

**SULIT**

---



Second Semester Examination  
2018/2019 Academic Session

June 2019

**EAS456 – Advanced Structural Analysis  
(Analisis Struktur Lanjutan)**

Duration : 2 hours  
(Masa : 2 jam)

---

Please check that this examination paper consists of **EIGHT (8)** pages of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LAPAN (8)** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

**Instructions** : This paper consists of **THREE (3)** questions. Answer **ALL** questions.

**Arahan** : Kertas ini mengandungi **TIGA (3)** soalan. Jawab **SEMUA** soalan.]

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

*[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunakan.]*

...2/-

**SULIT**

- (1). (a). Free vibration test is an important test in structural dynamics. Explain the purpose and the procedure to conduct a free vibration test for a building. From the free vibration response, how the required dynamic properties of a building could be determined?

*Ujian gegaran bebas merupakan satu ujian yang penting dalam dinamik struktur. Jelaskan tujuan dan prosidur untuk menjalankan ujian gegaran bebas ke atas sebuah bangunan. Daripada sambutan gegaran bebas, bagaimana sifat dinamik yang diperlukan untuk sebuah bangunan boleh ditentukan?*

[5 marks/markah]

- (b). Two springs with spring constants  $k_{s1}$  and  $k_{s2}$  are connected to a portal frame as shown in **Figure 1** to reduce the vibration. Calculate the equivalent stiffness of the system and then formulate the equation of motion for the system subjected to external dynamic excitation  $F(t)$ . Given that a force of  $24EI/L^3$  at the roof causes a unit displacement at the roof.  $E$  and  $I$  are the modulus of elasticity and moment of inertia, respectively.

*Dua spring dengan pemalar spring  $k_{s1}$  dan  $k_{s2}$  disambungkan ke sebuah kerangka portal seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 1** untuk mengurangkan gegaran. Kira kekakuan setara untuk sistem berkenaan dan terbitkan persamaan gerakan untuk sistem tersebut yang dikenakan daya dinamik luar  $F(t)$ . Diberikan daya  $24EI/L^3$  di bumbung kerangka akan menghasilkan satu unit anjakan di bumbung.  $E$  dan  $I$  masing-masing ialah modulus keanjalan dan momen inersia.*

[4 marks/markah]

- (c). The system in **Figure 1** is disturbed from its equilibrium position with the initial displacement of 100 mm and initial velocity of 5 cm/s. Given the weight of girder is 3 MN,  $E = 200$  GPa,  $I = 250 \times 10^6$  mm<sup>4</sup>,  $k_{s1} = 350$  kN/m,  $k_{s2} = 500$  kN/m and neglect the mass of two supporting columns.

...3/-

Sistem dalam **Rajah 1** diganggu daripada kedudukan seimbang dengan anjakan permulaan sebanyak 100 mm dan halaju awal 5 cm/s. Diberikan berat galang ialah 3 MN,  $E = 200 \text{ GPa}$ ,  $I = 250 \times 10^6 \text{ mm}^4$ ,  $k_{s1} = 350 \text{ kN/m}$ ,  $k_{s2} = 500 \text{ kN/m}$  dan abaikan jisim kedua-dua tiang.

Determine :

Tentukan :

- (i). the damping ratio if the displacement is 28.5 mm after two complete cycles,  
*nisbah redaman jika anjakan selepas dua kitaran lengkap ialah 28.5 mm,*
- (ii). the damping coefficient,  $c$ ,  
*pekali peredam,  $c$ ,*
- (iii). the natural cyclic frequency of undamped and damped vibration,  
*frekuensi berkitar tabii tanpa redaman dan teredam,*
- (iv). the displacement and velocity after one complete cycle.  
*anjakan dan halaju selepas satu kitaran lengkap.*

Sketch the displacement time-history. Indicate the values of initial displacement, displacement after one and two complete cycles with their corresponding time on the plot.

