat atau mengudara semakin pendek. Pesawat udara yang dapat mengudara atau mendarat di landasan pacu yang pendek akan mempunyai daya saing tinggi. Pengujian dilakukan beberapa *run*, sehingga data ini dapat digunakan dalam validasi pembuatan *AFM*. Faktor yang paling menentukan dalam memperpendek jarak *takeoff* atau *landing* adalah teknik *Test Pilot* dalam menerbangkan pesawat udara tersebut yang tidak diuraikan disini. Hal ini menyangkut kemahiran dan latihan dari Pilot dalam pelaksanaan uji terbang. Persyaratan *head wind*

dibawah 10.0 *knots* dan sudut *best climb gradient* γ , juga menentukan persoalan ini di lapangan. Tujuan dari program pengujian adalah untuk menentukan sudut *flap* optimum saat *takeoff* dan *landing*, dimana dari hasil uji terbang *field performance test* ini diperoleh sudut *Flap* = 15° untuk fase *takeoff* dan sudut *Flap* = 23° untuk fase *landing*.

Pengujian *stall speed determination* telah dilakukan sebelumnya, sehingga kecepatan *stall*, V_s dapat dimasukkan ke dalam penyusunan *speed schedule* sesuai dengan regulasi.

Perkembangan sampai saat ini di tahun 2013 setelah 17 tahun kemudian, dimana pesawat udara CN235 telah mempunyai generasi pesawat CN235-300 yang sudah banyak digemari orang dan telah mencapai kemajuan pesat dimana mampu mencapai berat *MTOW (Maximum Takeoff Weight)* = 16.400 kg dengan *power* yang sama dengan *payload* yang lebih besar. Hal ini seperti yang terdapat pada pesawat udara patroli maritim milik Spanyol. Beberapa negara lain, seperti Korea Selatan dan Malaysia juga menggunakan pesawat udara generasi baru ini. Negara-negara tersebut menggunakan pesawat udara jenis ini untuk keperluan mengangkut pasukan dan persenjataan militer.

TINJAUAN PUSTAKA

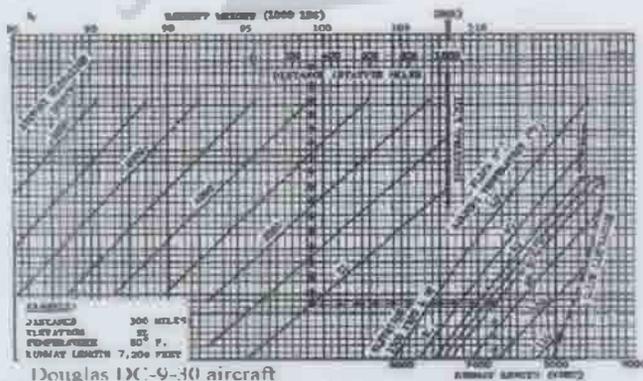
Pada saat uji terbang perdana tahun 1984 di Bandara Hussein Sastranegara, Bandung telah dilakukan beberapa persiapan sebelumnya. Pilot menginspeksi keadaan pesawat udara dan kemudian memeriksa peralatan radio komunikasi serta beberapa saat kemudian melakukan uji *taxiing* sebagai tahap familiarisasi awal. Pilot memastikan mesin, rem dan roda pendarat dalam keadaan baik, dimana cuaca baik dan tidak ada *cross wind* dan temperatur (*Outside Air Temperature = OAT*) yang moderat serta tidak ada lalu lintas penerbangan lain saat pengujian berlangsung. Sebaiknya pengujian berlangsung di pagi hari yaitu antara jam 06:00 wib - 10:00 wib, dimana angin dan cuaca saat itu *calm* (tenang).

Pada tahun 1986, pengujian sertifikasi pesawat udara CN235 sedang berlangsung. Kemiringan landasan pacu sebaiknya adalah nol derajat, seperti keadaan di Bandar Udara Soekarno-Hatta, Cengkareng. Kemiringan landasan pacu di Bandar Udara Husein Sastra Negara, Bandung tidaklah nol derajat. Lakukan uji *taxiing* dengan penambahan kecepatan sebesar 5.0 *knots*, mulai dari kecepatan 30.0 *knots* dan berakhir pada kecepatan 50.0 *knots*.

