
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2007/2008 Academic Session
*Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2007/2008*

October/November 2007
Oktober/November 2007

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

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

INSTRUCTION TO CANDIDATES
ARAHAN KEPADA CALON

Please ensure that this paper contains **NINE (9)** printed pages and **FIFTEEN (15)** questions before you begin examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** mukasurat bercetak dan **LIMA BELAS (15)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

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

Student may answer the questions either in English or Bahasa Malaysia.
Pelajar boleh menjawab soalan dalam Bahasa Inggeris atau Bahasa Malaysia.

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

PART A : Theory of Aircraft Stability and Control
BAHAGIAN A: Teori Kawalan dan Kestabilan Pesawat

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

Apakah syarat-syarat yang perlu dipenuhi oleh tatarajah “sayap sahaja” supaya ianya dapat distabilkan dan diseimbangkan?

(10 marks/markah)

2. Which functions does the horizontal tail of a aircraft have (minimum 3 functions)?

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

(10 marks/markah)

3. Why must a system be stable statically to secure that the system will be stable dynamically?

Mengapa sebuah sistem mesti stabil secara statik untuk menjamin ianya memiliki kestabilan secara dinamik?

(10 marks/markah)

4. What will be happen with the aircraft’s neutral point if the pilot releases the control stick and why?

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

(10 marks/markah)

5. Where must the neutral point be relative to the centre of gravity of aircraft to get the statically stable aircraft for longitudinal motion?

Di mana letaknya titik neutral pesawat relatif terhadap pusat jisim pesawat supaya pesawat terbang menjadi stabil secara statik untuk gerak longitudinal?

(10 marks/markah)

6. Explain the physical meaning of a damping derivative C_{mq}

Terangkan secara fizikal terbitan redaman C_{mq}

(10 marks/markah)

7. Why should an aircraft have positive $C_{n\beta}$ for static stable directional motion?

Mengapa sebuah pesawat terbang mesti memiliki $C_{n\beta}$ yang positif untuk gerak melintang stabil?

(10 marks/markah)

8. Why doesn't the aircraft have the static stability in rolling?

Mengapakah pesawat terbang tidak memiliki kestabilan statik dalam gerak memusing?

(10 marks/markah)

9. Mention the aircraft derivatives belonging to damping derivative of the aircraft.

Sebutkan terbitan-terbitan pesawat yang termasuk terbitan redaman pesawat.

(10 marks/markah)

10. Mention the steps in initial sizing the horizontal tail using Tail Volume Coefficient V_H .

Nyatakan langkah-langkah dalam menentukan saiz awal ekor mendarat pesawat menggunakan pekali isipadu ekor V_H .

(10 marks/markah)

PART B : Calculation of Aircraft Stability and Control
BAHAGIAN B: Pengiraan Kestabilan & Kawalan Pesawat Terbang

11. Given a small airplane with its wing section and tail section characteristics as shown in **Figure 1** below. Analyze the static longitudinal stability characteristics of the airplane with the horizontal tail and without the horizontal tail (wing body configuration) by solving following problems.

*Diberi sebuah pesawat terbang kecil dengan seksen sayap dan buntut seperti ditunjukkan pada **Rajah 1** di bawah. Sila analisa ciri-ciri kestabilan statik longitudinal pesawat terbang tersebut dengan ekor mendatar dan tanpa ekor mendatar (konfigurasi sayap badan) dengan menjawab pertanyaan di bawah ini.*

- (a) Determine the dimensionless lift coefficient $C_{L,WB}$ as function of the angle of attack of wing body.

Tentukan pekali lift tanpa dimensi $C_{L,WB}$ sebagai fungsi dari sudut serang sayap badan.

(25 marks/markah)

- (b) Calculate the intercept parameter $c_{m_0,WB}$ and the moment increment due to angle of attack of wing-body configuration $c_{m_\alpha,WB}$ and what do they mean in term of the stability and trim characteristic?

Hitung parameter intercept $c_{m_0,WB}$ dan kecerunan momen terhadap sudut serang dari konfigurasi sayap-badan dan apa maknanya nilai-nilai tersebut dalam kaitannya dengan kestabilan dan sifat trim?

(25 marks/markah)

- (c) What is the effect of mounting the horizontal tail on the wing-body configuration mentioned above by calculating the intercept parameter c_{m_0} and the moment increment due to angle of attack for complete aircraft c_{m_α} ?

Apakah akibat pemasangan ekor mendatar pada konfigurasi sayap-badan yang disebut di atas dengan menghitung parameter intercept c_{m_0} dan kecerunan momen terhadap sudut serang untuk aircraft c_{m_α} ?

(25 marks/markah)

- (d) Where is the location of the neutral point of the aircraft relative to the centre of gravity?

Di manakah letaknya titik neutral pesawat terbang tersebut relatif terhadap pusat jisim?

