

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
2014/2015 Academic Session

December 2014 / January 2015

**EMM 213 – Strength of Materials**  
***[Kekuatan Bahan]***

Duration : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

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

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

**INSTRUCTIONS** : Answer **ALL** questions.

*[**ARAHAN** : Jawab **SEMUA** soalan.]*

Answer questions in English OR Bahasa Malaysia.

*[Jawab soalan dalam Bahasa Inggeris ATAU Bahasa Malaysia.]*

Answer to each question must begin from a new page.

*[Jawapan bagi 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] The solid shafts are used to transmit the torques applied to the gears as shown in Figure Q1[a].**

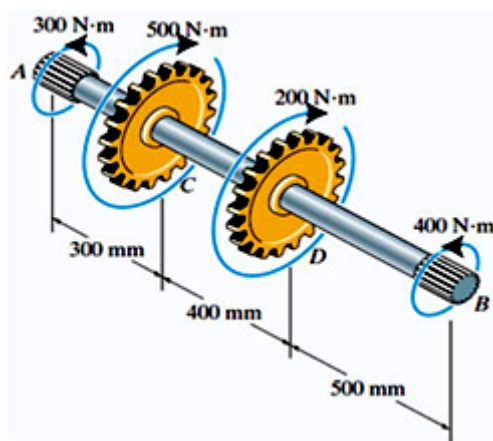
*Shaf-shaf padu digunakan untuk menghantar kilasan yang dikenakan pada gear seperti ditunjukkan dalam Rajah SI[a].*

**[i] The shaft in Figure Q1[a](i) has 100 mm diameter, draw the torque diagram and determine the absolute maximum shear stress on the shaft.**

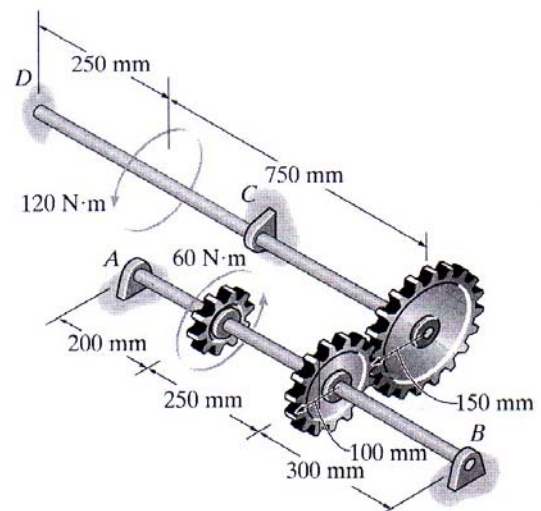
*Shaf dalam Rajah SI[a](i) berdiameter 100 mm, lukiskan rajah kilasan dan tentukan tegasan ricih maksimum pada shaf.*

**[ii] The two shafts are made of A-36 steel as shown in Figure Q1[a](ii). Each has a diameter of 30 mm, and they are supported by bearings at A, B, and C, which allow free rotation. If the support at D is fixed, determine the angle of twist of end B when the torques are applied to the assembly.**

*Dua shaf diperbuat daripada keluli A-36 seperti dalam Rajah Q1[a](ii). Setiap satu berdiameter 30 mm dan disokong oleh bearing-bearing pada A, B dan C yang membenarkan putaran bebas. Jika penyokong pada D ditetapkan, tentukan sudut pulas pada hujung B apabila kilasan-kilasan dikenakan pada pemasangan tersebut.*



(i)



(ii)

**Figure Q1[a]**  
*Rajah SI[a]*

**(50 marks/markah)**

- [b] For the beams shown in Figure Q1[b], solve the reaction forces and moments, then draw the shear and moment diagrams using graphical method. Based on the relations among distributed load, shear and moment, explain your answer.

Bagi rasuk-rasuk dalam Rajah S1[b], tentukan daya-daya dan momen-momen tindak balas, seterusnya lakar rajah ricih andan momen menggunakan cara grafik. Berdasarkan hubungan antara beban, ricihan dan momen, terangkan jawapan anda.

