
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2006/2007
*First Semester Examination
2006/2007 Academic Session*

Oktober/November 2006
October/November 2006

ESA 361/3 – Kestabilan & Kawalan Penerbangan
Flight Stability and Control

Masa : [3 jam]
Hour : [3 hours]

ARAHAN KEPADA CALON :
INSTRUCTION TO CANDIDATES:

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** mukasurat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.
*Please ensure that this paper contains **NINE (9)** printed pages and **SIX (6)** questions before you begin examination.*

Bahagian A: Jawab **SEMUA** soalan. Bahagian B: Jawab **TIGA (3)** soalan.
*Part A : Answer **ALL** questions. Part B: Answer **THREE (3)** questions.*

Soalan boleh dijawab dalam Bahasa Inggeris kecuali satu soalan mestilah dijawab dalam Bahasa Malaysia.
The question can be answered in English but one question must be answered in Bahasa Malaysia.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.
Each questions must begin from a new page.

BAHAGIAN A/PART A

1. (a) Apakah syarat yang perlu dipenuhi oleh tatarajah “sayap sahaja” supaya ianya dapat distabilkan dan diseimbangkan?

What conditions should be met by the “wing only” configuration so that it can be stabilized and balanced?

(10 markah/marks)

- (b) Apakah fungsi-fungsi yang dimiliki oleh ekor mendatar sebuah pesawat? (Minimum 3 fungsi)

What functions does the aircraft’s horizontal tail have? (minimum 3 functions)

(10 markah/marks)

- (c) Mengapa sebuah pesawat terbang perlu memiliki kestabilan yang cukup?

Why should an airplane have sufficient stability characteristic?

(10 markah/marks)

- (d) Mengapa sebuah pesawat terbang mesti mempunyai C_{m_α} negatif dan C_{m_0} positif supaya pesawat itu stabil dan dapat di trim untuk gerak membujur pesawat?

Why should an airplane have negative C_{m_α} and positive C_{m_0} for statically stable and trim able longitudinal flight?

(10 markah/marks)

- (e) Apakah perbezaan antara kestabilan statik dengan kestabilan dinamik?

What are the differences between the static stability and dynamic stability?

(10 markah/marks)

- (f) Berikan tiga fungsi dari kawalan pesawat.

Give three functions of aircraft control.

(10 markah/marks)

- (g) Apakah yang akan terjadi dengan titik neutral pesawat jika juruterbang itu melepaskan batang kawalan dan mengapa ianya berlaku?

What will happen with the aircraft's neutral point if the pilot releases the control stick and why?

(10 markah/marks)

- (h) Terangkan bagaimana titik neutral pesawat boleh ditentukan dari hasil pengukuran ujian pesawat terbang?

How can the neutral point be determined from flight test measurement?

(10 markah/marks)

- (i) Terangkan secara fizikal terbitan redaman Cm_q ?

Explain the physical meaning of a damping derivative Cm_q ?

(10 markah/marks)

- (j) Mengapa sebuah pesawat mesti memiliki Cn_{β} yang positif untuk gerak melintang yang stabil?

Why should an aircraft have positive Cn_{β} for static stable directional motion?

(10 markah/marks)

BAHAGIAN B/PART B

2. (a) Sebuah model tatarajah “sayap badan pesawat” telah diuji di dalam sebuah terowong angin subsonik. Pekali daya angkat adalah sifar pada sudut serang -1.5 darjah. Pada sudut serang 5 darjah, pekali data angkatnya adalah 0.52 . Selain daripada itu, pada sudut serang 1.0 darjah dan 8.0 darjah, pekali momen sekitar pusat graviti adalah masing-masingnya -0.01 dan 0.05 . Pusat graviti ditempatkan pada $0.35c$. Sila lakukan analisis sama ada model tatarajah “sayap-badan pesawat” ini mempunyai kestabilan membujur statik dan boleh ditrim ataupun tidak.

A model of wing-body configuration has been tested in a subsonic wind tunnel. The dimensionless lift coefficient is found to be zero at a geometric wind tunnel's angle of attack of -1.5 degree. At the geometric angle of attack of 5.0 degree, the dimensionless lift coefficient is measured equal to 0.52 . Besides, at the geometric angle of attack of 1.0 degree and 8.0 degree, the dimensionless moment coefficients about the centre of gravity are -0.01 and 0.05 , respectively. The cg is located at $0.35c$. Please analyze the static longitudinal stability and trim characteristics of this model.