Pastikan bahwa *aileron*, *rudder* dan *elevator* berfungsi dengan baik dan semua data pada *cockpit indicator* juga menunjukkan harga yang benar. Demikian juga, jika pesawat udara dilengkapi *OBDAS* dan *telemetry*, yakinkan bahwa data yang dikirim ke *Mission Control* diterima dengan baik oleh *Mission Commander* dengan harga yang benar.

Pastikan bahwa radio komunikasi antara *Tower* dan *Observer* sudah siap untuk melaksanakan uji terbang *Field Performance test* ini. Data pendukung dari *Specialist* berasal dari hasil perhitungan teoritis *drag polar* dan hasil uji model 3 dimensi di terowongan angin. *Test Pilot* sudah mempunyai data perhitungan awal dalam catatan *Flight Test Card* yang selalu dibawa pada setiap pengujian, dimana tim pelaksana uji terbang sudah mengikuti briefing terlebih dahulu. Apabila semua data seperti posisi titik pusat gravitasi, *C.G* dan berat maksimum (*MTOW*) pesawat udara sudah terpenuhi, maka dilakukan pengujian *runway hopping*, dimana pada kecepatan (45.0 - 65.0) *knots* bagian hidung pesawat udara sudah naik duluan. *Test Pilot* kemudian mengurangi *power* sehingga kecepatan berkurang dan akhirnya pesawat udara berhenti di ujung landasan pacu. Pada saat melakukan *take-off*, bahwa kecepatan pesawat udara sudah di-*trim* terlebih dahulu. Perhatikan Teknik pengendalian Pilot dalam menerbangkan pesawat udara dimana penggunaan sudut *best climb gradient* ($\bar{\alpha}$) saat pesawat udara *liftoff* dan mengudara dipilih agar dapat terbang dengan baik dan lebih aman.

Pada grafik 1 diperlihatkan contoh kurva jarak *take-off* pesawat DC-9 yang sudah jadi *AFM* sesuai dengan standar AC 150/5325-4. Kurva ini sudah divalidasi oleh hasil uji terbang prestasi terbang *field performance* dengan memperhatikan temperatur udara sekeliling, kecepatan dan arah angin, kekasaran landasan dan perbedaan sudut elevasi landasan pacu.



Sumber: T. Antonio, *Aircraft Runway Length Estimation*
Grafik 1. Kurva jarak *takeoff* pesawat DC-9⁽¹⁰⁾

METODOLOGI

Metodologi penelitian yang disampaikan pada analisis data adalah penggunaan data terukur pada sistem *OBDAS* dengan beberapa perhitungan matematika secara *off-line* untuk memvalidasi kurva *AFM* perhitungan *specialist (designer)*.

Waktu pelaksanaan program uji terbang *field performance test* yaitu pada bulan maret, april dan mei 1996 di Bandar Udara Husein Sastra Negara, Bandung dan Bandar Udara Soekarno-Hatta, Cengkareng.

Berat maksimum, *MTOW* pesawat udara CN235-100 saat itu berkisar antara 13.800 kg sampai dengan 14.900 kg, dengan titik pusat gravitasi, *C.G* adalah 16 %, 20 % dan 30 % *MAC*.

Pada gambar 1 terlihat pesawat udara CN235-100 versi militer sedang melakukan *takeoff* di bandar udara Husein Sastra Negara, Bandung.



Sumber: S. Syamsuar, et al (1996)

Gambar 1. Pesawat Udara CN235-100 sedang melakukan *takeoff*

Pada gambar 2 terlihat pesawat udara CN235-100 versi militer sedang melakukan *approach to landing* di Bandar udara Husein Sastra Negara, Bandung.



Sumber: S. Syamsuar, et al (1996)

Gambar 2. Pesawat Udara CN235-100 sedang melakukan *approach to landing*

Pada gambar 3 terlihat salah satu pesawat udara CN235-300 yang digunakan sebagai pesawat militer sebagai Patroli Maritim oleh Negara Spanyol.

