

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

KSCP EXAMINATION  
Academic Session 2007/2008

June 2008

**EAS 152/3 – Strength Of Materials**  
***[Kekuatan Bahan]***

Duration: 3 hours  
*[Masa : 3 jam]*

---

Please check that this examination paper consists of **TEN (10)** printed pages before you begin the examination.

*[Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi **SEPULUH (10)** muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

**Instructions:** This paper consists of **SIX (6)** questions. Answer **FIVE (5)** questions only. All questions carry the same marks.

*[Arahan: Kertas ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan sahaja. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.]*

You may answer the question either in Bahasa Malaysia or English.

*[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]*

All questions **MUST BE** answered on a new page.

*[Semua soalan **MESTILAH** dijawab pada muka surat baru.]*

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 beam having a rectangular section as shown in Figure 1(a) is subjected to a concentrated load of 20kN at C and a uniformly distributed load of 10kN/m along the span AB as shown in Figure 1(b). The beam is pinned at A and supported by a roller at B.

- (i) Determine the shear and moment in the beam as a function of  $x$ . Use the origin of  $x$  from point A as labeled in Figure 1(b).
- (ii) Draw the shear force and bending moment diagram for the beam.
- (iii) If it is given that the allowable bending stress and shear stress of the material used for the beam are 8.0MPa and 0.8MPa, respectively, check if the section selected as shown in Figure 1(a) is safe to be used or not.

*Satu rasuk berkeratan rentas segi empat tepat ditunjukkan dalam Rajah 1(a) ditindaki dengan beban tertumpu 20kN di C dan satu beban teragih seragam 10kN/m yang bertindak sepanjang bahagian AB seperti ditunjukkan dalam Rajah 1(b). Rasuk tersebut disokong cemat di A dan disokong rola di B.*

- (i) *Tentukan persamaan daya ricih dan momen lentur rasuk dalam sebutan  $x$ . Guna asalan  $x$  dari titik A seperti dilabel dalam Rajah 1(b).*
- (ii) *Lukiskan gambarajah daya ricih dan momen lentur bagi rasuk tersebut.*
- (iii) *Jika tegasan lentur dan tegasan ricih yang dibenarkan bagi bahan yang digunakan untuk rasuk tersebut masing-masing ialah 8.0MPa and 0.8MPa, semak samada pemilihan keratan dalam Rajah 1(a) adalah selamat digunakan ataupun tidak.*

[20 marks / markah]

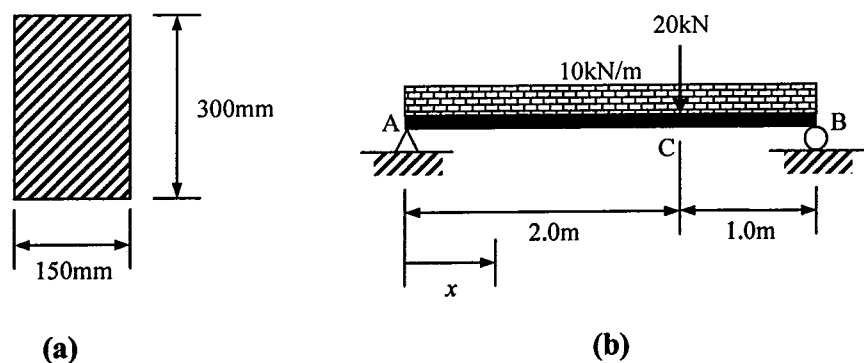


Figure / Rajah 1

2. (a) Define the following column buckling conditions:

- (i) Stable condition
- (ii) Unstable condition

*Berikan definisi bagi keadaan lenturan tiang berikut:*

- (i) *Keadaan stabil*
- (ii) *Keadaan tidak stabil*

[4 marks / markah]

(b) A 7.0m long column having the square cross section of 200mm x 300mm shown in Figure 2(a) and (b). Using the Euler's formula, determine the critical buckling load for a column with the following end conditions. Assume  $E = 200\text{GPa}$ .

