

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

2<sup>nd</sup>. Semester Examination  
2003/2004 Academic Session  
*Peperiksaan Semester Kedua*  
*Sidang Akademik 2003/2004*

February / March 2004

**EAS 254E/3 – Structural Analysis**  
*EAS 254E/3 – Analisis Struktur*

Duration: 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

**Instructions to candidates:**

**Arahan kepada calon:**

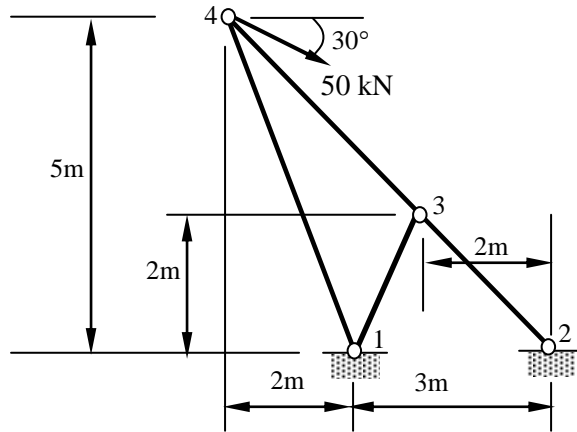
1. Ensure that this paper contains **TEN (10)** printed pages included appendices.  
*Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi SEPULUH (10) muka surat bercetak termasuk lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.*
2. This paper contains **FIVE (5)** questions. Answer **ALL** questions.  
*Kertas ini mengandungi LIMA (5) soalan. Jawab SEMUA SOALAN.*
3. All questions **CAN BE** answered in English or Bahasa Malaysia or combination of both languages.  
*Semua soalan boleh dijawab dalam Bahasa Inggeris atau Bahasa Malaysia ataupun kombinasi kedua-dua bahasa.*
4. Each question carries equal marks.  
*Tiap-tiap soalan mempunyai markah yang sama.*
5. All question **MUST BE** answered on a new sheet.  
*Semua jawapan MESTILAH dijawab pada muka surat yang baru.*
6. Write the answered question numbers on the cover sheet of the answer script.  
*Tuliskan nombor soalan yang dijawab di luar kulit buku jawapan anda.*

1. (a) Fig. 1.0 (a) shows a four-member truss for a supporting tower structure. An inclined load of 50kN which makes an angle of  $30^\circ$  with the horizontal direction acts at joint 4. Compute the vertical displacement of joint 3 by using principle of virtual work method. Use modulus of elasticity  $E=200\text{GPa}$  and cross-sectional area  $A=0.071\text{m}^2$  for all members.
- (10 marks)

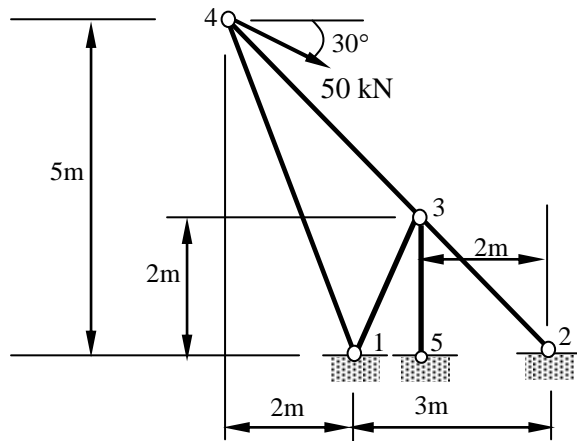
(a) *Rajah 1.0 (a) menunjukkan satu kekuda empat-anggota untuk satu struktur menara penyokong. Kekuda ini mengambil beban condong 50 kN pada sudut  $30^\circ$  dari ufuk yang dikenakan pada sambungan 4. Tentukan anjakan pugak sambungan 3 dengan menggunakan kaedah kerja maya. Guna modulus keanjalan  $E=200\text{GPa}$  dan luas keratan  $A=0.071\text{m}^2$  untuk semua anggota.*

- (b) An additional member 3-5 with cross-sectional area  $A$  similar to those of the other members has been added to the truss to form the truss structure as shown in Fig. 1.0 (b). As a result of this member addition, the original truss has become statically indeterminate with the degree of indeterminacy equals to one. Determine the axial forces in all members by using the method of consistent deformation. Use modulus of elasticity  $E=200\text{GPa}$ .
- (10 marks)