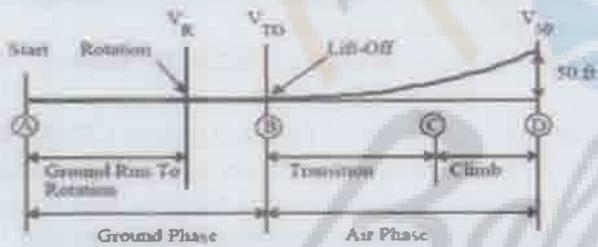


Sumber: S. Syamsuar, et al (1996)

Gambar 3. Pesawat Udara CN235-300 sebagai Patroli Maritim, milik Spanyol

1. Normal Takeoff

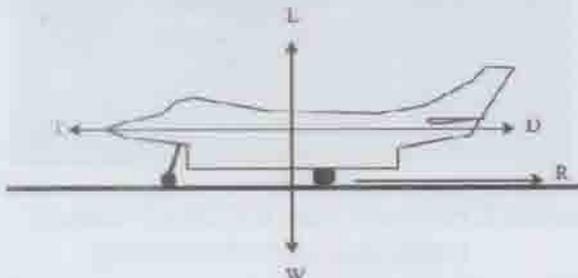
Data evaluasi prestasi terbang pesawat udara fase *takeoff* dapat diuraikan melalui 2 fase, yaitu di darat dan di udara. Fase *takeoff* di darat dimulai saat *brake release* (rem dilepaskan) dan tenaga penuh (*full power*) yang diikuti oleh gerak rotasi dan kemudian ada indikasi bahwa pesawat udara mulai mengudara (*airborne*). Fase *takeoff* di udara mulai saat pesawat udara meninggalkan landasan pacu (*liftoff*) sampai mencapai ketinggian terbang 50.0 feet. Pesawat udara dalam keadaan stabil dengan sudut penanjakan konstan. Fase *takeoff* di udara ditandai oleh keadaan transisi dan stabil menanjak sampai ke ketinggian 50.0 feet. Pada grafik 2 diperlihatkan fase *takeoff* pada pesawat udara.



Sumber: Gerald G.G, et al (1992), *Fixed Wing Performance*

Grafik 2. Lintasan Fase Take Off Pesawat Udara

Gaya-gaya yang bekerja pada pesawat udara saat melakukan *takeoff* diperlihatkan oleh gambar 4.



Sumber: Gerald G.G, et al (1992), *Fixed Wing Performance*

Gambar 4. Gaya-gaya Yang Bekerja Pada Pesawat Udara Pada Saat Take Off

Gaya-gaya seperti gaya angkat aerodinamika (L), gaya propulsi (T), gaya hambat oleh sayap dengan udara (D) dan gaya gesek antara roda dengan landasan pacu (R). Persamaan (1) untuk menghitung gaya gesek (R) :

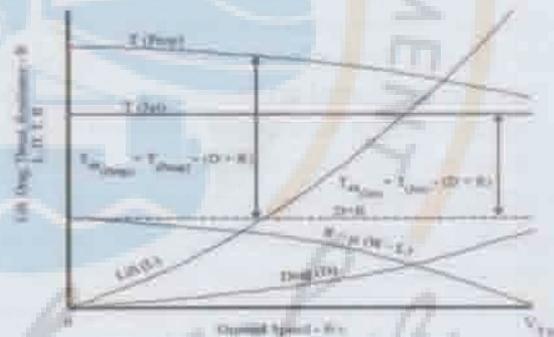
$$R = \mu(W - L) \quad (1)$$

a. Persamaan untuk menghitung jarak *takeoff* di darat

Persamaan (2) adalah perhitungan jarak *takeoff* di darat dengan menggunakan keseimbangan gaya pada Hukum *Newton* ke dua:

$$S_1 = \frac{WV_{TO}^2}{2g[T - D - \mu(W - L)]_{avg}} \quad (2)$$

Variasi dari gaya-gaya yang bekerja pada pesawat udara saat *takeoff* diperlihatkan oleh kurva pada grafik 3. Pada kurva ini terdapat 2 karakteristik yang berbeda antara pesawat udara bersayap tetap menggunakan mesin *propeller* dan pesawat udara bertenaga mesin *jet*. Pada mesin *propeller*, setelah pesawat udara mencapai ketinggian terbang tertentu, maka tenaga mesin dikurangi dari *takeoff power* menjadi *cruise power*.



