

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2004/2005  
*Second Semester Examination  
2004/2005 Academic Session*

Mac 2005  
*March 2005*

**ESA 362/3 – Kawalan Penerbangan Pesawat**  
*Aircraft Flight Control*

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

---

**ARAHAN KEPADA CALON :**  
**INSTRUCTION TO CANDIDATES:**

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.

*Please ensure that this paper contain **SEVEN (7)** printed pages and **FIVE (5)** questions before you begin examination.*

Anda dikehendaki menjawab **SEMUA** soalan pada bahagian A.  
Bahagian B mengandungi **EMPAT (4)** soalan. Jawab **TIGA (3)** soalan.

Jawab semua dalam Bahasa Malaysia  
*Answer all questions in Bahasa Malaysia*

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

**(Jawab soalan bahagian A dan pilih 3 daripada 4 soalan di bahagian B)**  
**(Answer Part A and select 3 questions of 4 questions of Part B)**

**Bahagian A/Part A :**

1. a. Sila nyatakan enam langkah dalam rekabentuk permulaan sebuah pengawal sistem kawalan penerbangan berautonomi.  
  
*Please mention six steps in preliminary design of a controller for autonomous flight control system.*  
**(10 markah/marks)**
- b. Apakah persamaan yang membentuk persamaan lengkap pergerakan pesawat.  
  
*What equations build the complete equation of aircraft motion.*  
**(10 markah/marks)**
- c. Sila nyatakan 4 perbezaan jenis/mod 'autopilot' yang digunakan dalam pesawat.  
  
*Please mention 4 different types/modes of autopilot used in the aircraft.*  
**(10 markah/marks)**
- d. Sila terangkan prinsip sebuah proses pelepasan.  
  
*Please explain the principle of linearization process.*  
**(10 markah/marks)**
- e. Mengapakah keadaan-mantap, keadaan penerbangan trim diperlukan dalam simulasi pesawat dan proses pelepasan.  
  
*Why is a steady-state, trim flight condition needed to do flight simulation and linearisation process.*  
**(10 markah/marks)**
- f. Sila tunjukkan bahawa pergerakan pesawat boleh dibahagikan kepada pergerakan membujur dan sisi/berarah.  
  
*Please show that the aircraft motion can be separated into longitudinal and lateral/directional motion.*  
**(10 markah/marks)**

- g. Sila terangkan tempoh pendek dan mod 'phygoid' sebuah pesawat.  
*Please explain the short period and phygoid mode of aircraft.*  
**(10 markah/marks)**
- h. Apakah yang dimaksudkan dengan oleng-belanda, guling dan mod pilin.  
*What are dutch-roll, roll, and spiral modes meant.*  
**(10 markah/marks)**
- i. Sila lukiskan gambarajah aliran isyarat (SFD) bagi tempoh mod-pendek yang dipermudahkan.  
*Please draw the signal flow diagram (SFD) of simplified Short period-mode.*  
**(10 markah/marks)**
- j. Sila lukiskan gambarajah aliran isyarat (SFD) bagi mod-'phygoid' yang dipermudahkan.  
*Please draw the signal flow diagram (SFD) of simplified phygoid - mode.*  
**(10 markah/marks)**

**Bahagian B : Pengiraan dan Analisis****Part B : Calculation and Analysis**

Sebuah pesawat penumpang Jenis A 300 sedang melakukan penerbangan mendatar dalam atmosfera tak ganggu ( udara tenang, tanpa angin). Keadaan pegun, penerbangan simetri diberi seperti di bawah

Jisim pesawat	$m = 100,000.00 \text{ kg}$
Laju udara	$V = 100 \text{ m/s}$
Posisi pusat graviti	$(X_s - 0.25) = 0.05$
Posisi menegak tujahan enjin	$Z_E = 2.65 \text{ m}$
Sudut kecondongan enjin	$\sigma = 2.2 \text{ darjah}$

