



UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

KSCP Examination
2016/2017 Academic Session

August 2017

EAS152 – Strength of Materials

[Kekuatan Bahan]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please check that this examination paper consists of **ELEVEN (11)** pages of printed material including appendix before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEBELAS (11)** muka surat yang bercetak termasuk lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

Instructions : This paper consists of **SIX (6)** questions. Answer **FIVE (5)** questions.

Arahan : Kertas ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan.]

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

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

1. **Figure 1** shows a horizontal rigid beam ABC supported by two bars BD and CE at point B and C, respectively. The rigid beam ABC is subjected to a downward vertical force of $P=15\text{kN}$ acting at point A. Both bars BD and CE consist of pairs of links with cross-sectional sizes as follows: $7.5\text{mm}\times 20\text{mm}$ for each of the link of bar BD and $7.5\text{mm}\times 27.5\text{mm}$ for each of the link of bar CE. Bar BD is connected to support D by means of a bolt connection with bolt diameter $d_{\text{bolt},D}=7.5\text{mm}$ whilst bar CE is connected to support E by means of welding. For the connections to rigid horizontal beam ABC, bolts of diameter $d_{\text{bolt},B}=7.5\text{mm}$ and $d_{\text{bolt},C}=12.5\text{mm}$ are used at B and C, respectively. Thickness of horizontal rigid beam ABC is $t=12.5\text{mm}$. Side views of bar BD and CE are shown in **Figure 2**.

***Rajah 1** menunjukkan satu rasuk tegar ABC yang disokong oleh bar BD pada titik B dan bar CE pada titik C. Rasuk tegar ABC berkenaan dikenakan satu beban pugak ke bawah $P=15\text{kN}$ pada titik A. Kedua-dua bar BD dan CE terdiri daripada pasangan link dengan saiz keratan seperti berikut : $7.5\text{mm}\times 20\text{mm}$ untuk setiap link bar BD dan $7.5\text{mm}\times 27.5\text{mm}$ untuk setiap link bar CE. Bar BD disambung kepada penyokong D melalui satu sambungan dengan garispusat bolt $d_{\text{bolt},D}=7.5\text{mm}$; manakala bar CE disambung kepada penyokong E melalui kimpalan. Untuk sambungan kepada rasuk tegar ABC, bolt bergarispusat $d_{\text{bolt},B}=7.5\text{mm}$ digunakan pada B dan bergarispusat $d_{\text{bolt},E}=12.5\text{mm}$ digunakan pada C. Tebal rasuk tegar ufuk ABC adalah $t=12.5\text{mm}$.*

***Rajah 2** menunjukkan pandangan sisi bar BD dan CE.*

Based on information given above, calculate:

Berdasarkan maklumat di atas, kirakan:

- [a] normal stress on gross sectional area in each of the link of bar BD and CE. Indicate if the stresses are compressive or tensile.

tegasan normal atas keratan gross dalam setiap link bar BD dan CE. Nyatakan samada tegasan yang terhasil adalah jenis mampatan ataupun tegangan.

- [b] shear stress in bolt at connection B.

tegasan ricih dalam bolt pada sambungan B.

- [c] bearing stress between bolt and rigid beam at connection C
tegasan galas antara bolt dan rasuk tegar pada sambungan C.
- [d] bearing stress between bolt and link at connection B.
tegasan galas antara bolt dan link pada sambungan B.
- [e] maximum bearing stress on bolt at connection C.
tegasan galas maksima atas bolt pada sambungan C.