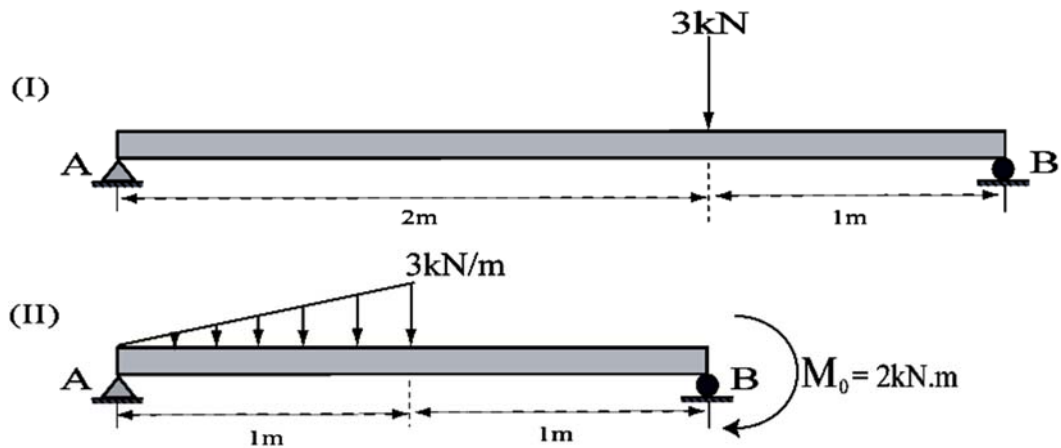


Figure Q1[b]  
Rajah S1[b]

(50 marks/markah)

- Q2. A cross section of the thin-walled box beam is shown in Figure Q2. The thin-walled box beam is subjected to a shear of 10 kN.

- [i] Calculate the moment of inertia.
- [ii] Draw the free body diagrams of the segments at B, C and D, and then determine the shear flows and the directions. Show and explain clearly the answer.
- [iii] Determine the variation of the shear flow throughout the cross section.

Keratan rentas rasuk kotak berdinding nipis ditunjukkan dalam Rajah S2. Rasuk kotak berdinding nipis ini dikenakan ricihan 10 kN.

- [i] Kirakan momen inersia.
- [ii] Lukiskan rajah jasad bebas bagi segmen pada B, C dan D, seterusnya tentukan aliran ricih dan arahnya. Tunjuk dan terangkan dengan jelas jawapan tersebut.
- [iii] Tentukan perubahan aliran ricih bagi keseluruhan keratan rentas.

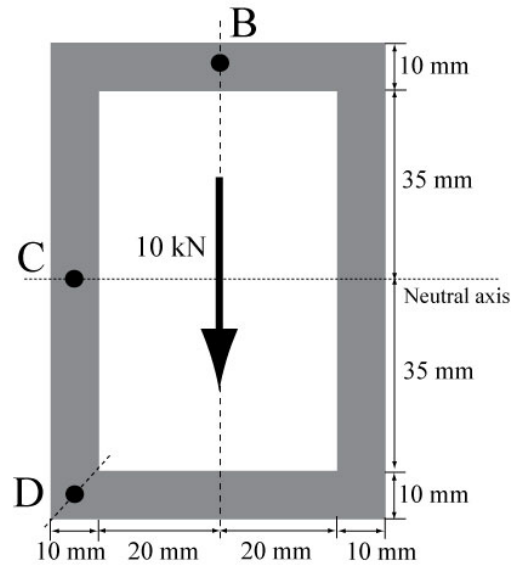


Figure Q2  
Rajah S2

(100 marks/markah)

- Q3. [a] The cantilevered beam show in Figure Q3[a] is subjected to a vertical load  $P$  at its middle. Assume that  $EL$  is constant.

Rasuk jalur dalam Rajah S3[a] dikenakan beban tegak,  $P$  pada tengahnya. Anggapkan  $EL$  adalah malar.

- [i] Determine the maximum deflection.

Tentukan pesongan maksimum.