*Lakarkan sejarah waktu anjakan. Tunjukkan nilai anjakan bersama masa sepadan untuk anjakan permulaan, anjakan selepas satu dan dua kitaran lengkap dalam plot.*

The displacement response of an underdamped single degree of freedom system under free vibration is given by

...4/-

*Sambutan anjakan sebuah sistem kurang redam darjah kebebasan tunggal di bawah gegaran bebas ialah*

$$u(t) = e^{-\xi\omega_n t} \left[ u(0) \cos \omega_D t + \frac{\dot{u}(0) + \xi\omega_n u(0)}{\omega_D} \sin \omega_D t \right]$$

where  $\xi$  is the damping ratio,

*di mana  $\xi$  ialah nisbah redaman,*

$\omega_n$  is the natural circular frequency of undamped system,

*$\omega_n$  ialah frekuensi membulat tabii sistem tanpa redaman,*

$\omega_D$  is the natural circular frequency of damped system,

*$\omega_D$  ialah frekuensi membulat tabii sistem teredam,*

$u(0)$  is the initial displacement, and

*$u(0)$  ialah anjakan permulaan, dan*

$\dot{u}(0)$  is the initial velocity.

*$\dot{u}(0)$  ialah halaju permulaan.*

[22 marks/markah]

- (d). Propose a modification to the system in **Figure 1** so that the vibration of the system will be reduced by 10%.

*Cadangkan perubahan terhadap sistem dalam **Rajah 1** supaya gegaran sistem tersebut akan dikurangkan sebanyak 10%.*

[4 marks/markah]

...5/-

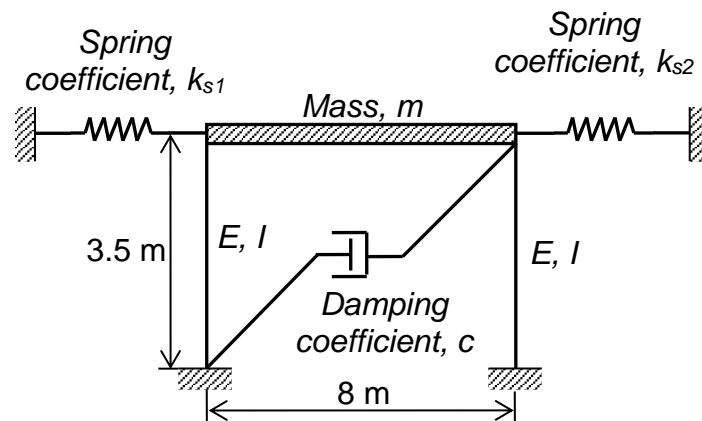


Figure 1/Rajah 1

- (2). (a). List down the basic steps in finite element method.  
*Senaraikan langkah asas kaedah elemen terhingga.*

[3 marks/markah]

- (b). Derive the element stiffness matrix for the 1-D element of two-node linear elastic bar as shown in **Figure 2** by using the principle of minimum potential energy.

*Terbitkan persamaan matrik kekukuhan elemen untuk elemen 1-D bar dua-nod anjal lurus seperti ditunjukkan dalam **Rajah 2** menggunakan prinsip tenaga keupayaan minima.*

[12 marks/markah]

- (c). A solid stepped bar under three concentrated forces  $F_1$ ,  $F_2$  and  $F_3$  is shown in **Figure 3**. Forces  $F_1$ ,  $F_2$  and  $F_3$  are  $100\text{ kN}$ ,  $75\text{ kN}$  and  $50\text{ kN}$ , respectively. The cross-sectional area of bar AB, BC and CD are  $2A$ ,  $1.5A$  and  $A$ , respectively where the diameter of bar AB is  $100\text{ mm}$ . Young's modulus of steel, brass and aluminum are  $210\text{ GPa}$ ,  $100\text{ GPa}$  and  $73\text{ GPa}$ , respectively. By using the principle of minimum potential energy,

...6/-

Sebuah bar pejal pelbagai keratan di bawah tiga beban tumpu  $F_1$ ,  $F_2$  dan  $F_3$  ditunjukkan dalam **Rajah 3**. Daya  $F_1$ ,  $F_2$  dan  $F_3$  masing-masing ialah 100 kN, 75 kN and 50 kN. Luas keratan rentas bar AB, BC dan CD masing-masing ialah  $2A$ ,  $1.5A$  dan  $A$  di mana diameter bar AB ialah 100 mm. Modulus Young bagi keluli, tembaga dan aluminium masing-masing ialah 210 GPa, 100 GPa and 73 GPa. Dengan menggunakan prinsip tenaga keupayaan minima,

- (i). Sketch a spring-mass system and write the global stiffness matrix for the bar.

