
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2012/2013 Academic Session

January 2013

EMM 213/3 – Strength of Materials
[Kekuatan Bahan]

Duration : 3 hours
Masa : 3 jam

Please check that this paper contains **EIGHT (8)** printed pages and **FIVE (5)** questions before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat bercetak dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.]*

INSTRUCTIONS : Answer **ALL** questions. You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

ARAHAN : Jawab **SEMUA** soalan. Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.]

Answer to each question must begin from a new page.

[Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.]

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

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]

- Q1. [a] (i) Briefly discuss the shaft power and how it is different from torque of a motor.**

Secara ringkas bincangkan kuasa aci dan bagaimana ia berbeza daripada kilas motor.

(10 marks/markah)

- (ii) A solid steel shaft must transmit 30 kW of power at 500 revolution per minute (rpm). If the steel has an allowable shear stress, τ_{allow} of 100 MPa, determine the required diameter of the shaft to the nearest mm. Given polar moment of inertia, $J = \frac{\pi}{2} c^4$.**

Satu aci keluli mesti menghantar 30 kW kuasa pada 500 pusingan seminit (psm). Jika keluli tersebut mempunyai tegasan ricih dibenarkan, τ_{allow} sebanyak 100 MPa, tentukan diameter aci yang diperlukan kepada mm yang terdekat. Diberi momen inersia kutub, $J = \frac{\pi}{2} c^4$.

(30 marks/markah)

- [b] The 50 mm diameter shafts are made of steel with the shear modulus of elasticity of material, $G = 80$ GPa and supported on journal bearings that allow the shaft to rotate freely as shown in Figure Q1[b]. If the motor A develops a torque of $T = 45$ N.m on the shaft AB, while the turbine at E is fixed from turning, determine**

- (i) the amount of rotation of gears B and C in degrees**
(ii) the maximum shear stress developed in shafts AB and DE

Aci berdiameter 50 mm diperbuat daripada keluli dengan modulus ricih keanjalan bahan, $G = 80$ GPa dan disokong pada galas jurnal yang membolehkan aci berputar bebas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S1[b]. Jika motor memberikan kilasan $T = 45$ N.m pada aci AB, manakala turbin di E ditetapkan daripada berputar, tentukan

- (i) jumlah putaran gear B dan C dalam darjah*
(ii) tegasan ricih maksimum yang wujud pada aci AB dan DE

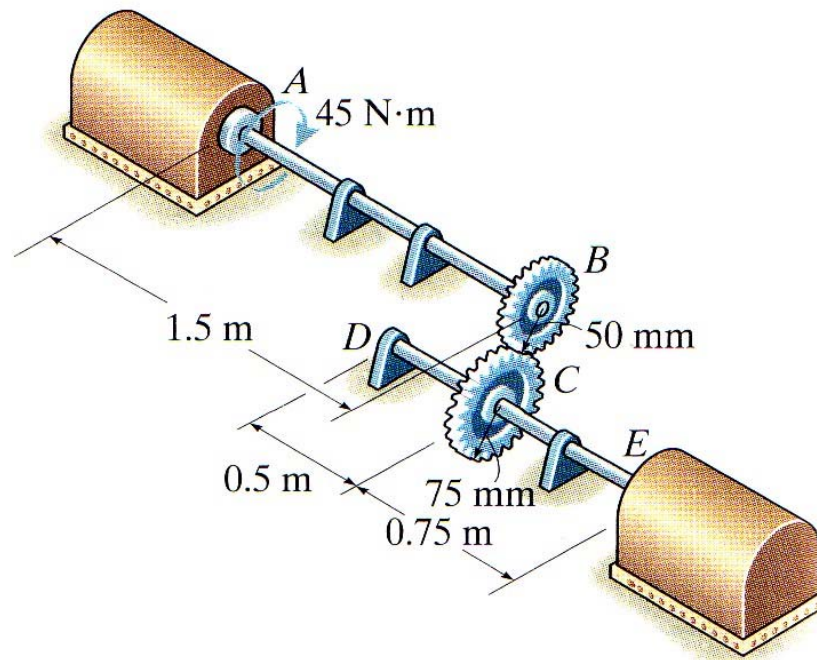


Figure Q1[b]
Rajah S1[b]

(60 marks/markah)

Q2. The simply supported beam in Figure Q2[a] has the cross-sectional area shown in Figure Q2[b].

