
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
Academic Session 2007/2008

April 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) Sketch and name **THREE (3)** types of beam. Label the supports with the reaction force and moment sign (if any).

*Lakarkan dan namakan **TIGA (3)** jenis rasuk. Labelkan penyokong dengan tanda arah bagi daya tindakbalas dan momen (sekiranya ada).*

(4 marks / 4 markah)

- (b) A rectangular beam section as shown in Figure 1(a) is subjected to a concentrated load and two uniformly distributed loads as shown in Figure 1(b). The beam is pinned at A and roller at B.

- i. Draw the shear force and bending moment diagrams for the beam.
- ii. Given 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 segiempat tepat ditunjukkan dalam Rajah 1(a) menanggung satu beban titik dan dua beban teragih seragam seperti ditunjukkan dalam Rajah 1(b). Rasuk tersebut disokong pin di A dan disokong rola di B.

- i. Lukiskan gambarajah daya ricih dan momen lentur bagi rasuk tersebut.
- ii. Diberikan tegasan lentur dan tegasan ricih 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.

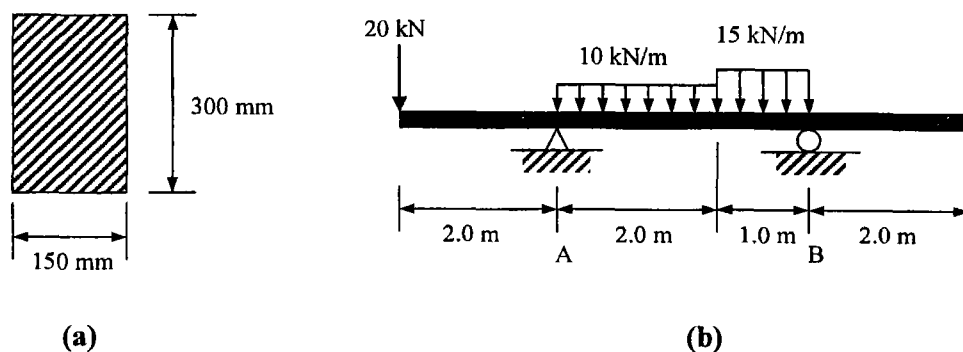


Figure 1 / Rajah 1

(16 marks / 16 markah)

2. (a) Briefly explain the following column buckling conditions:

- i. Stable condition
- ii. Unstable condition
- iii. Neutral condition

Terangkan secara ringkas bagi keadaan lenturan tiang berikut:

- i. Keadaan stabil*
- ii. Keadaan tidak stabil*
- iii. Keadaan neutral*

(3 marks / 3 markah)

(b) A 6.5m long column having a square cross section of 300mm x 300mm is shown in Figure 2(a). Using the Euler's formula, determine the critical buckling load for the column for the following end conditions. Assume $E = 200\text{GPa}$.

- i. Both ends pinned
- ii. One end pinned and the other end fixed
- iii. Both ends fixed
- iv. One end fixed and the other end free

Satu tiang setinggi 6.5m berkeratan rentas segiempat sama 300mm x 300mm ditunjukkan dalam Rajah 2(a). Menggunakan formula Euler, tentukan daya lenturan kritikal tiang tersebut bagi setiap keadaan sambungan hujung berikut. Anggap $E = 200\text{GPa}$.

- i. Kedua-dua hujung pin*
- ii. Satu hujung pin dan satu lagi diikat tegar*
- iii. Kedua-dua hujung diikat tegar*
- iv. Satu hujung diikat tegar dan satu hujung bebas*

(10 marks / 10 markah)

- (c) Select any one of the end condition from question 2(b). If the steel column in Figure 2(a) must carry a load 20% higher than the critical load from the selected case, with an eccentricity, e , of 50mm as shown in Figure 2(b), check if the square section of 300mm x 300mm is safe to be used or not. Assume $E = 200\text{GPa}$, allowable stress for column subjected to concentrated load of 100MPa and allowable stress in bending is 150MPa. The following inequality equation is to be satisfied:

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

Pilih salah satu keadaan hujung daripada soalan 2(b). Sekiranya tiang keluli dalam dalam Rajah 2(a) perlu menanggung beban 20% lebih tinggi daripada beban kritikal yang dikira daripada kes yang telah dipilih, dengan kesipian, e , 50mm seperti ditunjukkan dalam Rajah 2(b), semak samada keratan segiempat sama 300mm x 300mm masih selamat digunakan ataupun tidak. Anggap $E = 200\text{GPa}$, tegasan yang dibenarkan untuk beban paksi sebagai 100MPa dan tegasan yang dibenarkan untuk lenturan sebagai 150MPa. Persamaan ketaksamaan berikut perlu dipatuhi;

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

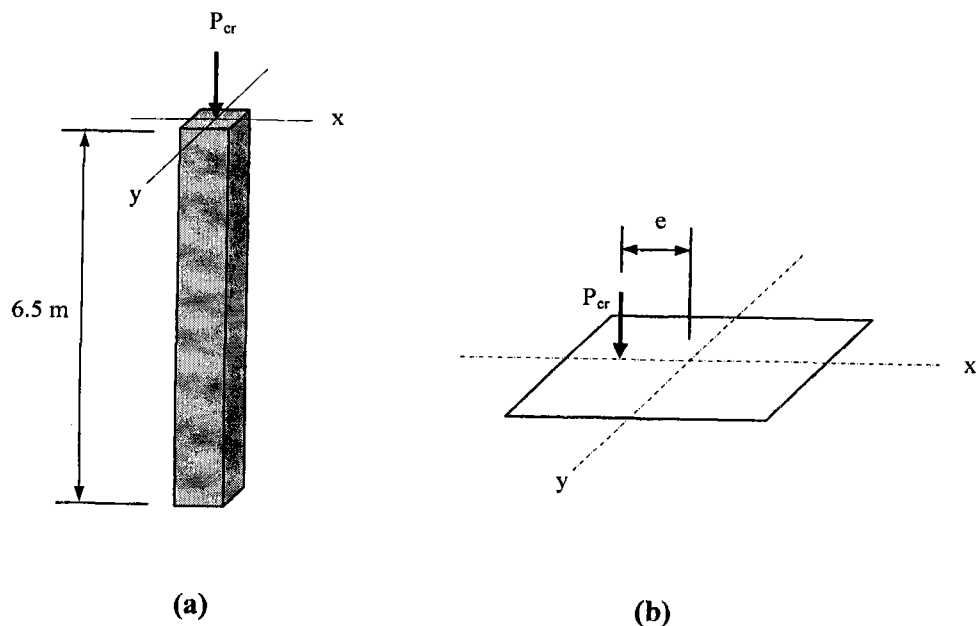


Figure 2 / Rajah 2

(7 marks / 7 markah)

3. (a) Figure 3 shows a beam carrying a uniformly distributed load of w kN/m along segment AB. Determine the elastic curve and its equation for the beam using **double integration method**. Assume EI is constant.

Rajah 3 menunjukkan satu rasuk menanggung beban teragih seragam w kN/m disepanjang bahagian AB. Tentukan lengkung elastik dan persamaannya bagi rasuk tersebut menggunakan kaedah kamiran berganda. Anggap nilai EI adalah malar.

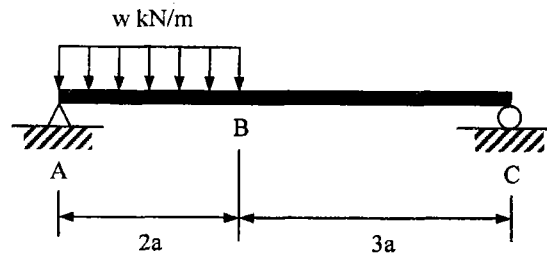


Figure 3 / Rajah 3

(12 marks / 12 markah)

- (b) Figure 4 shows a beam with two concentrated loads of P kN. Determine the maximum deflection of the beam using the **double integration method** and assume EI is constant.

Rajah 4 menunjukkan satu rasuk dengan dua beban tumpu P kN. Tentukan lenturan maksimum bagi rasuk tersebut menggunakan kaedah kamiran berganda dan anggap EI ialah malar.