Sumber: Gerald G.G, et al (1992), *Fixed Wing Performance*

Grafik 3. Gaya-gaya Yang Bekerja Versus Kecepatan Pada Pesawat Udara Saat Take Off

b. Persamaan untuk menghitung jarak *takeoff* di udara

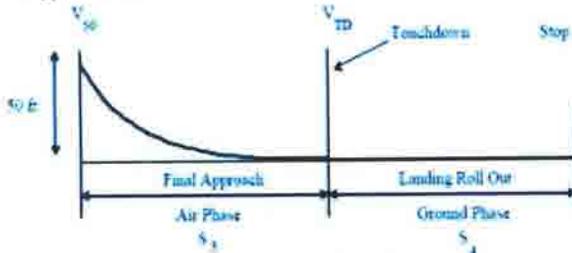
Persamaan (3) adalah perhitungan jarak *takeoff* di udara dengan menggunakan persamaan keseimbangan gaya sesuai Hukum *Newton* kedua:

$$S_2 = \frac{W \left(\frac{V_{50}^2 - V_{TO}^2}{2g} + 50 \right)}{(T - D)_{avg}} \quad (3)$$

2. Normal Landing

Evaluasi data untuk uji prestasi terbang *landing*, juga mempunyai 2 fase yaitu fase di udara yang dimulai dari ketinggian 50.0 feet sebagai *final approach* sampai

pesawat udara *touchdown* di landasan pacu. Fase *landing* di darat yaitu pesawat udara saat *touchdown* di landasan pacu sampai dengan berhenti penuh di ujung landasan pacu (*landing roll out*) diperlihatkan oleh grafik 4.



Sumber: Gerald G.G, et al (1992), *Fixed Wing Performance*

Grafik 4. Fase Landing Dari Pesawat Udara

a. Persamaan untuk menghitung jarak di udara saat normal landing

Persamaan (4) merupakan persamaan untuk menghitung jarak *landing* di udara, S_3 sebagai berikut:

$$S_3 = \frac{W \left(\frac{V_{TD}^2 - V_{50}^2}{2g} - 50 \right)}{(T - D)_{avg}} \quad (4)$$

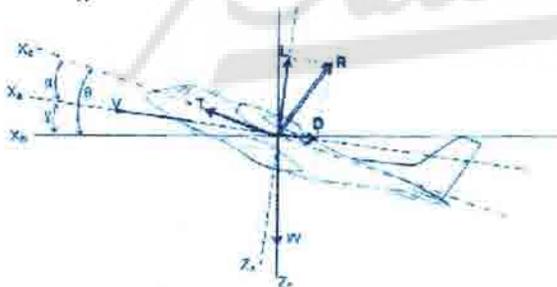
b. Persamaan untuk menghitung jarak di darat saat Normal Landing

Persamaan (5) merupakan persamaan untuk menghitung jarak *landing* di darat, S_4 adalah:

$$S_4 = \frac{-WV_{TD}^2}{2g[T - D - \mu(W - L)]_{avg}} \quad (5)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gaya-gaya yang bekerja pada pesawat udara CN235 saat terbang menanjak di Tata Acuan Koordinat (TAK) stabilitas diperlihatkan oleh grafik 5. Sudut α atau *climb gradient* inilah yang sering mempengaruhi jarak *takeoff* saat di udara.



Sumber: S. Syamsuar, et al (1996)

Grafik 5. Sistem TAK Stabilitas Pesawat Udara

Hasil analisis data uji terbang pesawat udara CN235-100 pada *field performance test* menggunakan data hasil pengukuran sensor di *OBDAS*.