- (i) Both ends pinned
- (ii) Both ends fixed
- (iii) One end fixed and the other end free

*Satu tiang setinggi 7.0m berkeratan rentas segiempat tepat 200mm x 300mm ditunjukkan dalam Rajah 2(a) dan (b). Menggunakan fomula Euler, tentukan daya lenturan kritikal tiang tersebut bagi setiap keadaan sambungan hujung berikut. Anggap  $E = 200\text{GPa}$ .*

- (i) *Kedua-dua hujung disokong cemat*
- (ii) *Kedua-dua hujung diikat tegar.*
- (iii) *Satu hujung diikat tegar dan satu hujung bebas*

[6 marks / markah]

(c) If the fixed-pinned steel column in Figure 2 (a) must carry a load  $P = 200\text{kN}$  with an eccentricity,  $e$ , of 50mm as shown in Figure 2(b), check whether the rectangular section of 200mm x 300mm can withstand this loading or not. Use an allowable stress for column subjected to axial load of 80MPa and allowable bending stress of 120MPa. Assume modulus of elasticity of column as 210GPa. The following inequality equation is to be satisfied:

$$\frac{P/A}{(\sigma_{all})_{centric}} + \frac{Mc/I}{(\sigma_{all})_{bending}} \leq 1$$

Jika tiang keluli dengan hujung terikat tegar-cemat dalam Rajah 2(a) perlu menanggung beban  $P=200$  kN dengan kesipian,  $e$ , 50mm seperti ditunjukkan dalam Rajah 2(b), semak samada keratan segiempat tepat 200mm x 300mm boleh menanggung beban tersebut ataupun tidak. Guna tegasan beban paksi dibenarkan sebagai 80MPa dan tegasan lenturan dibenarkan sebagai 120MPa. Anggap modulus keanjalan tiang sebagai 210GPa. Persamaan ketaksamaan berikut perlu dipatuhi;

$$\frac{P/A}{(\sigma_{\text{dibenarkan}})_{\text{pusat}}} + \frac{Mc/I}{(\sigma_{\text{dibenarkan}})_{\text{lenturan}}} \leq 1$$

[10 marks / markah]

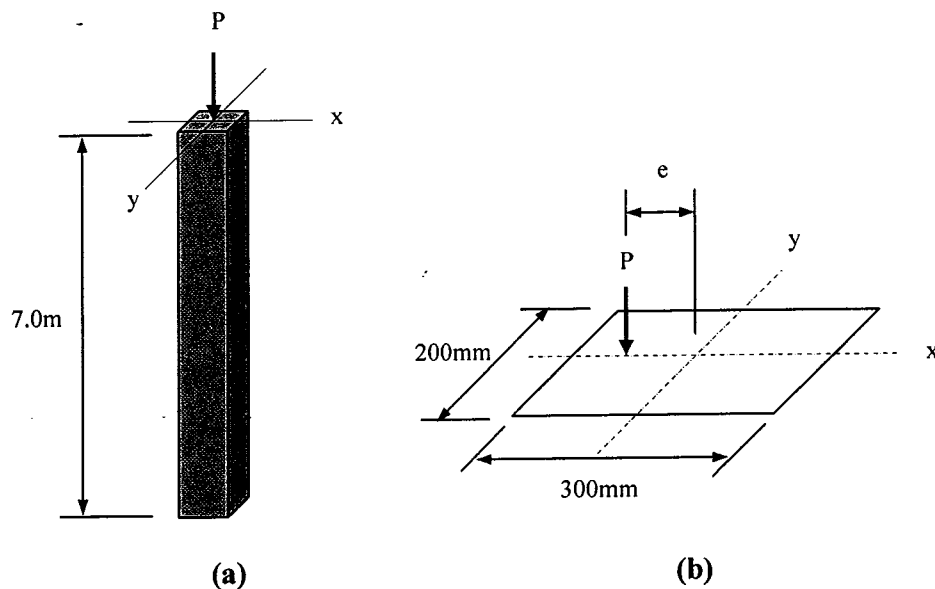


Figure / Rajah 2

3. (a) Figure 3 shows the cantilever beam carries a uniformly distributed load of  $w$  kN/m along the span AB. Prove that the vertical displacement at B is  $-\frac{wL^4}{8EI}$  using **double integration method**. Take the origin of  $x$  from the free end B and assume  $EI$  is constant.

