

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2006/2007  
*Second Semester Examination*  
*2006/2007 Academic Session*

April 2007  
*April 2007*

**ESA 322/3 – Dinamik Struktur**  
*Structural Dynamics*

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

---

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

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat bercetak dan **TUJUH (7)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.

*Please ensure that this paper contains **EIGHT (8)** printed pages and **SEVEN (7)** questions before you begin examination.*

Bahagian A: Jawab **TIGA (3)** soalan. Bahagian B: Jawab **SEMUA** soalan.

*Part A: Answer **THREE (3)** questions. Part B: Answer **ALL** questions.*

Jawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia.

*Answer all questions in Bahasa Malaysia.*

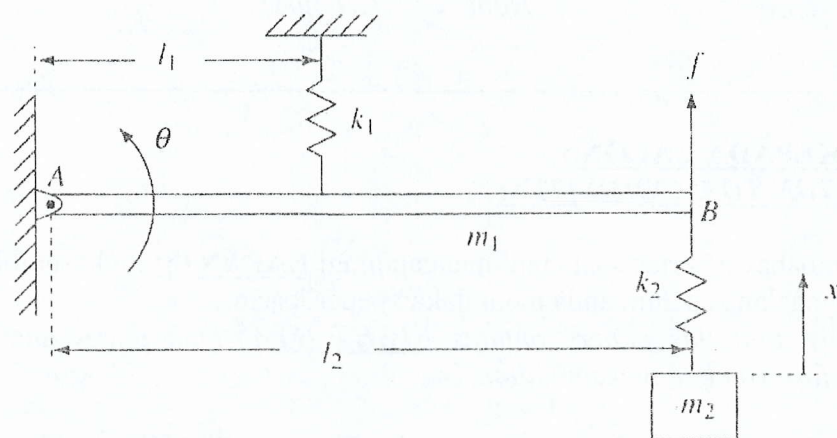
Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

*Each questions must begin from a new page.*

**BAHAGIAN A/PART A**

1. Satu sistem mempunyai suatu bar tegar yang seragam dengan jisim  $m_1$ . Pusingan bar pada titik A ditentang oleh dua spring kekakuan  $k_1$  and  $k_2$ . Carikan persamaan pergerakan (EOM) bagi sistem yang ditunjukkan pada **Gambarajah 1** apabila ianya dikenakan daya dinamik  $f(t)$ . Abaikan daya graviti.

*The system consists of a uniform rigid bar of mass  $m_1$ . Rotation of the bar about point A is resisted by the two springs of stiffness  $k_1$  and  $k_2$ . Find the equation of motion (EOM) for the system shown in the **Figure 1** when it is being subjected to a dynamic force  $f(t)$ . Neglect gravity.*



**Gambarajah 1/Figure 1**

(20 markah/marks)

2. Pengujaan harmonik digunakan untuk menentukan frekuensi tabii dan jisim tak teredam bagi sistem SDOF di mana sama seperti yang ditunjukkan pada **Gambarajah 2**. Pada frekuensi,  $\Omega = 6 \text{ rad/s}$ , keadaan salunan tercapai (di mana, sambutan akan mencapai tanpa halangan). Oleh kerana itu, frekuensi diambil untuk frekuensi tabii tak teredam ialah  $\omega_N$ . Jisim  $\Delta m = 1 \text{ kg}$  pula digabungkan dengan jisim  $m$  dan ujian salunan diulangi. Masa salunan berlaku pada  $\Omega = 5.86 \text{ rad/s}$ .

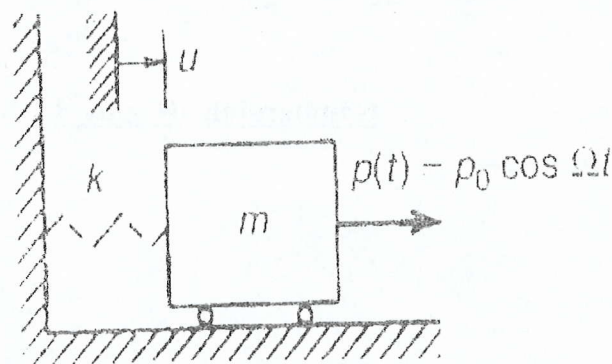
*Harmonic excitation is to be used to determine the natural frequency and the mass of an undamped SDOF system similar to the one as shown in Figure 2. At a frequency of  $\Omega = 6 \text{ rad/s}$ , the resonance condition is achieved (that is, the response tends to increase without bound). This frequency is therefore taken to be the undamped natural frequency,  $\omega_N$ . Next, a mass of  $\Delta m = 1 \text{ kg}$  is attached to mass  $m$  and the resonance test is repeated. This time resonance occurs at  $\Omega = 5.86 \text{ rad/s}$ .*

- (a) Tentukan nilai jisim  $m$  dalam kilogram.

