
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2009/2010 Academic Session

April/May 2010

ESA 367/2 – Flight Stability & Control I
Kestabilan & Kawalan Penerbangan I

Duration : 2 hours
[Masa : 2 jam]

INSTRUCTION TO CANDIDATES

ARAHAN KEPADA CALON

Please ensure that this paper contains **SIX (6)** printed pages and **THREE (3)** questions before you begin examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **ENAM (6)** mukasurat bercetak dan **TIGA (3)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.

*Jawab **SEMUA** soalan.*

Student may answer the questions either in English or Bahasa Malaysia.

Pelajar boleh menjawab soalan dalam Bahasa Inggeris atau Bahasa Malaysia.

Each question must begin from a new page.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada kertas soalan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunakan.

-2-

1. (a) Sketch a typical $C_m - \alpha$ plot and explain the condition for trim, the requirement for static stability and the concept of stability margin. Why is too much stability as hazardous as too little stability?

Lakarkan graf $C_m - \alpha$ yang biasa dan terangkan keadaan bagi trim, keperluan bagi kestabilan kaku dan konsep bagi jidar kestabilan. Mengapakah kestabilan terlampau membawa keburukan yang sama seperti mana kestabilan yang sedikit?

(20 marks/markah)

- (b) Develop an expression for the moment coefficient about the center of gravity for wing contribution and explain the criterion for the aircraft with wing-alone design to be statically stable.

Hasilkan ungkapan untuk pekali momen pada titik graviti yang disumbangkan oleh sayap dan terangkan kriteria sebuah kapal terbang yang hanya mempunyai sayap dalam rekabentuknya supaya secara kaku ia adalah stabil.

(30 marks/markah)

- (c) By using **Figure 1(c)** and following data, determine (i) and (ii).

*Dengan menggunakan **Rajah 1(c)** dan data yang berikut, tentukan (i) dan (ii).*

$$\begin{aligned} W &= 2750 \text{ lb} \\ S &= 180 \text{ ft}^2 \\ cg &= 0.25 \bar{c} \\ \rho &= 2.377 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

- (i) The stick fixed neutral point.

Titik neutral kayu pengawal tetap.

- (ii) If we wish to fly the airplane at a velocity of 125 ft/s at sea level, what would be the trim lift coefficient and what would be the elevator angle for trim.

Jika kapal terbang ingin diterbangkan pada kelajuan 125 ft/s pada paras laut. Apakah pekali daya angkat pada trim dan sudut pemasangan 'elevator' pada trim.

(50 marks/markah)

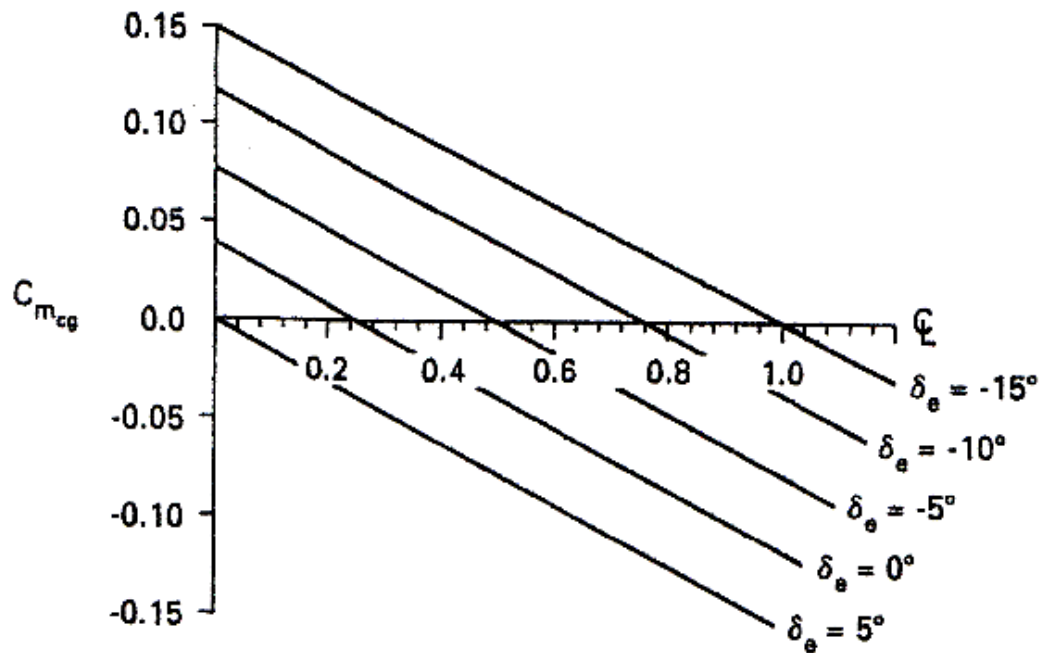


Figure 1(c)/Rajah 1(c)

2. (a) The C_m versus α curve for a large jet transport can be seen in **Figure 2(a)**. Use the figure and the following information to answer questions (i) and (ii).

*Profil bagi C_m lawan α bagi sebuah jet pengangkutan boleh dilihat dalam **Rajah 2(a)**. Gunakan rajah tersebut dan juga informasi berikut untuk menjawab soalan (i) dan (ii).*

$$cg = 0.25\bar{c}$$

$$C_L = 0.03 + 0.08\alpha(\text{deg.})$$

$$-15^\circ \leq \delta_e \leq 20^\circ$$

- (i) Estimate the stick fixed neutral point.

Anggarkan titik neutral 'stick' tetap.