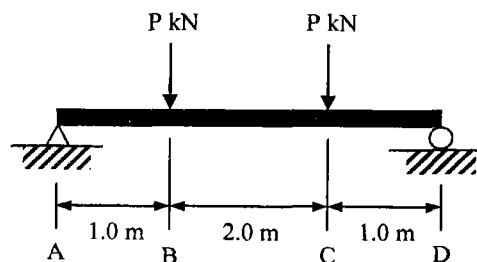


Figure 4 / Rajah 4

(8 marks / 8 markah)

4. (a) A tensile test was conducted on a steel specimen with an original diameter of 12mm and a gauge length of 50mm. The data is tabulated in the Table 1.
- Determine the stress and strain for the corresponding load value and tabulate the stress and strain values.
 - Plot the stress strain curve (use a scale of 1 mm = 5MPa and 10mm = 0.05mm/mm) and determine approximately the modulus of elasticity, the ultimate stress, and rupture stress.
 - Redraw the linear elastic region, using a same stress scale as above. However a strain value of 1mm = 0.001mm/mm.

Load (kN)	Elongation (mm)
0	0
11.0	0.0225
28.6	0.0625
37.4	0.1000
40.5	0.1625
43.1	0.2450
52.8	1.0000
61.6	3.0000
63.8	6.2500
61.6	8.7500
58.1	11.7500

Table 1 / Jadual 1

Satu ujian tegangan telah dijalankan terhadap bahan keluli yang mempunyai diameter asal 12mm dan panjang tolok ialah 50mm. Data ujikaji ditunjukkan dalam Jadual 1.

- Tentukan tegasan bagi nilai beban yang berkenaan dan jadualkan nilai-nilai tegasan dan terikan dalam jadual.*
- Plot lengkung tegasan-terikan (guna skala 1mm = 5Mpa dan 10mm = 0.05mm/mm) dan tentukan nilai modulus keanjalan, tegasan muktamad dan tegasan kegagalan.*
- Lukis semula bahagian anjal linear, menggunakan skala tegasan yang sama seperti di atas. Bagaimanapun nilai terikan ialah 1mm = 0.001mm/mm.*

(8 marks / 8 markah)

- (b) Figure 5 shows bracket BCD with two applied forces of 50kN and 15kN.
- The control steel rod AB having an ultimate normal stress of 600MPa, determine the diameter of the rod for which the factor of safety with respect to failure will be equal to 3.3.
 - The pin located at C is made of steel having an ultimate shearing stress of 350MPa. Determine the diameter of the pin C for which the factor of safety with respect to shear is equal to 3.3.
 - Determine the required thickness of the bracket supports at C with an allowable bearing stress of the steel is 300MPa.

Rajah 5 menunjukkan pendakap BCD ditindaki dengan beban 50kN dan 15kN

- Rod keluli kawalan AB mempunyai tegasan normal muktamad 600Mpa, tentukan diameter rod tersebut di mana faktor keselamatan ketika gagal ialah 3.3.
- Pin di C diperbuat daripada keluli mempunyai tegasan ricih 350Mpa. Tentukan diameter pin C, tersebut di mana faktor keselamatannya bagi ricihan adalah bersamaan dengan 3.3.
- Tentukan ketebalan yang diperlukan bagi sokong pendakap tersebut di titik C dengan tegasan galas keluli dibenarkan ialah 300Mpa.