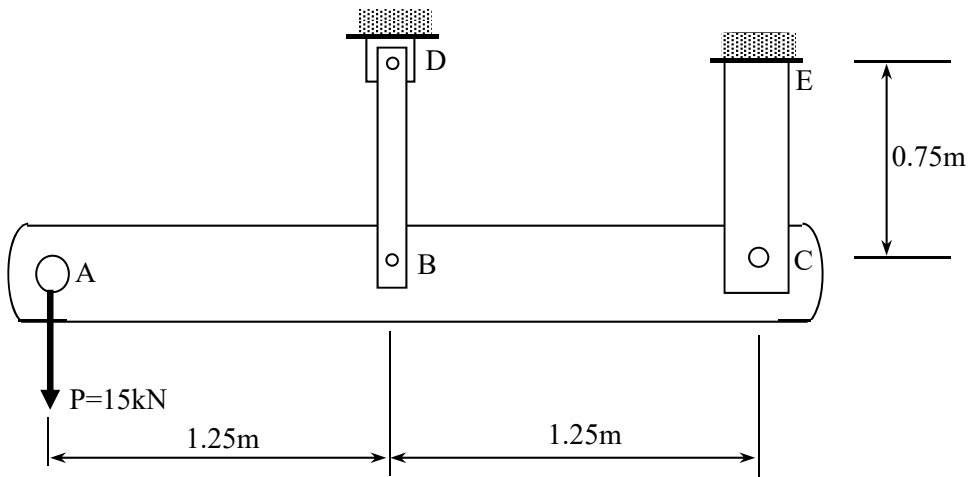


Figure 1/Rajah 1

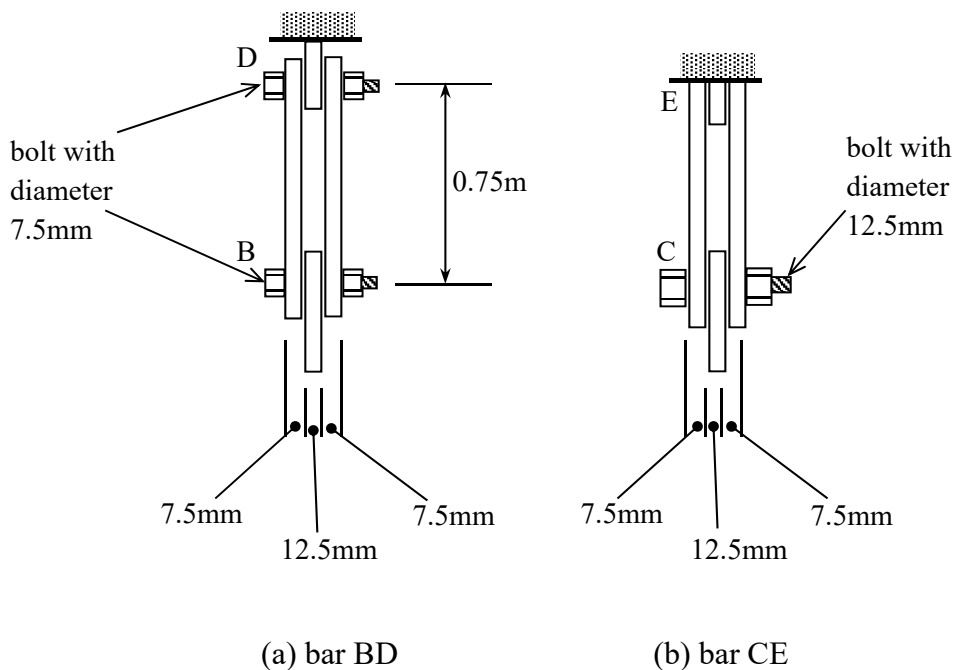


Figure 2/ Rajah 2

[20 marks/markah]