Tabel 1. Normal Takeoff All Engine Operative (AEO) pada Flap 15⁰ 8

Weight kg	CG %	V _R KIAS	V _{TO} KIAS	V ₂ KIAS	S ₁ m
13948	20	98.4	100.8	106.3	724
13583	30	88.9	94.4	101.4	599
14419	16	94.1	99.4	107.8	585
12976	16	90.6	95.4	102.9	530
14100	20	94.3	97.3	109.6	727

Sumber: S. Syamsuar, et al (1996)

Tabel 2. Continued One Engine In-Operative (OEI) Takeoff pada Flap 15⁰ 8

Weight kg	CG %	V _R KIAS	V _{TO} KIAS	V ₂ KIAS	S ₁ m
12510	20	89.3	92.6	102.1	788
14420	20	92.6	97.3	103.6	748
13019	20	89.79	91.95	101.0	711
12745	20	87.13	91.79	99.0	716

Sumber: S. Syamsuar, et al (1996)

Tabel 3. Normal Landing All Engine Operative (AEO) pada Flap 23⁰ 8

Weight kg	CG %	V _{REF} KIAS	V _{TD} KIAS	V _{BRAKE} KIAS	S ₃ m
14121	20	98.1	91.3	72.7	426
13974	16	99.6	89.8	75.6	392
14345	20	97.4	89.5	79.4	377
15092	20	101.0	96.4	73.2	410
12724	16	98.0	91.0	76.5	570

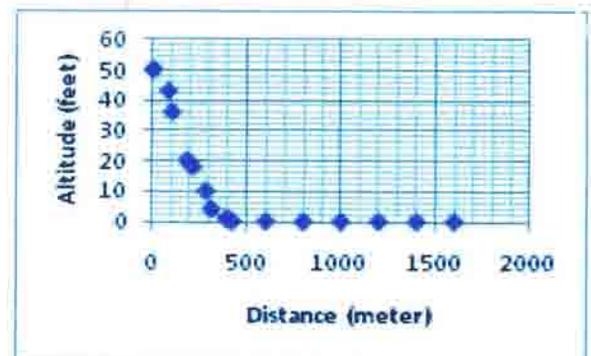
Sumber: S. Syamsuar, et al (1996)

Tabel 4. Single Engine Landing (OEI) pada Flap 23⁰ 8

Weight kg	CG %	V _{REF} KIAS	V _{TD} KIAS	V _{BRAKE} KIAS	S ₃ m
14482	16	104.4	92.5	72.95	462
13883	16	98.4	92.1	78.7	499
12538	16	92.3	87.1	72.0	292

Sumber: S. Syamsuar, et al (1996)

Pada grafik 6 diperlihatkan salah satu contoh kurva ketinggian versus jarak dari prosedur fase *landing* pesawat udara CN235-100 saat di udara dan di darat.



Sumber: S. Syamsuar, et al (1996)

Grafik 6. Hasil Perhitungan Jarak Fase Landing

Jarak *takeoff* dan *landing* pada tabel 1 sampai dengan tabel 4 tersebut di atas diplot pada kurva jarak *AFM* bagian *field performance* sebagai model validasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data prestasi terbang *takeoff* dan *landing* pesawat udara CN235-100, maka dapat disimpulkan, *flap* yang cocok digunakan saat normal *takeoff* dan *critical engine in-operative* adalah dengan menggunakan *flap* 15°, sedangkan *flap* yang cocok digunakan untuk melakukan *landing* atau *critical engine in-operative landing* adalah dengan *flap* 23°

Pengujian *critical engine in-operative* saat *takeoff* dan *landing* dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan prestasi terbang pesawat udara apabila salah satu dari mesin mati secara tiba-tiba, sehingga Pilot dapat mengantisipasi apakah penerbangan akan dilanjutkan atau tidak (*Rejected Takeoff*) sesuai dengan kondisi panjang landasan pacu.

Jarak *takeoff* dan *landing* pesawat udara CN235-100 yang diperoleh dari hasil pengujian di beberapa *airfield* di Indonesia memenuhi standar regulasi Internasional.