- (i) Write equations for the shear and the bending moment for whole section of the beam AE starting from A.
- (ii) Draw the shear and bending moment diagram for the beam. Locate the section with zero shear force (if any) and determine the bending moment at the section.
- (iii) Determine the maximum tensile and compressive flexural stresses in the beam, and draw the stress distribution over the cross section.
- (iv) Determine the maximum shear stress in the beam and draw the shear stress distribution acting over the beam's cross-sectional area.

Rasuk disokong mudah dalam Rajah S2[a] mempunyai luas keratan rentas yang ditunjukkan dalam Rajah S2[b].

- (i) Dapatkan persamaan ricih dan persamaan momen lentur untuk kesemua bahagian rasuk AE bermula dari A.
- (ii) Lukiskan rajah ricih dan momen lentur untuk rasuk tersebut. Tentukan bahagian daya ricih sifar (jika ada) dan tentukan momen lentur di bahagian itu.
- (iii) Tentukan tegasan tegangan maksimum dan tegasan lenturan mampatan maksimum dalam rasuk, dan lukiskan agihan tegasan di keratan rentas di lokasi ini.
- (iv) Tentukan tegasan ricih maksimum dalam rasuk dan lukiskan taburan tegasan ricih yang bertindak atas kawasan keratan rentas rasuk.

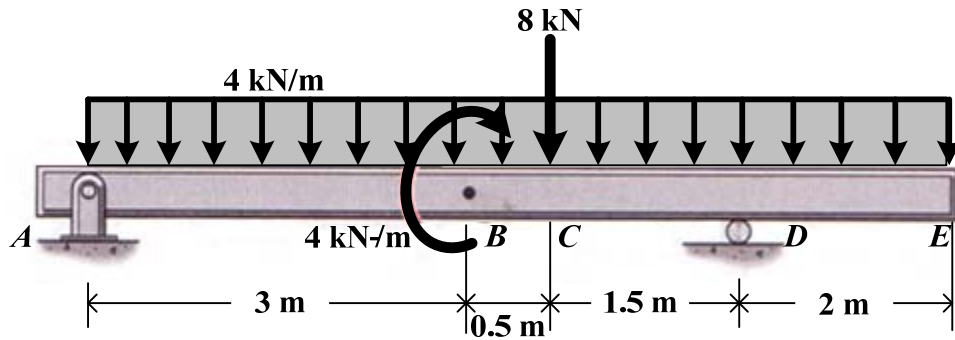


Figure Q2[a]

Rajah S2[a]

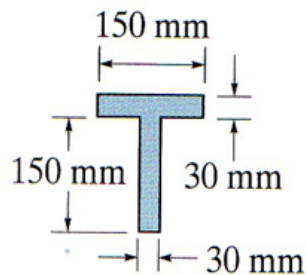


Figure Q2[b]

Rajah S2[b]

(100 marks/markah)

- Q3. [a] (i) Define a shear flow. How is the shear stress obtained from the shear flow?

Takrifkan aliran ricih. Bagaimanakah tegasan ricih diperolehi dari aliran ricih?

(10 marks/markah)

- (ii) Determine the equations of the elastic curve for the beam using the x_1 coordinates (starting from left) as shown in Figure Q3[a](ii). Find the slope at A and the maximum deflection of the beam. EI is constant.

Tentukan persamaan lengkung anjal bagi rasuk menggunakan koordinat x_1 (bermula dari kiri) seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah S3[a](ii). Dapatkan cerun di A dan pesongan maksimum rasuk. EI adalah malar.