(b) *Satu anggota tambahan 3-5 dengan luas keratan  $A$  yang sama dengan anggota-anggota lain telah ditambahkan kepada kekuda seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.0 (b). Hasil tambahan anggota ini mengakibatkan kekuda tersebut menjadi struktur tidak boleh tentu statik dengan darjah ketidakbolehtentuan sama dengan satu. Tentukan daya paksi dalam semua anggota dengan menggunakan kaedah ubahbentuk konsisten. Guna  $E=200\text{GPa}$ .*



**Fig. 1.0 (a)**



**Fig. 1.0 (b)**

2. (a) Define **Theorem Of Least Work**. By using theorem of least work, show that the equation for reaction force at B for the propped cantilever beam as shown in Fig.2.0 (a) is as follows :

$$R_B = \frac{3}{8} wL$$

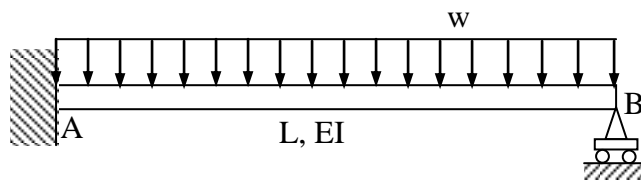
where  $R_B$  : reaction force at support B.

(8 marks)

- (a) Beri definisi **Teorem Kerja Terkecil**. Dengan menggunakan teorem kerja terkecil, tunjukkan bahawa persamaan untuk daya tindakbalas pada B untuk rasuk julus tertutup yang diberikan dalam Rajah 2.0 (a) adalah seperti berikut :

$$R_B = \frac{3}{8} wL$$

di mana  $R_B$  : daya tindakbalas pada penyokong B.



**Fig. 2.0 (a)**

- (b) Fig.2.0 (b) shows a portal frame ACEB. Supports A and B are fixed and roller type supports, respectively. Member AC carries a distributed load in which the intensity varies linearly from 0 kN/m at C to 25 kN/m at A. Member EB carries a uniformly distributed load with intensity 10 kN/m. By using theorem of least work, compute all reaction forces. Use reaction force at support B as redundant. Assume E as constant for all members in the frame.

(12 marks)

- (b) Rajah 2.0 (b) menunjukkan satu kerangka portal ACEB. Penyokong A adalah jenis terikat tegar manakala penyokong B pula adalah jenis rola. Anggota AC dikenakan beban teragih yang keamatannya berubah secara lurus dari 0 kN/m pada C ke 25 kN/m pada A. Anggota EB dikenakan beban teragih seragam dengan keamatan 10 kN/m. Dengan menggunakan teorem kerja terkecil, tentukan ke semua daya tindakbalas. Gunakan daya tindakbalas pada penyokong B sebagai tindakbalas lebih. Anggap E adalah sama untuk kesemua anggota dalam kerangka.

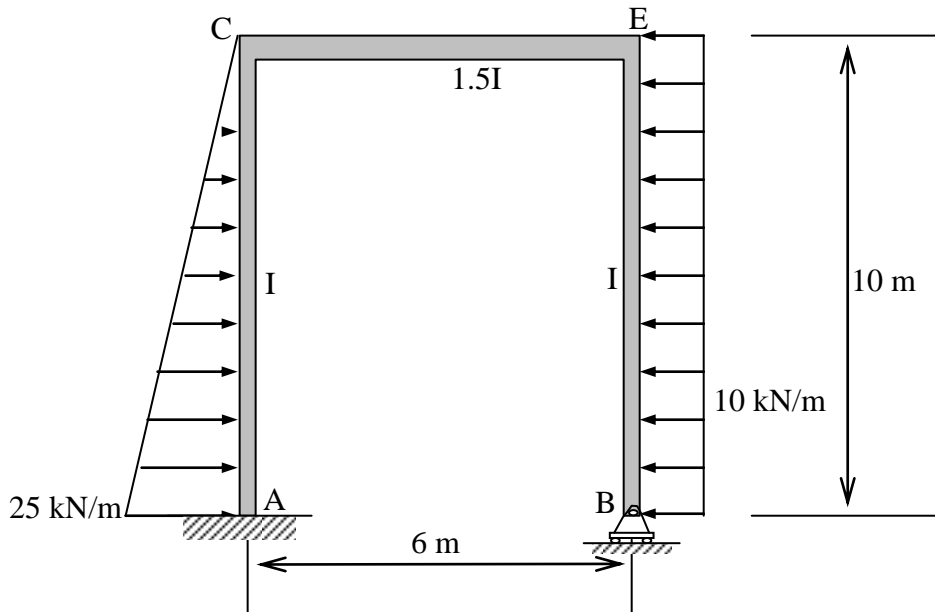


Fig. 2.0 (b)