Rajah 3 menunjukkan satu rasuk julur menanggung beban teragih seragam  $w$  kN/m di sepanjang bahagian AB. Buktikan anjakan pugak di B adalah  $-\frac{wL^4}{8EI}$  menggunakan kaedah kamiran berganda. Ambil asalan  $x$  dari hujung bebas B dan anggap nilai  $EI$  adalah malar.

[6 marks / markah]

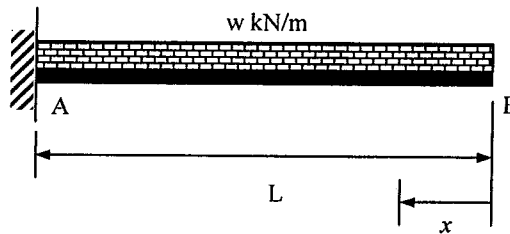


Figure / Rajah 3

3. (b) Figure 4 shows a beam with a concentrated load of 15kN at the free end C and a uniformly distributed load of 10kN/m along segment AB. Determine the vertical displacement of the beam at point 1 m apart from A using the **double integration method**. Take the origin of  $x$  from point A and assume  $EI$  is constant.

Rajah 4 menunjukkan satu rasuk dengan satu beban tumpu 15kN bertindak di hujung bebas C dan satu beban teragih seragam 10kN/m di sepanjang bahagian AB. Tentukan anjakan pugak rasuk tersebut di titik 1m dari A menggunakan kaedah kamiran berganda. Ambil asalan  $x$  dari titik A dan anggap  $EI$  adalah malar.

[14 marks / markah]

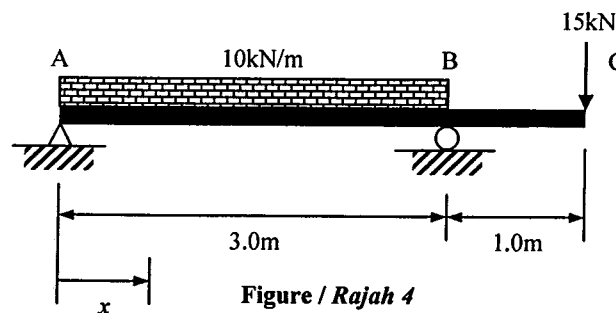


Figure / Rajah 4

4 (a) Define the following:

- (i) Shear stress
- (ii) Poisson's ratio

*Berikan takrifan bagi yang berikut:*

- (i) *Tegasan ricih*
- (ii) *Nisbah Poisson*

[4 marks / markah]

(b) Consider a steel bar is subjected to tension test in the Structural Engineering Laboratory of Universiti Sains Malaysia. Sketch the stress strain diagram of the steel bar and discuss its characteristics.

*Pertimbangkan satu ujian tegangan bar keluli dijalankan di Makmal Kejuruteraan Struktur, Universiti Sains Malaysia. Lakarkan gambarajah tegasan-terikan bagi bar tersebut dan bincangkan ciri-cirinya.*

[6 marks / markah]

(c) A brass core of diameter 6mm and 100mm long is enclosed centrally inside a hollow steel tube of outer diameter 9mm and inner diameter 7mm (see Figure 5). The ends of the brass core and steel tube are braced together and this assembly is subjected to a compressive load of P. The modulus of elasticity of the brass and steel are  $E_b = 10,000\text{N/mm}^2$  and  $E_s = 20,000\text{N/mm}^2$  respectively.

- (i) What load P will compress the assembly by 0.07mm?
- (ii) If the allowable stress in the steel is  $150\text{N/mm}^2$  and the allowable stress in the brass is  $110\text{N/mm}^2$ , what is the allowable compressive load ( $P_{\text{allow}}$ )?

Satu teras loyang bergaris pusat 6mm dan panjang 100mm dimasukkan ke dalam satu tiub keluli Bergeronggang bergaris pusat luaran 9mm dan garis pusat dalaman 7mm (lihat Rajah 5). Hujung loyang keluli dirembat bersama dengan tiub keluli dan gabungan ini dikenakan beban mampatan  $P$ . Modulus keanjalan loyang dan keluli masing-masing adalah  $E_b = 10,000\text{N/mm}^2$  dan  $E_s = 20,000\text{N/mm}^2$ .