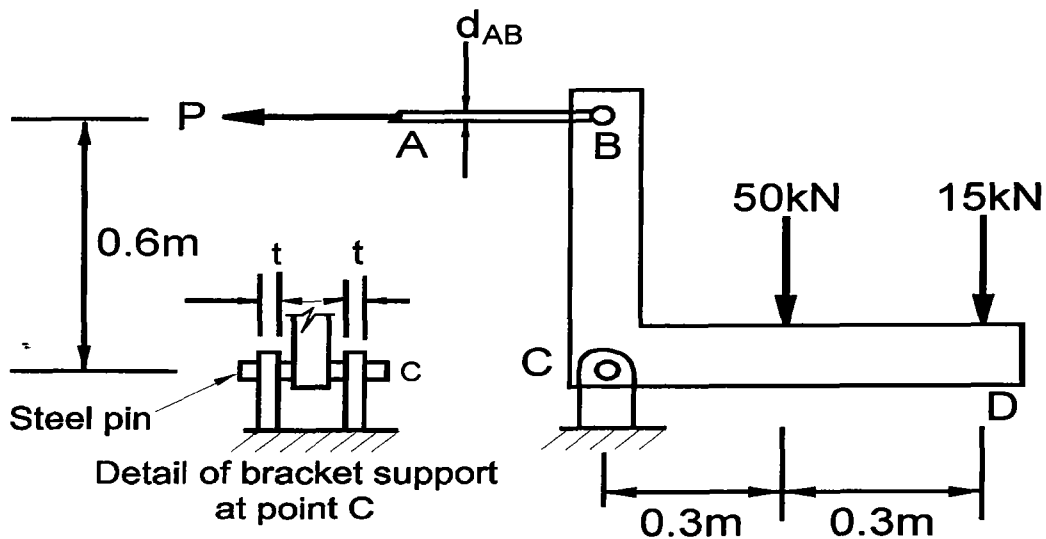


Figure 5 / Rajah 5

(12 marks / 12 markah)

5. (a) Define the term Torsion and give suitable examples.

Beri takrifan bagi kilasan dan berikan contoh yang bersesuaian.

(3 marks / 3 markah)

- (b) A steel flat plate AB of 1cm thickness tapers uniformly from 10cm to 5cm width in a length of 40cm as shown in Figure 6. From first principles, determine the elongation of the plate, if an axial tensile force of 5000kg acts on it. Given $E = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$.

Satu plat keluli AB berketebalan 1cm dengan lebarnya mengecil secara seragam daripada 10cm ke 5cm dengan panjangnya ialah 40cm (Rajah 5). Daripada prinsip pertama, tentukan pemanjangan plat tersebut sekiranya daya tegangan pusat bernilai 5000kg bertindak ke atasnya. Diberi $E = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$.

(9 Marks / 9 markah)

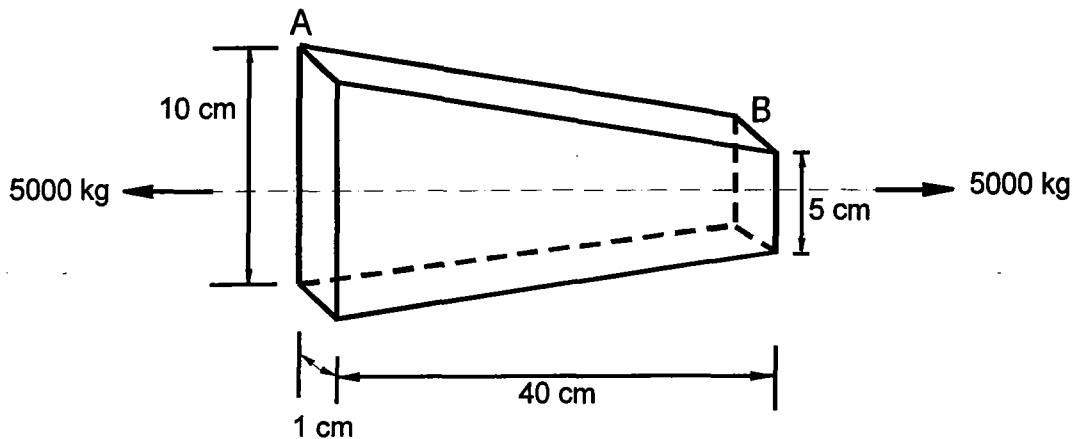


Figure 6 / Rajah 6

- (c) A stepped shaft ABCD consisting of solid circular segments is subjected to three torques as shown in Figure 7. The torques have magnitudes of 3000Nm, 2000Nm, and 800Nm. The length of each segment is 0.5m and diameters of the segment AB, BC and CD are 80mm, 60mm, and 40mm, respectively. The material is steel with shear modulus of elasticity $G = 80\text{GPa}$.

- i. Calculate the maximum shear stress in the shaft.
- ii. Calculate the angle of twist (in degrees) at end D.

Satu aci ABCD yang tidak seragam keratan rentasnya ditindaki dengan tiga daya kilasan ditunjukkan dalam Rajah 7. Nilai kilasan tersebut ialah 3000 Nm, 2000 Nm dan 800 Nm. Panjang setiap bahagian ialah 0.5 m dengan diameter bahagian AB, BC dan CD masing-masing adalah 80 mm, 60 mm dan 40 mm. Aci diperbuat daripada keluli dengan nilai modulus ketegaran $G = 80 \text{ GPa}$.