Untuk menghindari *cross wind*, maka pengujian dilaksanakan di pagi hari yaitu mulai jam 06:00 sampai dengan jam 10:00.

Faktor koreksi kemiringan landasan pacu dimasukkan kedalam analisis data perhitungan jarak *takeoff* dan *landing*

Selama perkembangan 17 tahun terakhir, sejak tahun 1996 sampai sekarang, maka diperoleh kemajuan yang cukup berarti yaitu kemampuan pesawat udara CN235-300 dengan *MTOW* = 16.400 kg yang mampu mengangkut *payload* yang lebih besar dibandingkan generasi sebelumnya.

Buku Panduan Terbang pesawat udara CN235-300 merupakan pengembangan dari hasil uji terbang pesawat udara CN235-100.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih, kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik, terutama teman-teman kerja dahulu di Divisi *Flight Test Center*, PT. Dirgantara Indonesia, Bandung.

DAFTAR PUSTAKA

David L. Kohlman, 1989, *Flight Test Principles and Practices*, The University of Kansas, Canada

Egbert Torenbeek, 2009, *Synthesis of Subsonic Airplane Design*, Delft University, Holland, 1982., 16.07 Dynamics, version 2.0

Gerald G.G., et all, 1991, *Fixed Wing Performance*, US Naval Test Pilot School, Flight Test Manual, USA.

Iain K. Peddle, 2005, *Autonomous Flight of a Model Aircraft*, Thesis, University of Stellenbosch.

John D. Anderson, 1991, *Fundamentals of Aerodynamics*, 2 nd. Edition, University of Maryland, Mc Graw Hill International Editions, New York.

J. Peraire, et all, *Lecture L29-3D Rigid Body Dynamics*.

Laurent Dala, *Flight Vehicle Terminology*.

Sean C Roberts, 1980, *Light Aircraft Performance for Test Pilots and Flight Test Engineers*, Flight Research Inc., Mojave, California.

Syamsuar, et all, 1996, *CN235-100M/P2 Performance Trade off Military Version Flight Test Report*, Flight Test Center Division, PT IPTN, Bandung Indonesia.

T. Antonio A, *Aircraft Runway Length Estimation (part 1)*, Department of Civil Engineering, Virginia Tech., USA.

Daftar Simbol

V_{TD}	kecepatan saat menyentuh landasan pacu
W, m	Berat, massa pesawat udara
g	percepatan gravitasi
T	gaya Propulsi
μ	koefisien Gesek roda pesawat dengan aspal di landasan pacu
S_3	jarak <i>landing</i> dari ketinggian 50.0 feet sampai <i>touchdown</i>
D	gaya hambat aerodinamika pada sayap pesawat udara
V_{50}	kecepatan pesawat udara pada ketinggian 50.0 feet (= V_2)
S_4	jarak <i>landing</i> dari saat <i>touchdown</i> sampai dengan berhenti
S_2	jarak <i>takeoff</i> , mulai <i>liftoff</i> sampai dengan ketinggian 50.0 feet
V_{TO}	kecepatan saat <i>take off</i>
L	gaya angkat aerodinamika sayap
R	gaya Gesek antara roda pesawat dengan landasan pacu
S_1	jarak <i>takeoff</i> di darat, mulai dari <i>brake release</i> sampai dengan <i>liftoff</i>
V_R	kecepatan rotasi
VIAS	<i>Knots Indicator Airspeed</i>
MAC	<i>Mean Aerodynamic Chord</i>
V_{REF}	Kecepatan <i>Refusal</i>
V_{BRAKE}	Kecepatan pengereman
OB DAS	<i>On-board Data Acquisition System</i>
OEI	<i>One Engine In-Operative</i>
AEO	<i>All Engines Operative</i>
AFM	<i>Airplane Flight Manual</i>
RTO	<i>Rejected Takeoff</i>
OAT	<i>Outside Air Temperature</i>
MTOW	<i>Maximum Takeoff Weight</i>
TAK	Tata Acuan Koordinat