*Determine the value of the mass  $m$  in kilograms.*

- (b) Tentukan nilai pekali spring  $k$  dalam N/m.

*Determine the value of the spring constant  $k$  in N/m.*



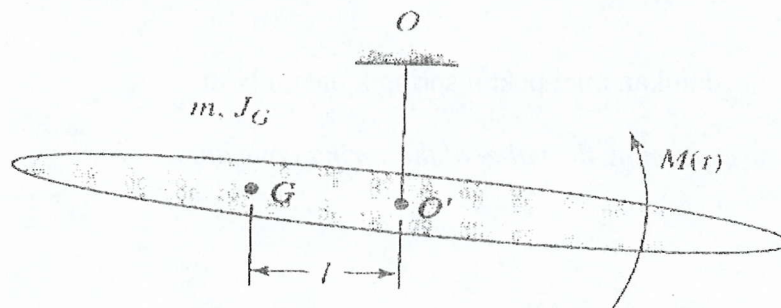
**Gambarajah 2/ Figure 2**

(20 markah/marks)



3. Sistem yang ditunjukkan pada **Gambarajah 3** mengandungi jasad tegar dengan jisim  $m$  dan putar inersia pada pusat jisim  $G$ . Ianya digantung dari titik  $O$  pada leleangit dengan penggantung elastik. Titik sentuh pada  $O'$  ialah jarak  $l$  dari tengah pusat jasad jism  $G$ .  $M(t)$  ialah momen luar yang dikenakan pada sistem sepanjang paksi normal kepada satah jasad. Dengan menggunakan koordinat teritlak  $x$ , yang mana menyatakan tindakan atas dan bawah pada titik  $O'$  dari  $O$  dan  $\theta$ , di mana menyatakan sudut ayunan pada paksi normal kepada satah jasad tegar dan dapatkan persamaan pergerakan bagi sistem dengan menggunakan prinsip keseimbangan momentum-sudut atau kaedah-kaedah lain.

The system shown in **Figure 3** consists of a rigid body of mass  $m$  and rotary inertia  $J_G$  about the center of mass  $G$ . It is suspended from a point  $O$  on the ceiling by an elastic suspension. The point of attachment  $O'$  is at a distance  $l$  from the center of mass  $G$  of the body.  $M(t)$  is an external moment applied to the system along an axis normal to the plane of the body. Use the generalized coordinates  $x$ , which describes the up and down motions of point  $O'$  from  $O$ , and  $\theta$ , which describes the angular oscillations about an axis normal to the plane of the rigid body and obtain the equation of motion for the system by using the principle of angular-momentum balance or any other methods.



Gambarajah 3/Figure 3

(20 markah/marks)

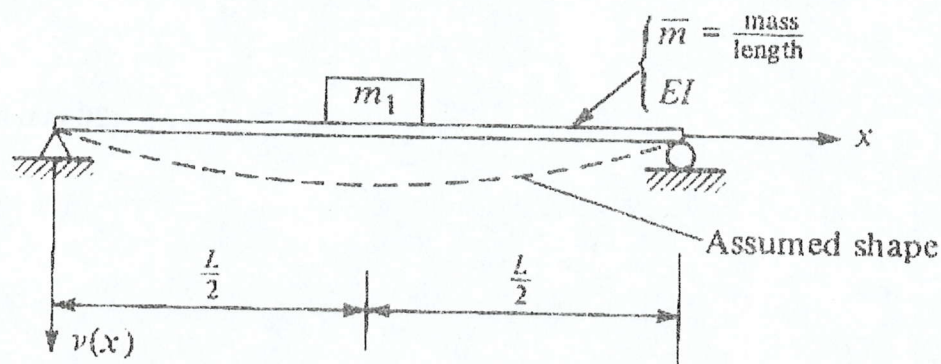
4. Dalam kajian kibraran sayap pesawat, model dipermudah berikut digunakan untuk mengkaji sistem getaran  $m\ddot{x} + (c + a)\dot{x} + kx = 0$  di mana parameter sistem ialah  $m$ ,  $c$  dan  $k$ . Pekali teredam  $a$  disebabkan daya aerodimanik, di mana perubahan dengan sudut serang. Di luar dari sudut serangan, pemalarnya boleh dianggap bernilai negatif. Tentukan keadaan-keadaan pada  $m$ ,  $c$ ,  $a$  dan  $k$  untuk sistem yang tidak stabil.