3. (a) Fig. 3.0 shows a cantilever beam ABC with a concentrated load acting at the free end C. For the purpose of reducing the vertical deflection at the free end C, suggestion to add plates at both the top and bottom surface of beam starting from end A to a distance of  $L_P$  from A has been proposed. The relation between moment of inertia of beam section  $I_B$  and that of the plate  $I_P$  is given as follows :

$$I_P = 0.3 I_B$$

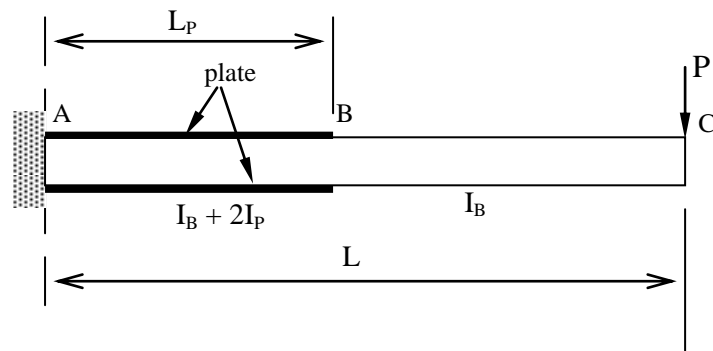
If  $L_P=0.5L$ , determine the percentage reduction in vertical deflection at point C compared to that of the beam without plate. Use Second Castigliano's Theorem to compute the deflection of beam. Assume that modulus of elasticity E is the same for the whole beam.

(15 marks)

- (a) *Rajah 3.0 menunjukkan satu rasuk julur ABC yang dikenakan satu beban tertumpu pada hujung bebas C. Untuk tujuan mengurangkan anjakan pugak pada hujung bebas C, cadangan untuk menambah plat di kedua bahagian muka atas dan bawah rasuk bermula dari hujung A hingga ke satu jarak  $L_P$  dari A telah dikemukakan. Diberi bahawa hubungan antara momen sifatekun keratan rasuk  $I_B$  dan momen sifatekun plat  $I_P$  adalah seperti berikut :*

$$I_P = 0.3 I_B$$

*Sekiranya  $L_P=0.5L$ , tentukan peratus pengurangan anjakan pugak rasuk pada C jika dibandingkan dengan anjakan pugak rasuk tanpa plat. Gunakan Teorem Castigliano Kedua untuk tujuan pengiraan anjakan pugak rasuk. Anggap E adalah sama untuk keseluruhan rasuk.*



**Fig. 3.0**

(b) Give **TWO (2)** reasons why calculation of deflection forms an essential part of structural analysis.

(5 marks)

(b) Berikan **DUA (2)** sebab mengapa pengiraan pesongan struktur merupakan sebahagian yang perlu dalam analisis struktur.

4. Fig. 4.0 shows a frame that experienced horizontal sway to the right with  $\Delta_B = \Delta_C$ . Support A is fixed and support C is roller. Point load of 60 kN is applied at joint B and span BC carrying a uniformly distributed load of 20 kN/m. EI value for all member is constant. Using the Slope Deflection Method, calculate  $\theta_B$  dan  $\Delta_B$ . Sketch the shear force diagram and distribution of the bending moment throughout the the frame. (20 marks)

Rajah 4.0 menunjukkan satu kerangka yang telah mengalami huyung kekanan sebanyak  $\Delta_B = \Delta_C$ . Penyokong A adalah jenis tegar dan penyokong C ialah roler. Beban tumpu 60 kN telah bertindak di sambungan B dan beban teragih seragam 20kN/m bertindak di sepanjang rentang BC. Nilai EI adalah konstan untuk semua anggota. Dengan menggunakan Kaedah Cerun Pesongan, kira nilai  $\theta_B$  dan  $\Delta_B$ . Seterusnya, lakar gambarajah daya ricih dan momen lentur untuk kerangka tersebut. (20 markah)