(40 marks/markah)

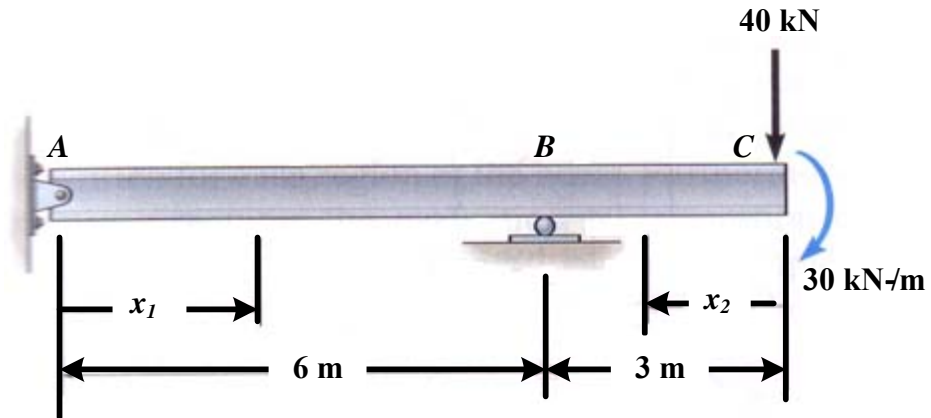


Figure Q3[a](ii)
Rajah S3[a](ii)

- [b] Figure Q3[b] shows a wide-flange beam with T-cross section, pin-connected at one end at C, is used in the construction of the frame with an additional link holds the frame at D and pin-connected at E. The frame supports a uniformly distributed load of 18 kN/m. Determine the state of stress at points A and B on member CD and indicate the results on a volume element at each of these points. The pins at C and D are at the same location as the neutral axis for the cross section.

Rajah S3[b] menunjukkan rasuk lebar yang mempunyai luas-keratan rentas T, disokong pin pada hujung C bagi digunakan dalam pembinaan kerangka dengan tambahan lunjuran yang menyokong kerangka pada D dan disambung pin pada E. Kerangka tersebut menyokong beban teragih seragam sebanyak 18 kN/m. Tentukan keadaan tegasan pada titik A dan B pada struktur CD dan nyatakan hasilnya pada elemen untuk setiap titik-titik tersebut. Pin pada C dan D adalah berada pada lokasi yang sama dengan paksi neutral untuk keratan rentas.

(50 marks/markah)

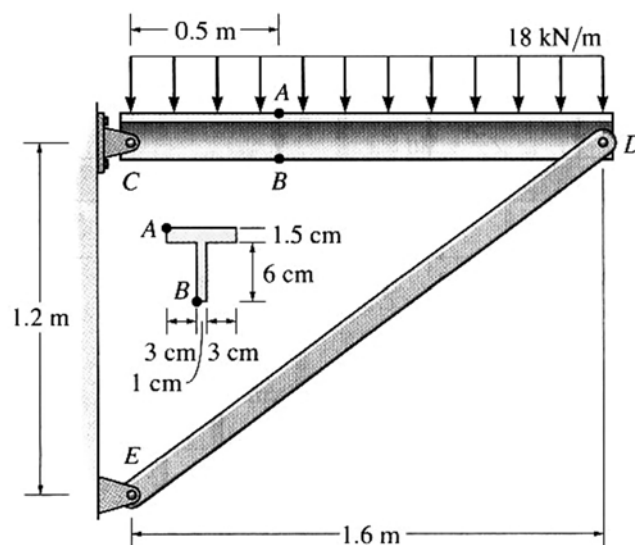


Figure Q3[b]
Rajah S3[b]

Q4. [a] Explain with sketch the construction and working mechanisms of strain Rosettes

Terangkan dengan lakaran berkenaan struktur binaan dan mekanisma operasi Rosettes terikan.

(10 marks/markah)

[b] A gear assembly is shown in Figure Q4[b]. During the locking condition, the gear tooth is subjected to state of strain that has the following components:

Satu sistem gear ditunjukkan pada Rajah S4[b]. Dalam keadaan berkunci, gigi gear tersebut telah dikenakan keadaan terikan yang mempunyai komponen-komponen seperti berikut:

$$\varepsilon_x = 720(10^{-6}), \varepsilon_y = 415(10^{-6}), \gamma_{xy} = 550(10^{-6})$$

By using the strain-transformation equations, determine:

- (i) The in-plane principal strains.**
- (ii) The maximum in-plane shear strain.**
- (iii) The average normal strain.**

In each case, please specify the orientation of the element and show how the strains deform the element within the x-y plane.