*Lakarkan sistem spring-jisim dan tuliskan persamaan kekukuhan global untuk bar tersebut.*

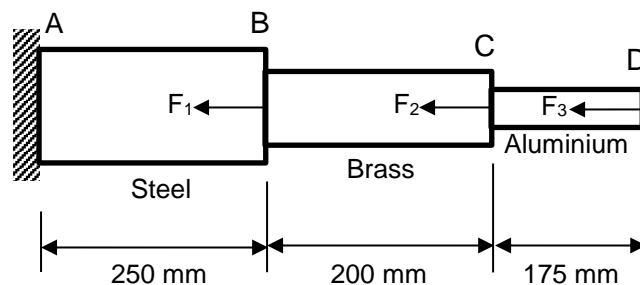
- (ii). Determine the displacements at the points where forces are applied.

*Tentukan anjakan di titik yang dikenakan daya.*

[20 marks/markah]



**Figure 2/Rajah 2**



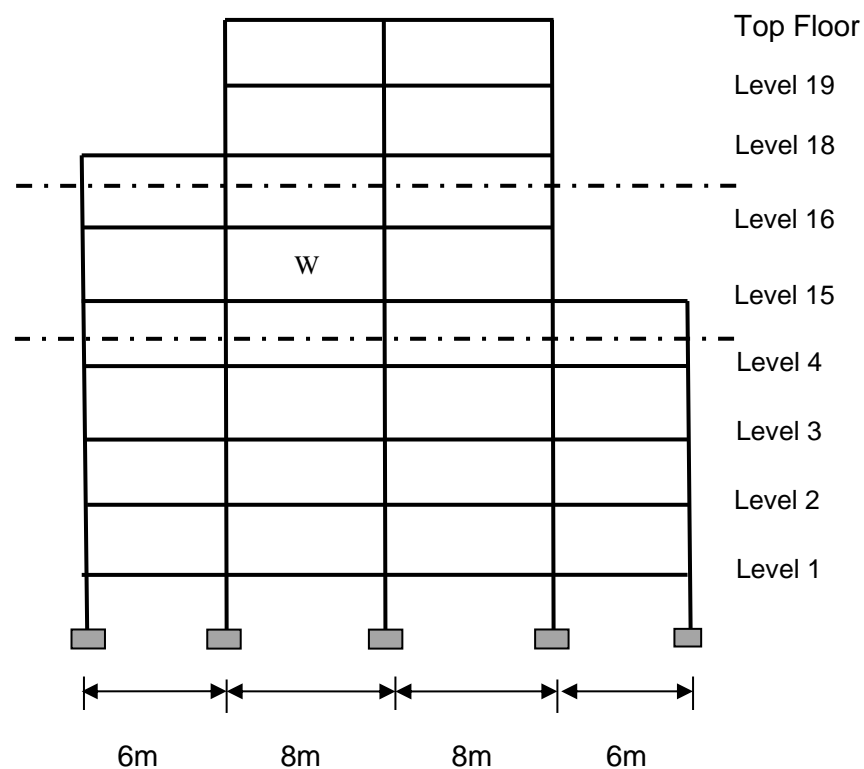
**Figure 3/Rajah 3**

...7/-

-7-

- (3). (a). A 20-storey rigid frame building with setback as shown in **Figure 4** is located in Zone I with terrain category 2. The interstory height is 3 m and the frames are spaced at 8 m. The width of the building is 24 m. Estimate the value of the design wind pressure on the wind ward direction,  $W$  at the top floor of the frame according to MS1553:2002. Please indicate all assumed values used in the calculations. Design data can be extracted from MS1553 (2002).

*Sebuah bangunan kerangka tegar 20 tingkat dengan anjak-belakang seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 4** terletak dalam Zon I dengan kategori rupa bumi 2. Ketinggian antara tingkat ialah 3 m dan kerangka berjarak 8 m. Lebar bangunan ialah 24 m. Anggarkan nilai tekanan angin rekabentuk di permukaan arah angin,  $W$  di ketinggian teratas bangunan. Sila nyatakan semua andaian yang dibuat dalam pengiraan. Data rekabentuk boleh diperolehi dari MS1553 (2002).*



**Figure 4/Rajah 4**

[22 marks/markah]

...8/-

- (b). Discuss (i) braced frame structures, (ii) infilled frame structures, (iii) flat-plate and flat-slab structures and (iv) waffle flat slabs, as structural form and floor systems in high-rise building.

*Terangkan (i) struktur kerangka berembat, (ii) struktur kerangka berisi, (iii) plat rata dan papak rata, dan (iv) papak wafel rata, sebagai bentuk struktur dan sistem lantai dalam bangunan tinggi.*

[8 marks/markah]

**-oooOooo-**