- [ii] Determine the maximum bending stress and shear stress developed in the beam. Given force,  $P = 10 \text{ kN}$  and moment of inertia,  $I = 100(10^{-6})\text{m}^4$

Tentukan tegasan lentur dan tegasan ricih maksima pada rasuk. Diberikan daya,  $P = 10 \text{ kN}$  dan momen inersia,  $I = 100(10^{-6})\text{m}^4$

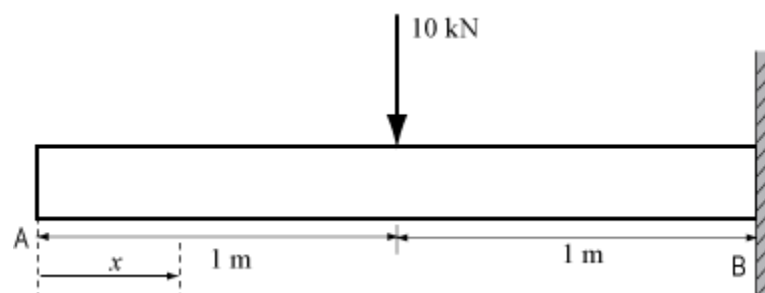


Figure Q3[a]  
Rajah S3[a]

(50 marks/markah)

- [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 centrally applied distributed load at 18 kN/m. The pins at C and D are at the same location as the neutral axis for the cross section.

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.

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 yang dikenakan pada 18 kN/m. Pin pada C dan D adalah berada pada lokasi yang sama dengan paksi neutral untuk keratan rentas.

Tentukan keadaan terikan pada titik A dan B pada struktur CD dan nyatakan hasilnya pada elemen untuk setiap titik-titik tersebut.

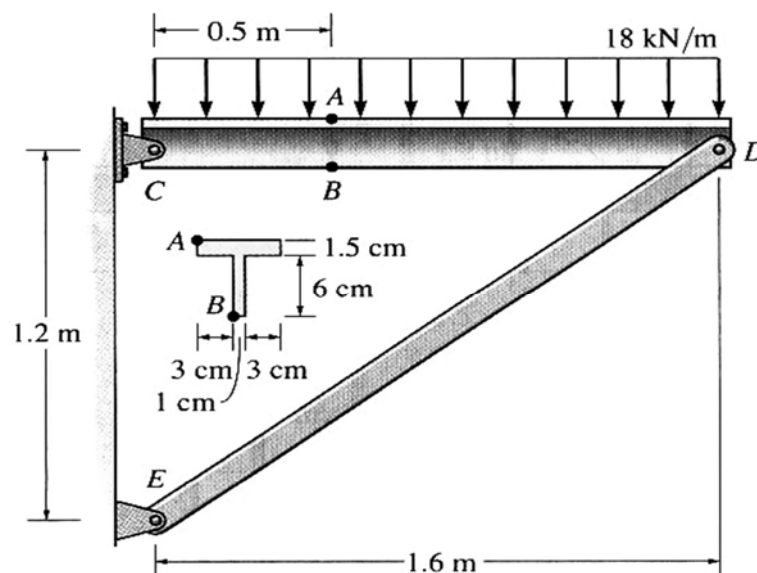


Figure Q3[b]  
Rajah S3[b]

(50 marks/markah)

**Q4. [a] An open-ended polyvinyl chloride pipe having an inner diameter of 4 cm and thickness of 0.2 cm.**

**[i] If the pipe carries flowing water at 0.6 MPa pressure, determine the state of stress in the walls of the pipe.**

**[ii] If the flow of water within the pipe is stopped due to the closing of a valve, determine the state of stress in the walls of the pipe. Neglect the weight of the water and assume the support only exert vertical forces on the pipe.**

*Sebatang paip polyvinyl chloride mempunyai hujung terbuka dengan diameter dalaman 4 cm dan ketebalan 0.2 cm.*

*[i] Jika paip tersebut menyalur air pada tekanan 0.6 MPa, tentukan keadaan tegasan pada dinding paip tersebut.*

*[ii] Jika aliran air dalam paip tersebut diberhentikan disebabkan oleh penutupan injap, tentukan keadaan tegasan pada dinding paip tersebut. Abaikan berat air dan andaikan bahawa penyokong hanya menghasilkan daya menegak pada paip.*