- (b) Berdasarkan daripada hasil analisis bahagian (a), apakah model di atas memerlukan ekor mendatar atau tidak untuk menstabilkan dan mentrim ianya sendiri? Jika jawapan adalah benar, buktikan bahawa pemasangan ekor mendatar pada bahagian belakang badan pesawat boleh menstabilkan dan mentrim model di atas.

Based on the analysis result performed at the problem (a), does the model above need the horizontal tail or not to stabilise and to trim itself? If the answer is yes, proof that the attachment of the horizontal tail on the aft of fuselage can stabilize and trim the model above.

- (c) Kirakan kedudukan paling belakang pusat graviti untuk margin kestabilan $SM=5\%$ dan pada sudut serang berapa model pesawat tersebut boleh ditrim ?

$$\begin{array}{ll}
 C_{L\alpha,H} = 0.11 \text{ per degree} & i_H = -2.7 \text{ degree} \\
 \text{mac } \bar{c} = 0.1 \text{ meter} & \epsilon_H = 0.35 \alpha \\
 V_H = 0.34; & \bar{q}_H / \bar{q} = 1.0 \\
 l_H = 0.24 \text{ meter} & S = 0.15 \text{ m}^2
 \end{array}$$

3. Momen kosong pesawat c_{m_0} adalah pekali momen pesawat pada sudut serang pesawat bersamaan dengan sifar. Untuk kes $c_{m_0} = 0.2$, sila hitung bahagian-bahagian daya angkat yang dihasilkan oleh sayap-badan dan oleh ekor mendarat, kemudian tentukan sudut serang daya angkat-sifar pesawat tersebut α_0 .

Data :

$$c_{m_0, WB} = -0.05 ; C_{L\alpha, WB} = 4.5 ; \frac{\bar{q}_H}{\bar{q}} = 1.0 ; l_H / \bar{c} = 2.5 ; S_H / S = 0.2$$

Aircraft's zero moment c_{m_0} is the moment coefficient of the aircraft at the aircraft's angle of attack equal zero. For the case $c_{m_0} = 0.2$, please calculate the parts of lift produced by the wing-body and the horizontal tail, then determine the zero lift angle of attack of the aircraft α_0 .

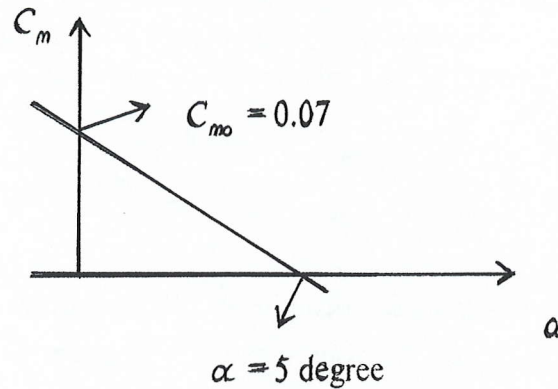
Data :

$$c_{m_0, WB} = -0.05 ; C_{L\alpha, WB} = 4.5 ; \frac{\bar{q}_H}{\bar{q}} = 1.0 ; l_H / \bar{c} = 2.5 ; S_H / S = 0.2$$

(100 markah/marks)

4. Perhatikan sebuah pesawat terbang yang memiliki sifat momen sebagai berikut:

Consider an airplane having following moment characteristics:



Rajah 1: Pekali momen C_m versus alpha α
Figure 1 : Moment coefficient C_m versus alpha α

Pesawat terbang tersebut mempunyai luas sayap 19 m^2 , berat $W = 22700$ Newton dan faktor efektif kawalan elevator 0.04 . Hitung sudut defleksi elevator yang diperlukan untuk mentrim pesawat pada halaju 61 m/s pada aras laut.

Data :

$$C_{L\alpha, WB} = 0.09 \text{ per degree}$$

$$\text{mac } \bar{c} = 1.9 \text{ meter}$$

$$V_H = 0.34;$$

$$l_H = 6 \text{ meter}$$

$$C_{LH\alpha H} = 0.11 \text{ per degree}$$

$$\varepsilon = 0.35 \alpha$$

$$\bar{q}_H / \bar{q} = 1.0$$

The airplane has a wing area of 19 m^2 , a weight W of 22700 Newton, and an elevator control effectiveness of 0.04 . Determine the elevator deflection angle necessary to trim the airplane at a velocity of 61 m/s at the sea level.