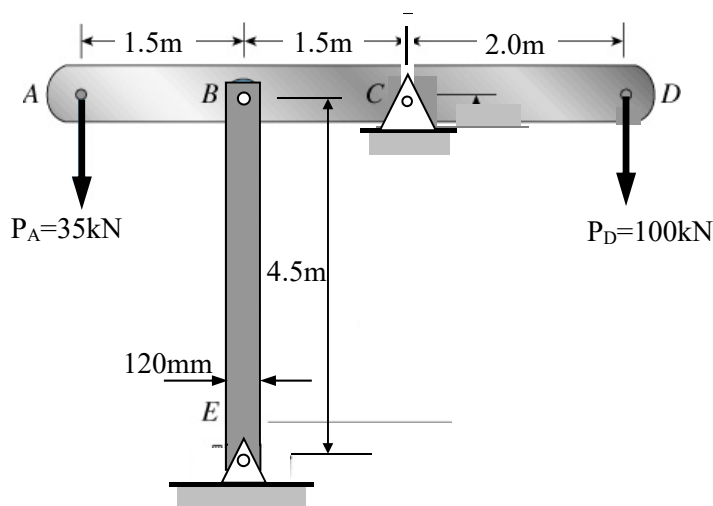
2. **Figure 3(a)** shows a rigid bar ABCD which is supported by a vertical member BE and a pinned support at C. The thickness of the rigid bar is 37.5mm. Vertical member BE is made of one bar with rectangular section with width of 120mm and thickness of 22.5mm. Member BE is connected to rigid bar ABCD by means of a bolted connection at B as shown in **Figure 3(b)**. Member BE is made of steel with elastic modulus $E=210\text{GPa}$. The rigid bar is acted upon by two vertical loads 35kN and 100kN at points A and D, respectively. Using the information above, determine:

Rajah 3(a) menunjukkan satu bar tegar ABCD yang disokong oleh anggota pugak BE pada titik B dan penyokong jenis pin pada titik C. Tebal bar tegar ABCD adalah 37.5mm. Anggota BE terdiri daripada satu bar berkeratan segiempat tepat dengan lebar 120mm dan tebal 22.5mm. Anggota BE disambung kepada bar tegar ABCD dengan satu sambungan bolt seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 3(b)**. Anggota BE dibuat daripada keluli dengan nilai modulus anjal $E=210\text{GPa}$. Dua beban pugak bertindak pada bar tegar ABCD : 35kN pada titik A dan 100kN pada titik D. Dengan menggunakan maklumat di atas, tentukan :

...5/-

-5 -

- [a] normal stress in vertical member BE (State whether the resulting stress is tensile or compressive)
tegasan normal dalam anggota BE (Nyatakan samada tegasan normal yang terhasil adalah tegasan tegangan ataupun mampatan)
- [b] elongation of member BE
pemanjangan anggota BE
- [c] vertical deflection of points A and D
anjakan pugak titik A dan D
- [d] minimum thickness required if elongation of bar BE should not exceed 10mm.
tebal minima yang diperlukan jika pemanjangan bar BE harus tidak melebihi 10mm.



(a)

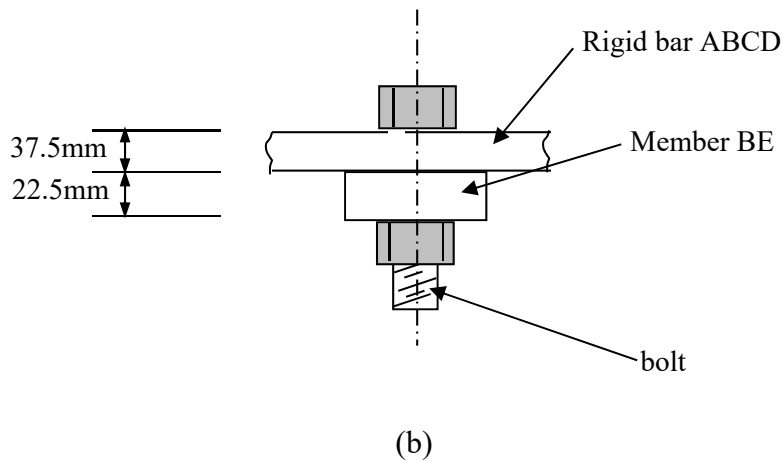


Figure 3/ Rajah 3

[20 marks/markah]

3. [a] A stepped shaft *ABCD* consisting of solid circular segments is subjected to three torques as shown in **Figure 4**. The torques have magnitudes of 1500 Nm, 1200 Nm and 800 Nm. End A is fixed. Sketch the vector for torques applied at the stepped shaft using Right-Hand Rule and calculate the internal torques at each segment.