*In the studies of aircraft wing flutter, the following simplified model is used to study the system vibrations  $m\ddot{x} + (c + a)\dot{x} + kx = 0$  where the system parameters are  $m$ ,  $c$  and  $k$ . The damping constant  $a$  is due to aerodynamic forces, which changes with the angle-of-attack. Beyond a certain angle of attack, this constant can assume negative values. Determine the conditions on  $m$ ,  $c$ ,  $a$  and  $k$  for which this system can be unstable.*

(20 markah/marks)

5. Dengan kaedah Rayleigh, kirakan tempoh getaran bagi sayap seragam yang disokong dibahagian tengahnya dengan jisim seperti ditunjukkan dalam **Gambarajah 4**. Untuk bentuk anggapan, gunakan pesongan yang dihasilkan oleh beban pusat  $p$ ; iaitu,  $v(x) = px(3L^2 - 4x^2)/48EI$ . Pertimbangkan kes-kes  $m_1 = 0$ , dan b)  $m_1 = 3 \bar{m} L$ .

*By Rayleigh's method, compute the period of vibration of the uniform beam supporting a central mass  $m_1$  shown in the Figure 4. For the assumed shape, use the deflection produced by a central load  $p$ ; that is,  $v(x) = px(3L^2 - 4x^2)/48EI$ . Consider the cases:  $m_1 = 0$ , and b)  $m_1 = 3 \bar{m} L$ .*



Gambarajah 4/ Figure 4

(20 markah/marks)

BAHAGIAN B/PART B

6. Satu perempat dedenyut gelombang kosine dinyatakan sebagai  $p(t) = p_o \cos \omega t$  ;  $0 < t < \pi/(2\omega)$ . Sistem SDOF dengan  $\zeta < 1$  dikenakan pada beban tersebut.

*A quarter cosine-wave impulse is expressed as  $p(t) = p_o \cos \omega t$  ;  $0 < t < \pi/(2\omega)$ .  
A SDOF system with  $\zeta < 1$  is subjected to this load.*

- (a) Buktikan pernyataan untuk sambutan nadi dedenyut ini, mula dari masa diam, dan

*Derive an expression for the response to this impulse, starting from rest, and*

- (b) Tentukan nisbah sambutan maksimum,  $R_{\max} = v_{\max}/(p_o/k)$  jika  $\omega = \omega_N$ , di mana  $\omega_N$  ialah frekuensi tabii bagi sistem tersebut.

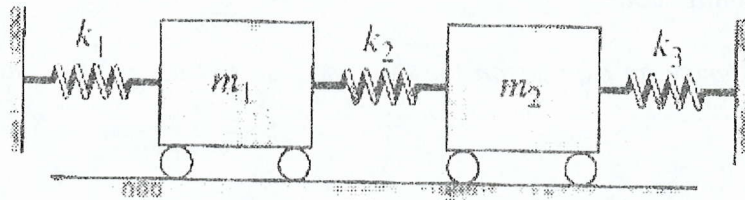
*Determine the maximum response ratio,  $R_{\max} = v_{\max}/(p_o/k)$  if  $\omega = \omega_N$ , where  $\omega_N$  is the natural frequency of the system.*

(20 markah/marks)



7. Tentukan frekuensi tabii dan bentuk ragam yang dikaitkan dengan sistem yang ditunjukkan untuk  $m_1 = 10 \text{ kg}$ ,  $m_2 = 20 \text{ kg}$ ,  $k_1 = 100 \text{ N/m}$ ,  $k_2 = 100 \text{ N/m}$  dan  $k_3 = 50 \text{ N/m}$ .

*Determine the natural frequencies and mode shapes associated with the system shown for  $m_1 = 10 \text{ kg}$ ,  $m_2 = 20 \text{ kg}$ ,  $k_1 = 100 \text{ N/m}$ ,  $k_2 = 100 \text{ N/m}$  and  $k_3 = 50 \text{ N/m}$ .*



Gambarajah 5/Figure 5

(20 markah/marks)

ooo000ooo