(25 marks/markah)

Note : To answer the problems above, the lift characteristic of the wing is equal to that of wing-body configuration and the effects of fuselage and power are neglected.

Catitan: Untuk menjawab soalan-soalan di atas, sifat-sifat lif sayap pesawat sama dengan sifat-sifat untuk konfigurasi sayap-badan dan pengaruh fusilej dan kuasa enjin diabaikan.

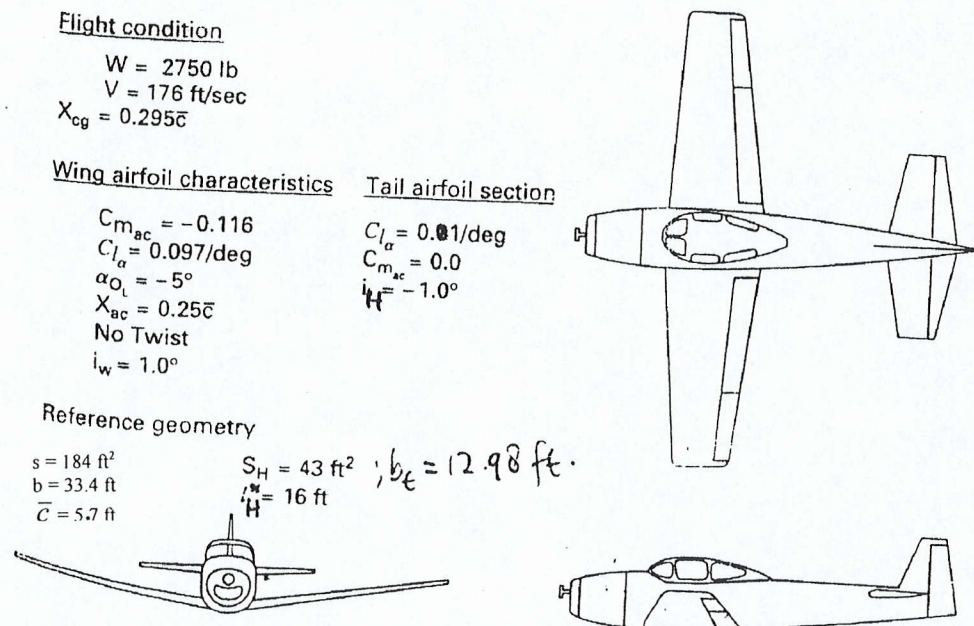


Figure 1: An Small Airplane with aerodynamics characteristics for wing and horizontal tail, and its geometry dimension.

Rajah 1: Sebuah pesawat kecil dengan sifat aerodinamik sayap dan ekor mendatar dan ukuran geometri pesawat

12. 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

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

(100 marks/markah)

Data :

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

13. Consider an airplane having following moment characteristic:

Perhatikan sebuah pesawat terbang yang memiliki sifat momen sebagai berikut:

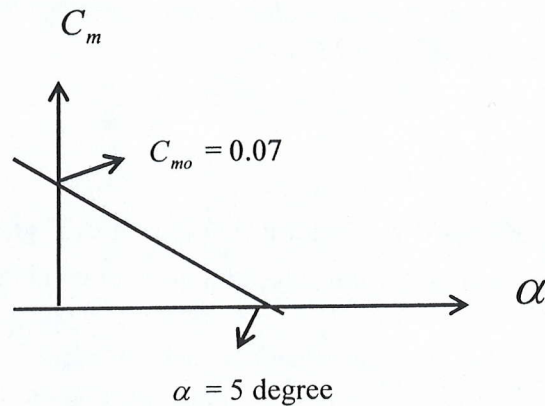


Figure 2: Moment coefficient C_m versus alpha α

Rajah 2: Pekali momen C_m versus alpha α

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.

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.

(100 marks/markah)

Data :

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

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

$$V_H = 0.34;$$

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

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

$$\varepsilon = 0.35 \alpha$$

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

14. (a) 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 ?

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

(50 marks/markah)

- (b) 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:

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

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

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

Where does the neutral point of the aircraft lie?

Di manakah letaknya titik neutral pesawat terbang ini?

(50 marks/markah)

Data :

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

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

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

15. Consider an airplane whose hinge moment derivatives are given below:

Perhatikan sebuah pesawat terbang dengan nilai-nilai "derivative" momen engsel sebagai berikut:

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

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

Berapa jauh titik "neutral" pesawat bergerak kehadapan jika pilot melepaskan batang kawalan pesawat?

(50 marks/markah)

- (b) Analyse whether the aircraft is still stable or not after releasing the control stick?

Analisa sama ada pesawat tersebut masih stabil atau tidak selepas batang kawalan dilepaskan?

(50 marks/markah)

Data:

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

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

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

ooo000ooo