*Satu aci pelbagai saiz ABCD terdiri daripada segmen bulat padu dikenakan tiga momen kilasan seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 4**. Magnitud momen kilasan ialah 1500 Nm, 1200 Nm dan 800 Nm. Hujung A adalah terikat. Lakarkan vektor untuk momen kilasan yang dikenakan atas aci pelbagai saiz dengan menggunakan Aturan Tangan Kanan dan kirakan momen kilasan dalaman untuk setiap segmen aci.*

[6 marks/markah]

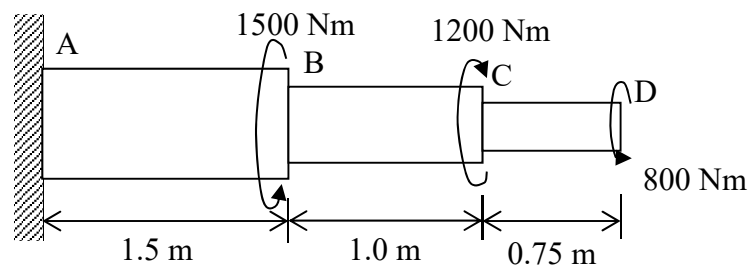


Figure 4/Rajah 4

When an electrical motor as shown in **Figure 5** operates, it transmits 120 kW to the shaft at 15 Hz. The gears at B, C and D drive a machinery requiring power equal to 50 kW, 40 kW and 30 kW, respectively. Calculate the maximum shearing stress in the shaft and the angle of twist ϕ_{AD} between the motor at A and gear at D if

*Apabila motor elektrik seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 5** beroperasi, ia menghantar kuasa sebanyak 120 kW ke aci dalam 15 Hz. Gear di B, C and D memacu mesin yang memerlukan kuasa 50 kW, 40 kW dan 30 kW masing-masing. Kirakan tegasan ricih maksimum dalam aci dan sudut puihan ϕ_{AD} antara motor di A dan gear di D jika*

[i] each shaft is solid
setiap aci adalah padu

[ii] each shaft is hollow with 8 mm thick wall
setiap aci adalah geronggang dengan ketebalan dinding 8 mm

For solid shaft assembly, determine the smallest diameter of shaft AB that can be used for which the maximum shearing stress will not be increased.

Use shear modulus of 80 GPa.

Untuk pemasangan aci padu, tentukan diameter terkecil untuk aci AB yang boleh digunakan supaya tegasan ricih maksimum tidak bertambah.

Guna modulus ricih 80 GPa .

[14 marks/markah]

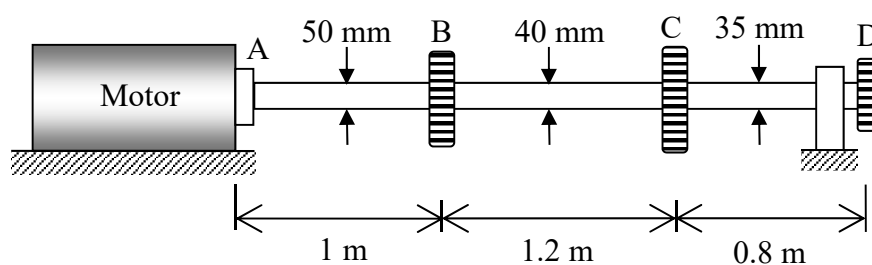


Figure 5 /Rajah 5

4. For the beam subjected to loading shown in **Figure 6**,
*Untuk rasuk yang dikenakan beban yang ditunjukkan dalam **Rajah 6**,*

- [a] draw the shear force and bending moment diagram
lukiskan gambarajah daya ricih dan momen lentur

[14 marks/markah]

- [b] determine the maximum normal stress and the shearing stress in the beam.

tentukan tegasan normal maksima dan tegasan ricih maksima dalam rasuk.