**(40 marks/markah)**

**[b] Figure Q4[b] shows a 6 cm-diameter drive shaft used in a turbine. The shaft experiences internal loadings, which consist of an axial force of 2500 N, a bending moment of 800 N.m, and a torsional moment of 1500 N.m.**

**[i] Determine the principal stresses at point A**

**[ii] Calculate the maximum in-plane shear stress at point A**

*Rajah S4[b] menunjukkan aci pacuan berdiameter 6 cm yang digunakan dalam sebuah turbin. Aci tersebut mengalami daya dalaman, berupa daya paksi 2500 N, momen lentur 800 N.m dan momen kilas 1500 N.m.*

*[i] Tentukan tegasan utama pada titik A*

*[ii] Kirakan tegasan ricih maksimum satah dalaman pada titik A*

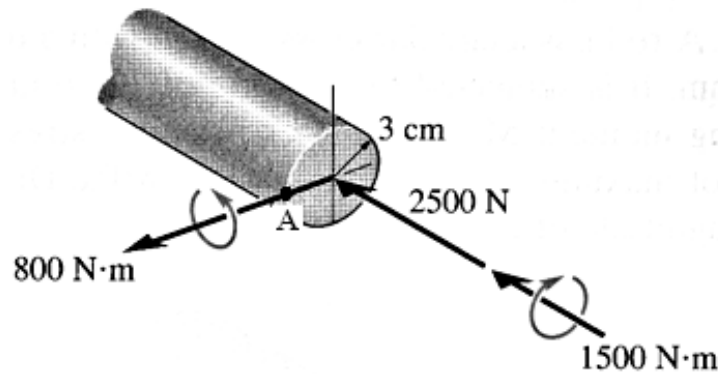


Figure Q4[b]  
Rajah S4[b]

(60 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]. Calculate the following:

- [i] The average normal stress
- [ii] The principal stresses
- [iii] The maximum in-plane shear stress

Also, 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]. Kirakan yang berikut:*

- [i] *Purata tegasan normal*
- [ii] *Tegasan-tegasan utama*
- [iii] *Tegasan ricih maksimum satah dalaman*

*Nyatakan juga orientasi elemen untuk setiap kes.*

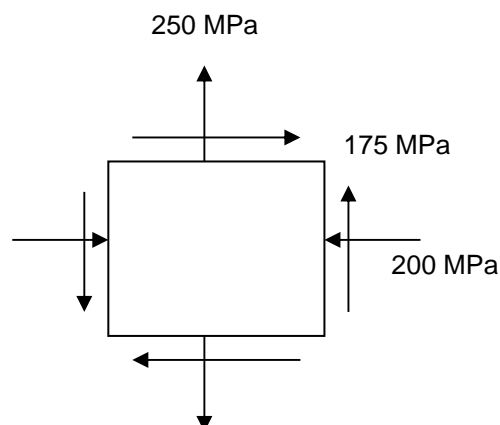


Figure Q5[a]  
Rajah S5[a]

(50 marks/markah)

- [b] In reference to an aluminum bracket used in a mechanical component, a differential element is subjected to plane strain condition that has the following components:

$$\varepsilon_x = 150(10^{-6}), \varepsilon_y = 200(10^{-6}) \text{ and } \gamma_{xy} = -700(10^{-6})$$

**By using the Mohr's circle method, determine the equivalent in-plane strains on an element oriented at an angle of  $\theta = 30^\circ$  clockwise from the original position. Sketch the deformed element within the  $x$ - $y$  plane due to these strains.**

*Dengan merujuk kepada kerangka aluminum yang digunakan pada komponen mekanikal, satu elemen yang berbeza dikenakan keadaan terikan satah yang mempunyai komponen-komponen seperti berikut:*

$$\varepsilon_x = 150(10^{-6}), \varepsilon_y = 200(10^{-6}) \text{ dan } \gamma_{xy} = -700(10^{-6})$$

*Dengan menggunakan kaedah bulatan Mohr's, tentukan terikan satah dalaman yang setara pada elemen yang diorientasikan pada sudut  $\theta = 30^\circ$  mengikut arah jam dari kedudukan asal. Lakarkan elemen yang berubah disebabkan oleh terikan-terikan ini dalam satah  $x$ - $y$ .*

**(50 marks/markah)**