- (i) Apakah beban  $P$  supaya gabungan ini akan dimampatkan sebanyak 0.07mm?
- (ii) Sekiranya tegasan dibenarkan terhadap keluli dan loyang masing-masing adalah  $150\text{N/mm}^2$  dan  $110\text{N/mm}^2$ , berapakah nilai beban mampatan ( $P$  dibenarkan) yang dibenarkan?

[10 marks / markah]

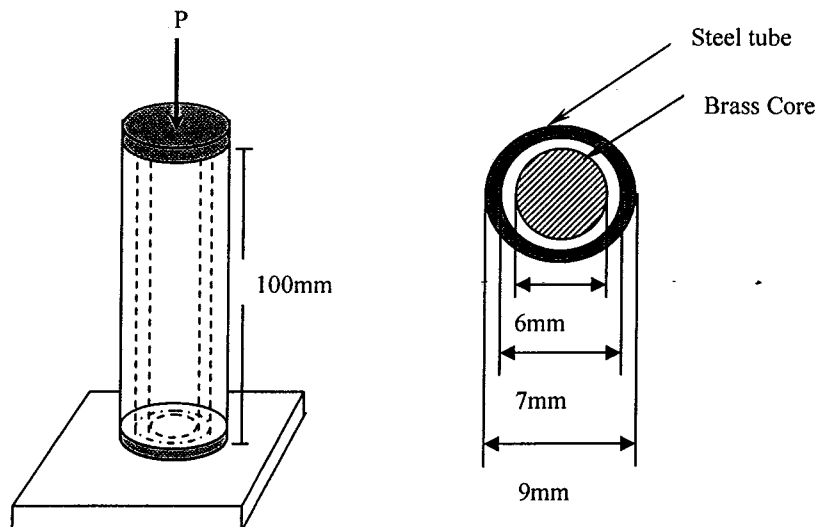


Figure / Rajah 5

5. (a) Define: statically determinate structure and shaft.

*Berikan definisi bagi struktur bolehentu static dan aci.*

[5marks / markah]

- (b) A hollow aluminum tube used in a roof structure has an outside diameter 100mm and an inside diameter 80mm (see Figure 6). The tube is 2.5m long and the aluminum has shear modulus 28GPa.

- (i) If the aluminum tube is twisted in pure torsion by torques acting at the ends, what is the angle of twist (in degrees) when the maximum shear stress is 50MPa?
- (ii) What diameter,  $d$ , is required for a solid shaft (see Figure 6) to resist the same torque as in (i) with the same maximum stress of 50MPa?
- (iii) What is the ratio of the weight of the hollow aluminum tube to the weight of the solid shaft?

[15 marks / markah]

*Satu tiub aluminium beronggang mempunyai diameter luaran 100mm dan diameter dalaman 80mm digunakan untuk struktur bumbung (lihat Rajah 6). Panjang tiub tersebut adalah 2.5m dan modulus ricih bagi aluminium adalah 28GPa.*

- (i) *Sekiranya hujung tiub aluminium tersebut terpiuh dalam kilasan mutlak, berapakah sudut piuhan (dalam darjah) apabila tegasan ricih maksimum adalah 50MPa?*
- (ii) *Berapakah diameter,  $d$  yang diperlukan supaya aci (lihat Rajah 6) dapat merintang kilasan yang sama dengan yang diberikan dalam (b) (i) dengan tegasan maksimum 50MPa?*
- (iii) *Apakah nisbah berat tiub aluminium beronggang terhadap berat aci?*



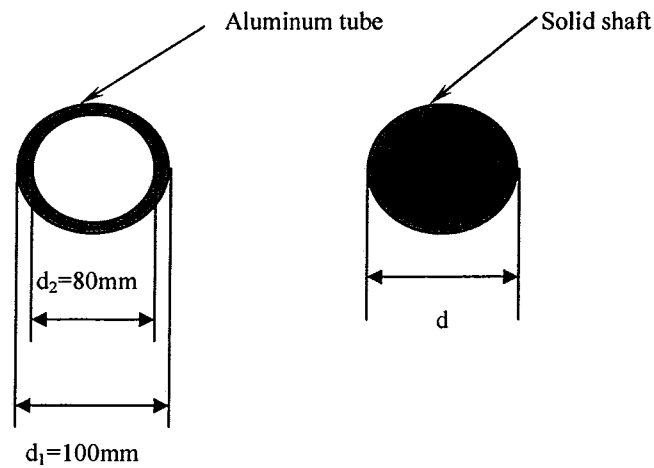


Figure / Rajah 6

6. (a) At a point on the free surface of a machine part, the known strains are  $\epsilon_x = -300\mu$ ,  $\epsilon_y = +150\mu$ , and  $\gamma_{xy} = +250\mu$ . The strained element is given as Figure 7. Using Mohr's Circle:
- Determine the principal strains at the point.
  - Determine the maximum shearing strain at the point.