- (ii) Estimate the control power $C_{m_{\delta_e}}$

Anggarkan kuasa kawalan $C_{m_{\delta_e}}$

(45 marks/markah)

-4-

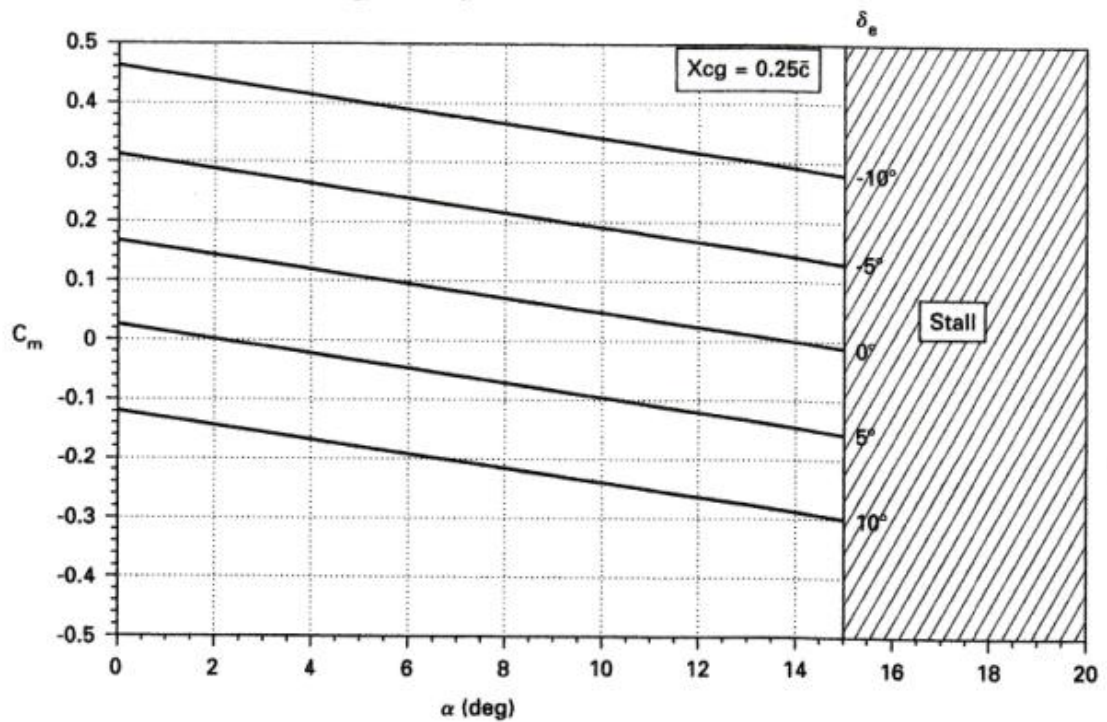


Figure 2(a)/Rajah 2(a)

- (b) With the aid of a diagram describes the coordinate systems used in aircraft stability and control analysis. State the conditions when the use of each axis system might be preferred.

Dengan bantuan rajah lakarkan sistem-sistem koordinat yang digunakan dalam kajian kestabilan dan kawalan kapal terbang. Nyatakan keadaan bila setiap sistem koordinat itu digunakan.

(10 marks/markah)

- (c) In the context of aircraft motion, what are the Euler angles? If the aircraft body coordinate frame is rotated through roll ϕ , pitch θ and yaw ψ , derive the angular velocity of this frame with respect to the Earth fixed coordinate frame.

Dalam konteks pergerakan kapal terbang, apakah yang dimaksudkan dengan sudut Euler? Jika sistem koordinat jasad kapal terbang diputar melalui sudut pusing ϕ , anggul θ dan rewang ψ , terbitkan halaju membulat koordinat sistem ini relatif kepada sistem koordinat bumi kekal.

(45 marks/markah)

3. (a) The differential equation for the constrained center of gravity pitching motion of an aircraft is computed to be

Persamaan pembezaan untuk gerakan anggul pada pusat graviti bagi sebuah kapal terbang adalah seperti berikut

$$\ddot{\alpha} + 4\dot{\alpha} + 36\alpha = 0$$

Find the following:

Cari yang berikut:

- (i) ω_n , natural frequency, rad/s

ω_n , frekuensi tabii, rad/s

- (ii) ζ , damping ratio

ζ , nisbah redaman.

- (iii) ω_d , damped natural frequency, rad/s

ω_d , frekuensi tabii teredam, rad/s

(30 marks/markah)

- (b) List the characteristics of the longitudinal phugoid and short-period stability modes.

Senaraikan sifat-sifat bagi kestabilan membujur phugoid dan tempoh pendek.

(20 marks/markah)

- (c) The short-period equations for a particular aircraft can be expressed as follows:

Persamaan tempoh pendek untuk sebuah kapal terbang adalah seperti berikut:

$$\begin{bmatrix} \Delta\dot{\alpha} \\ \Delta\dot{q} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{Z_\alpha}{u} & 1 \\ M_\alpha & M_q \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta\alpha \\ \Delta q \end{bmatrix}$$

Suppose $Z_\alpha/u_0 = -1$. Determine M_q and M_α so that the damping ratio $\zeta = 0$, and the undamped natural frequency is 2 rad/s

-6-

Jika $Z_\alpha/u_0 = -1$. Tentukan M_q dan M_α supaya nisbah redaman $\zeta = 0$, dan frekuensi tabii teredam adalah 2 rad/s.

(50 marks/markah)

~ ooo000ooo ~