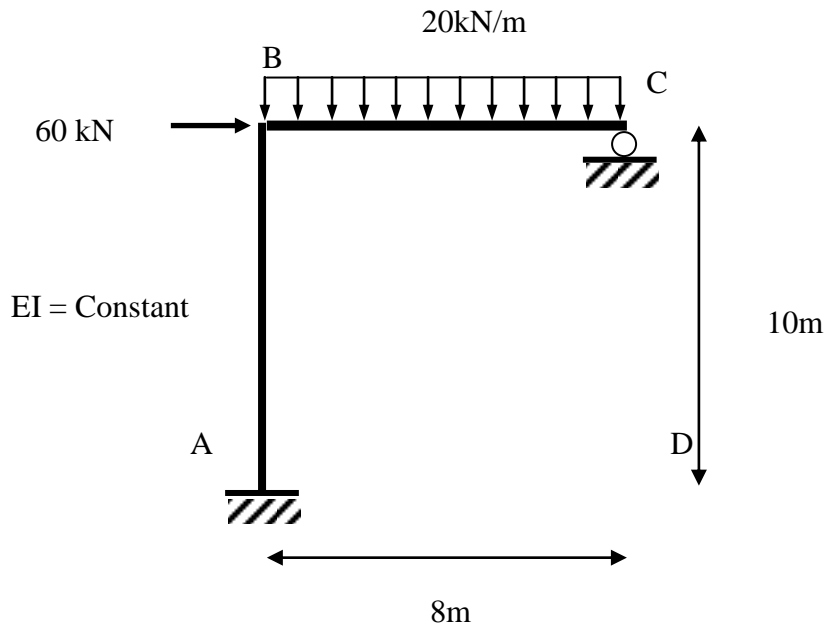


Fig. 4.0

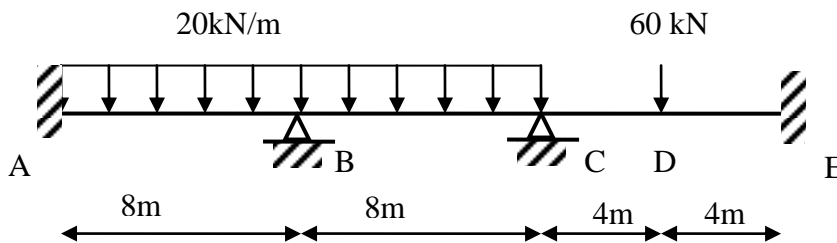
5. Figure 5.0 shows a continuous beam carrying a uniform distributed load of 20 kN/m on span ABC and a point load of 60 kN at D. Given EI is constant with  $E = 70 \text{ GPa}$  and  $I = 800 \times 10^6 \text{ mm}^4$ .

- (a) Calculate the shear force
- (b) Sketch the shear force diagram
- (c) Sketch the bending moment diagram
- (d) Sketch the deflected shape of the loaded beam

(20 marks)

*Rajah 5.0 menunjukkan satu rasuk selanjur yang membawa beban teragih seragam sebanyak 20 kN/m direntang ABC dan beban tumpu 60 kN di titik D. Anggap nilai EI adalah konstan dengan nilai  $E = 70 \text{ GPa}$  dan  $I = 800 \times 10^6 \text{ mm}^4$ .*

- (a) Kira daya ricih
- (b) Lakar gambarajah daya ricih
- (c) Lakar gambarajah momen lentur
- (d) Lakar bentuk pesongan rasuk selanjur tersebut

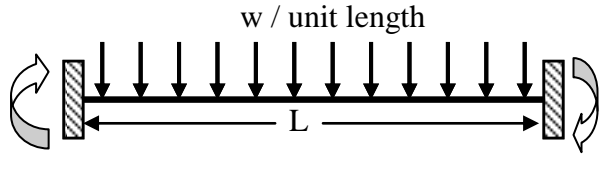
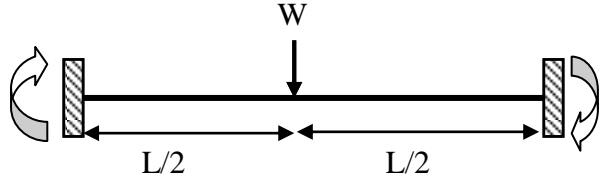
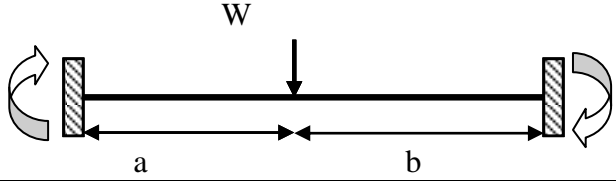
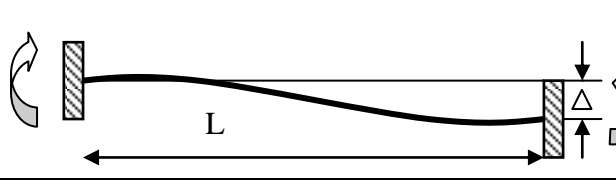
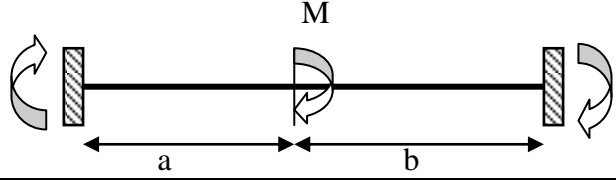
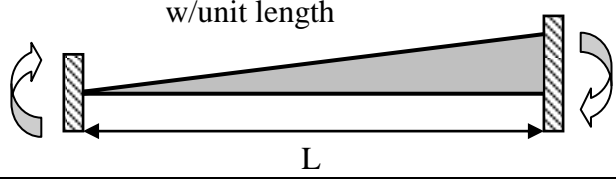
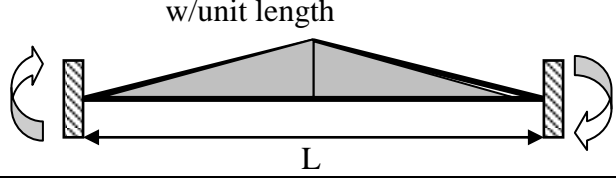
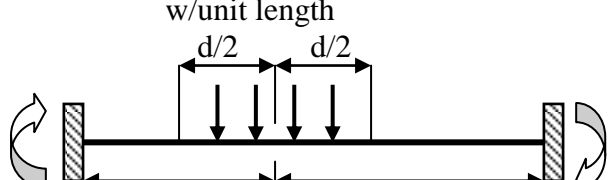