Dengan menggunakan persamaan transformasi-terikan, tentukan:

- (i) Terikan utama sesatah.*
- (ii) Terikan ricih maksimum sesatah.*
- (iii) Purata terikan normal.*

Untuk setiap kes, tentukan orientasi elemen dan tunjukkan bagaimana terikan mengubah elemen tersebut dalam satah x-y.

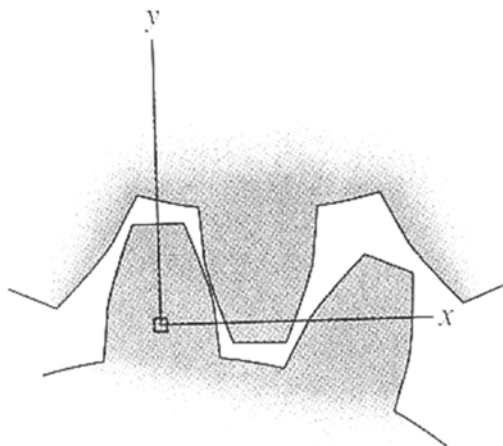


Figure Q4[b]
Rajah S4[b]

(40 marks/markah)

- [c] In reference to the above Question Q4[a], determine the following using Mohr's circle method:
- The in-plane principal strains.
 - The maximum in-plane shear strain.
 - The average normal strain.

Dengan merujuk kepada Soalan S4[a], tentukan yang berikut dengan menggunakan kaedah bulatan Mohr's:

- Terikan utama sesatah.*
- Terikan ricih maksimum sesatah.*
- Purata terikan normal.*

(50 marks/markah)

- Q5. [a] An element on the aluminum bracket is subjected to the state of stress that has the components as shown in Figure Q5[a]. By using the generalized stress-transformation equation, determine:

- The average normal stress
- The principal stresses
- The maximum in-plane shear stress

Specify the orientation of the element in each case.

Elemen pada kerangka aluminium dikenakan keadaan tegasan yang mempunyai komponen seperti yang ditunjukkan pada Rajah S5[a]. Dengan menggunakan formula umum transformasi tegasan, tentukan:

- Purata tegasan normal*
- Tegasan-tegasan utama*
- Tegasan ricih maksimum sesatah*

Nyatakan juga orientasi elemen untuk setiap kes.

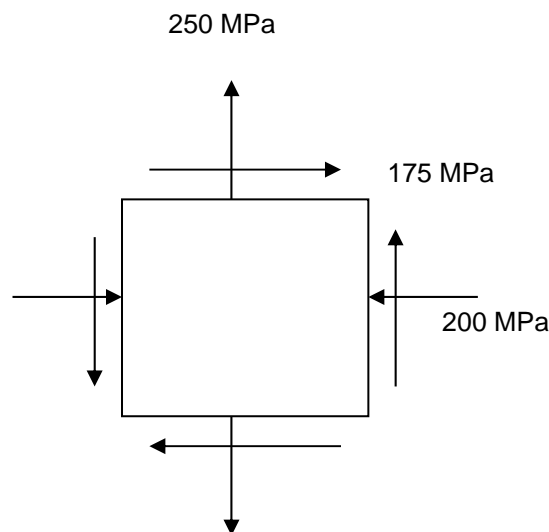


Figure Q5[a]
Rajah S5[a]

(50 marks/markah)

[b] Based on the information in the above question Q5[a], determine the followings using method of Mohr's circle.

- (i) The average normal stress**
- (ii) The principal stresses**
- (iii) The maximum in-plane shear stress**

Berdasarkan maklumat pada Soalan S5[a] diatas, tentukan yang berikut dengan menggunakan kaedah bulatan Mohr.

- (i) Purata tegasan normal*
- (ii) Tegasan-tegasan utama*
- (iii) Tegasan ricih maksimum sesatah*

(50 marks/markah)