- (i) Kira nilai tegasan ricih maksimum aci tersebut
- (ii) Kira nilai sudut putaran (dalam darjah) pada hujung aci di D.

(8 marks / 8 markah)

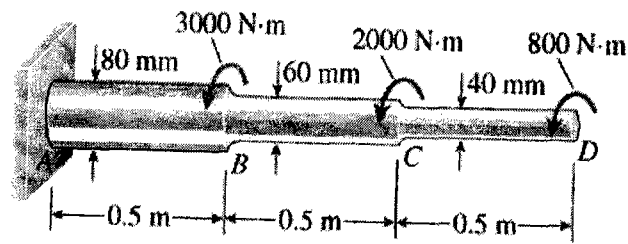


Figure 7 / Rajah 7

6. In a test on the wall of a tank, the strain rosette arrangement is given in Figure 8 with readings as follows: Gauge A, 900×10^{-6} ; Gauge B, 160×10^{-6} ; and Gauge C, 100×10^{-6} .

Dalam suatu ujian keatas dinding tangki, roset terikan yang digunakan seperti di Rajah 8 menunjukkan bacaan-bacaan terikan berikut: tolok A, 900×10^{-6} ; tolok B, 160×10^{-6} ; dan tolok C, 100×10^{-6} .

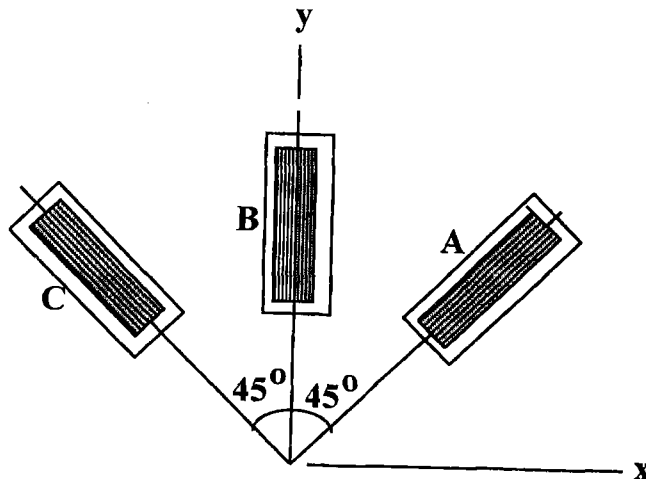


Figure 8 / Rajah 8

- (a) Draw the associated Mohr circle to analyze the given readings.

Lukiskan bulatan Mohr untuk menganalisa bacaan-bacaan terikan tersebut.

(5 marks / 5 markah)

- (b) Based on the Mohr circle, determine ϵ_{p1} , ϵ_{p2} , ϵ_y , ϵ_x , and γ_{max} .

Daripada bulatan Mohr, tentukan nilai-nilai ϵ_{p1} , ϵ_{p2} , ϵ_y , ϵ_x dan γ_{mak}

(5 marks / 5 markah)

- 6.(c) Determine the likely values of the following: σ_{p1} , σ_{p2} , σ_x , σ_y , and τ_{max} .

Tentukan kemungkinan nilai-nilai tegasan berikut: σ_{p1} , σ_{p2} , σ_x , σ_y dan τ_{mak} .

(5 marks / 5 markah)

- (d) Illustrate the orientations of planes having principal stresses and maximum shear stress.

Tunjukkan kedudukan permukaan-permukaan yang mengalami tegasan-tegasan utama dan tegasan ricih maksimum di rajah elemen tertegas.

$$\text{Given: } \sigma_x = \frac{E}{1-\nu^2} (\varepsilon_x + \nu\varepsilon_y); \quad E = 2(1+\nu)G$$

The material is steel and having the following values:

$E = 200 \text{ GPa}$, $G = 80 \text{ GPa}$, assume the strains involved are still within the elastic range.

$$\text{Diberi: } \sigma_x = \frac{E}{1-\nu^2} (\varepsilon_x + \nu\varepsilon_y); \quad E = 2(1+\nu)G$$

Bahan terbabit ialah keluli dan mempunyai nilai-nilai berikut:

$E = 200 \text{ GPa}$, $G = 80 \text{ GPa}$, anggap terikan belum melepasi had kenyal.

(5 marks / 5 markah)

..ooOOOoo..