**Figure 5.0**

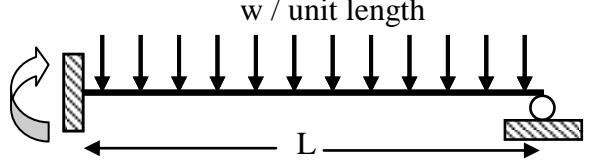
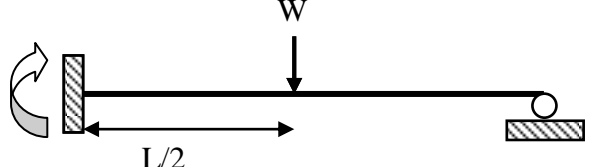
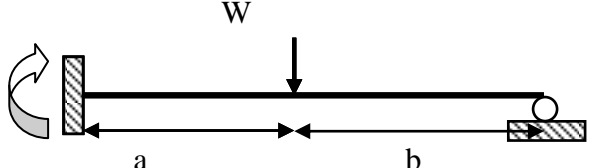

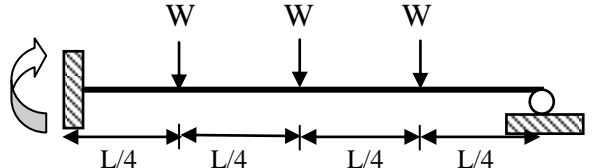
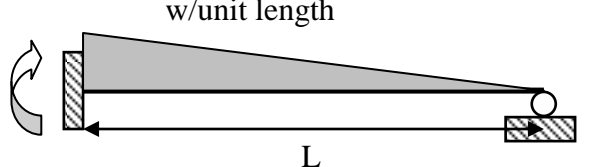
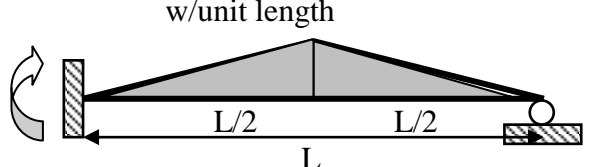


Attachment :

Fixed End Moment

$-\frac{wL^2}{12}$		$\frac{wL^2}{12}$
$-\frac{WL}{8}$		$\frac{WL}{8}$
$-\frac{Wab^2}{L^2}$		$\frac{Wba^2}{L^2}$
$-\frac{6EI \Delta}{L^2}$		$\frac{6EI \Delta}{L^2}$
$-\frac{Mb(2a-b)}{L^2}$		$\frac{Mb(2b-a)}{L^2}$
$-\frac{wL^2}{30}$		$\frac{wL^2}{20}$
$-\frac{5wL^2}{96}$		$\frac{5wL^2}{96}$
$-\frac{wd}{L^2} \left( ab^2 + \frac{(a-2b)d^2}{12} \right)$		$\frac{wd}{L^2} \left( a^2b + \frac{(b-2a)d^2}{12} \right)$

**Attachment :**  
**Fixed End Moment**

$-\frac{wL^2}{8}$		
$-\frac{3WL}{16}$		
$-\frac{W}{L^2} \left( b^2 a + \frac{a^2 b}{12} \right)$		
$-\frac{3EI \Delta}{L^2}$		
$-\frac{45WL}{96}$		
$-\frac{wL^2}{15}$		
$-\frac{5wL^2}{64}$		
$-\frac{9WL^2}{128}$	