[6 marks/markah]

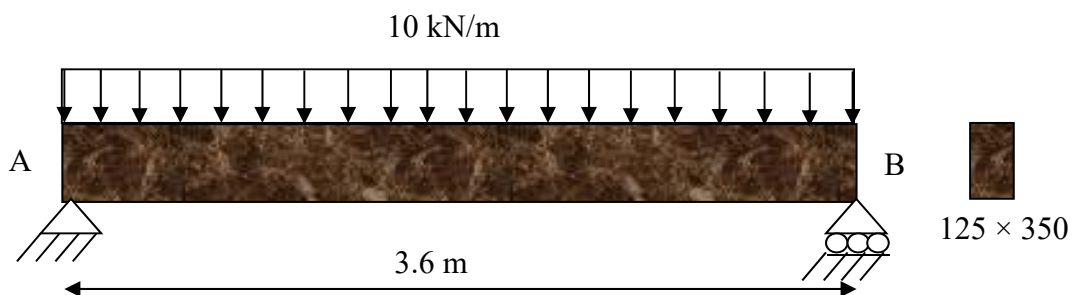


Figure 6/ Rajah 6

Dimension in mm

5. Determine the equivalent state of stress on an element at the same point for the following cases with respects to the element shown in **Figure 7** using Mohr's circle.

*Tentukan tegasan setara pada elemen pada titik yang sama untuk kes-kes berikut terhadap elemen yang ditunjukkan dalam **Rajah 7** mengguna kaedah bulatan Mohr.*

- [a] the principal stress and the corresponding orientation.
tegasan utama dan arah putarannya
- [b] the maximum in-plane shear stress and the associated average normal stress and the corresponding orientation.
tegasan ricih maksimum dan tegasan normal purata yang berkenaan dan arah putarannya.
- [c] the stresses at an angle of 40° in clockwise direction.
tegasan pada sudut 40° dalam arah putaran jam.
- [d] the stresses at an angle of 25° in counter-clockwise direction.
tegasan pada sudut 25° dalam arah putaran lawan jam.

Sketch the respective plane element for each of the answer given in 5(a) to 5(d).

Lakarkan elemen sesatah yang berkenaan bagi setiap jawapan yang diberikan dalam 5(a) hingga 5(d).

[20 marks/markah]

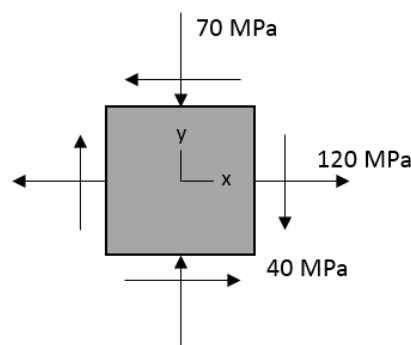


Figure 7/ Rajah 7

6. A 7 m long concrete column of 300 mm × 300 mm has Young's modulus of 30 GPa.
Sebatang tiang konkrit 7 m panjang 300 mm × 300 mm mempunyai modulus Young 30 GPa.

- [a] Sketch buckling mode of the column with the following end conditions. Show the distance of contra-flexure point of the column from any end supports.

Lakarkan mod lengkokan tiang tersebut berdasarkan keadaan hujung berikut. Tunjukkan jarak titik kontralentur tiang tersebut dari mana-mana penyokong dihujung.

- [i] Fixed – fixed ends
Hujung tegar – tegar

- [ii] Pinned – pinned ends
Hujung pin – pin

- [iii] Fixed – pinned ends
Hujung tegar - pin

[6 marks/markah]

- [b] Determine buckling load of the column for each case listed in **Question 6[a]**.

Tentukan beban lengkokan tiang tersebut untuk setiap kes yang disenaraikan dalam Soalan 6[a].

[7 marks/markah]

- [c] The column need to support an additional of 30% of the buckling load calculated in **Question 6(b)** and both column ends are changed to fixed. Propose the minimum dimension of the square column so the column does not buckle. Assume the factor of safety as 2.0.

*Tiang tersebut perlu menanggung tambahan beban sebanyak 30% daripada beban lengkokan yang telah dikira dalam **Soalan 6(b)** dan kedua-kedua keadaan hujung tiang diikat tegar. Cadangkan dimensi minimum tiang segiempat sama supaya ia tidak melengkok. Andaikan faktor keselamatan sebagai 2.0.*

[7 marks/markah]