*Pada suatu kedudukan pada jasad, nilai-nilai terikan diberikan sebagai  $\epsilon_x = -300\mu$ ,  $\epsilon_y = +150\mu$ , dan  $\gamma_{xy} = +250\mu$ . Keadaan tersebut ditunjukkan dalam Rajah 7 dibawah. Menggunakan bulatan Mohr:*

- Tentukan nilai-nilai terikan utama.*
- Tentukan terikan ricih maksimum.*

[ 8 marks / markah]

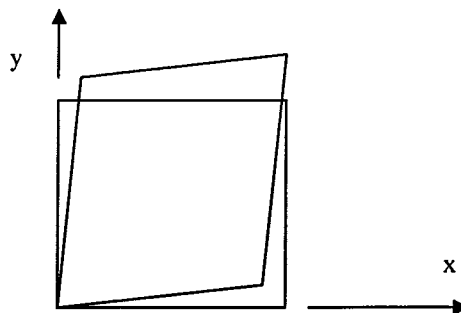


Figure / Rajah 7

...10/-

(b) At a point on the free surface of a machine part, the known stresses are  $\sigma_x = -300\text{MPa}$ ,  $\sigma_y = +150\text{MPa}$ , and  $\tau_{xy} = +250\text{MPa}$ . The stressed element is given as Figure 8. Using Mohr Circle:

- (ii) Determine the principal stresses at the point.
- (iii) Determine the maximum shear stress at the point.
- (iv) Determine the orientations of surfaces having principle stresses.

*Pada suatu kedudukan pada jasad, nilai-nilai terikan diberikan sebagai  $\sigma_x = -300\text{MPa}$ ,  $\sigma_y = +150\text{MPa}$ , and  $\tau_{xy} = +250\text{MPa}$ . Keadaan tersebut ditunjukkan pada Rajah 8 dibawah. Menggunakan bulatan Mohr:*

- (i) Tentukan nilai-nilai tegasan utama.
- (ii) Tentukan nilai tegasan ricih maksimum.
- (iii) Tentukan kedudukan permukaan-permukaan yang memiliki nilai-nilai tegasan utama.

[12 marks / markah]

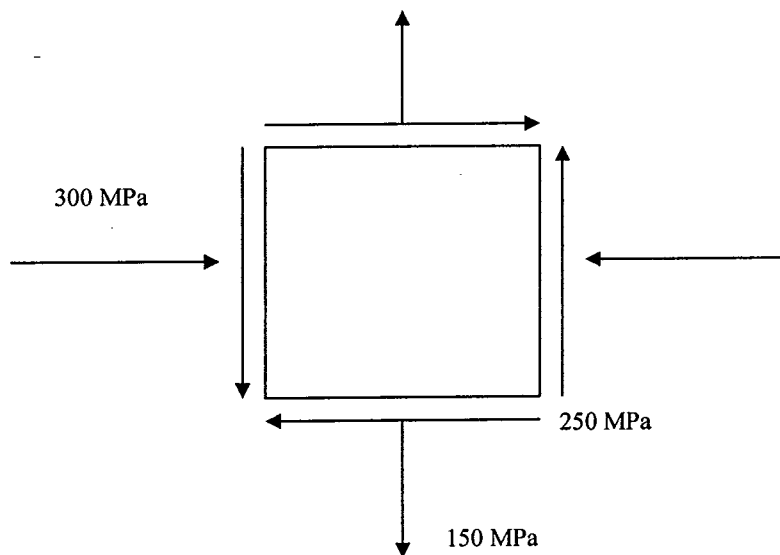


Figure 8 / Rajah 8

..ooOOoo..