Setelah membentuk persamaan gerakan untuk penerbangan membujur dan penentuan keadaan mantap penerbangan trim, data keadaan penerbangan trim tersebut dilengkapkan seperti berikut:

$$\begin{aligned}\alpha_0 &= 0.0925 = 5.3^\circ \\ C_{L,0} &= 0.74 \\ C_{D,0} &= 0.045 \\ C_{m,0} &= -0.0182 \\ C_{\mu,0} &= 0.0455 \text{ ( pekali tujahan )} \\ i_{H,0} &= -0.0068 = 0.39^\circ\end{aligned}$$

*A passenger aircraft of Type A 300 is performing level flight in the undisturbed atmosphere (still air , no wind). The stationary, symmetrical flight condition is given below*

<i>Mass of the aircraft</i>	$m = 100,000.00 \text{ kg}$
<i>Airspeed</i>	$V = 100 \text{ m/s}$
<i>Position of the centre of gravity</i>	$(X_s - 0.25) = 0.05$
<i>Vertical position of engine thrust</i>	$Z_E = 2.65 \text{ m}$
<i>The Inclination angle of engine</i>	$\sigma = 2.2 \text{ degree}$

*After setting up equation of motion for longitudinal flight and determining the steady-state trimmed flight condition, the data of that trim flight condition is provided as follows:*

$$\alpha_0 = 0.0925 = 5.3^\circ$$

$$C_{L,0} = 0.74$$

$$C_{D,0} = 0.045$$

$$C_{m,0} = -0.0182$$

$$C_{\mu,0} = 0.0455 \text{ (thrust coefficient)}$$

$$i_{H,0} = -0.0068 = 0.39^\circ$$

**(100 markah/marks)**

2. Kirakan terbitan dimensi aerodinamik berikut:

$$M_q, M_\alpha, M_u, Z_\alpha, Z_u, X_\alpha, X_u$$

*Calculate the following dimensional aerodynamic derivatives:*

$$M_q, M_\alpha, M_u, Z_\alpha, Z_u, X_\alpha, X_u$$

**(100 markah/marks)**

3. Tentukan terbitan kawalan dimensi berikut:  $M_\eta, M_f, Z_\eta, Z_f, X_\eta, X_f$

*Determine the following dimensional control derivatives:*

$$M_\eta, M_f, Z_\eta, Z_f, X_\eta, X_f$$

**(100 markah/marks)**

4. a. Wakilkan pergerakan persamaan lurus bagi penerbangan membujur dalam bentuk perwakilan keadaan-ruang  $\dot{X} = \underline{A}X + \underline{B}U$  dan gambarajah blok isyarat.

*Represent the linear equation of motion for longitudinal flight in form of the state – space representation  $\dot{X} = \underline{A}X + \underline{B}U$  and signal block diagram*

**(70 markah/marks)**

- b. Dengan menggunakan persamaan-keadaan dan gambarajah blok isyarat, sila tunjukkan bahawa pergerakan membujur boleh dipecahkan kepada tempoh mod-pendek (mod-SP) dan mod-‘phugoid’ (mod-PH).

*By using the state –equation and the signal block diagram, please show that the longitudinal motion can be split into short-period mode (SP-mode) and phugoid-mode (PH-mode).*

**(30 markah/marks)**

5. Berdasarkan pada anggaran persamaan mod tempoh-pendek, tentukan yang berikut :
- rangkap pindah  $f_{\alpha\eta}$
  - redaman  $\zeta$  dan frekuensi asli  $\omega_0$  untuk tempoh pendek
  - ciri-ciri mula dan pegun  $\alpha$  akibat langkah masukan  $\eta$

*Based on the approximate equation for short-period mode, determine the following :*

- the transfer function  $f_{\alpha\eta}$*
- the damping  $\zeta$  and natural frequency  $\omega_0$  of short period*
- initial – and stationary characteristics of  $\alpha$  due to step input of  $\eta$*

**(100 markah/marks)**

0000000