Data :

$$C_{L\alpha, WB} = 0.09 \text{ per degree}$$

$$\text{mac } \bar{c} = 1.9 \text{ meter}$$

$$V_H = 0.34;$$

$$l_H = 6 \text{ meter}$$

$$C_{LH\alpha H} = 0.11 \text{ per degree}$$

$$\varepsilon = 0.35 \alpha$$

$$\bar{q}_H / \bar{q} = 1.0$$

(100 markah/marks)

5. (a) Seorang pemandu pesawat terbang yang mempunyai data seperti di bawah terbang pada halaju $V_1 = 100$ m/s. Berapa darjah sudut pemotong menaik mesti diubah supaya pesawat itu mempunyai halaju trim yang baru V_2 of 130 m/s ?

A pilot of an airplane having the data below should fly at a speed $V_1 = 100$ m/s. How many degree must the elevator be changed, so that the airplane has new trim speed V_2 of 130 m/s ?

(50 markah/marks)

- (b) Berdasarkan dua penerbangan dengan pusat graviti yang berbeza $X_{cg,1}$ dan $X_{cg,2}$, nilai-nilai untuk kecerunan pemotongan adalah sebagai berikut:

$$X_{cg,1} = 0.3\bar{c} \quad ; \left(\frac{d\eta}{dV} \right)_1 = 0.085 \text{ degree } / (m/s)$$

$$X_{cg,2} = 0.25\bar{c} \quad ; \left(\frac{d\eta}{dV} \right)_2 = 0.110 \text{ degree } / (m/s)$$

Based on two flights with different centre of gravity positions $X_{cg,1}$ and $X_{cg,2}$ the following values for elevator gradients are available :

$$X_{cg,1} = 0.3\bar{c} \quad ; \left(\frac{d\eta}{dV} \right)_1 = 0.085 \text{ degree } / (m/s)$$

$$X_{cg,2} = 0.25\bar{c} \quad ; \left(\frac{d\eta}{dV} \right)_2 = 0.110 \text{ degree } / (m/s)$$

Di manakah letaknya titik neutral pesawat terbang ini?

Where does the neutral point of the aircraft lie?

(50 markah/marks)

Data :

$$C_{m\alpha} = -0.9 \quad ; \rho = 1.0 \text{ kg } / \text{m}^3$$

$$C_{L\alpha} = 5.0 \quad ; m/S = 300 \text{ kg } / \text{m}^2$$

$$C_{m\eta, NP} = -0.7$$

6. Perhatikan sebuah pesawat terbang dengan nilai-nilai perbezaan momen engsel sebagai berikut:

$$C_{h\dot{\alpha}} = 0.0; \quad C_{h\dot{\omega}} = 0.0; \quad C_{h\alpha H} = -0.008; \quad C_{h\eta} = -0.013$$

Consider an airplane whose hinge moment derivatives are given below:

$$C_{h\dot{\alpha}} = 0.0; \quad C_{h\dot{\omega}} = 0.0; \quad C_{h\alpha H} = -0.008; \quad C_{h\eta} = -0.013$$

- (a) Berapa jauh titik neutral pesawat bergerak ke hadapan jika juruterbang melepaskan batang kawalan pesawat?

How far can the neutral point travel forward if the pilot of this aircraft releases the control stick?

(50 markah/marks)

- (b) Analisa samaada pesawat tersebut masih stabil atau tidak selepas batang kawalan dilepaskan?

Analyse whether the aircraft is still stable or not after releasing the control stick?

(50 markah/marks)

Data:

$$X_{cg} = 0.35 \bar{c} \quad X_{ac,WB} = 0.2 \bar{c} \quad l_H = 6.0 \text{ m} \quad \frac{\bar{q}_H}{\bar{q}} = 1.0$$

$$S_H = 1 \text{ m}^2 \quad \bar{c} = 1.0 \text{ m} \quad S = 20 \text{ m}^2 \quad \alpha_w = 0.35\alpha$$

$$C_{L\alpha,H} = 0.1/\text{degree} \quad C_{L\alpha,WB} = 0.09/\text{degree} \quad C_{L_H\eta} = 0.04/\text{degree}$$

ooo000ooo

50 15