

SULIT



Second Semester Examination
2017/2018 Academic Session

May/June 2018

**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 before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEBELAS (11)** muka surat yang bercetak 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.]

...2/-
SULIT

1. A cantilever I-beam is used to carry concentrated loads as shown in **Figure 1**.

*Sebatang rasuk julur digunakan untuk membawa beban tumpu seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 1**.*

- (a). Calculate the value of shear force and bending moment at A, C, D, E and B.

Kira nilai daya ricih dan momen lentur di A, C, D, E dan B.

[12 marks/markah]

- (b). Draw the shear force and bending-moment diagrams

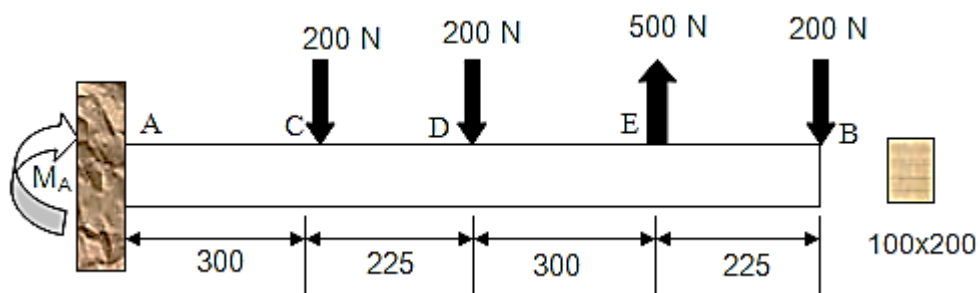
Lukis gambarajah daya ricih dan momen lentur

[4 marks/markah]

- (c). Determine the maximum normal stress and the shearing stress in the beam

Tentukan tegasan normal maksima dan tegasan ricih maksima dalam rasuk

[4 marks/markah]



Dimensions in mm
Figure 1/Rajah 1

...3/-

2. (a). **Figure 2** shows a rigid beam ABCE which is supported by a pair of rectangular bars at C and a bracket at support A. Both ends of the rectangular bar are pinned and the cross-sectional size of each of the rectangular bar is 37.5 mm × 12.5 mm. Support A is pinned and the thickness of the bracket is 15 mm. The diameter of pin at A and C are 17.5 mm and 12.5 mm, respectively. Details of connection at A and C are shown in **Figure 3**. Vertical loads of 17.5 kN and 35 kN act at point B and E on the rigid beam ABCE, respectively.

Rajah 2 menunjukkan satu rasuk tegar ABCE yang disokong oleh satu pasangan bar segiempat tepat pada C dan satu braket pada penyokong A. Kedua-dua hujung bar segiempat tepat adalah pin dan saiz keratan rentas setiap bar segiempat tepat adalah 37.5 mm × 12.5 mm. Penyokong A adalah pin dan tebal braket adalah 15 mm. Garispusat pin pada A dan C adalah masing-masing 17.5 mm dan 12.5 mm. Butiran bagi sambungan pada A dan C ditunjukkan dalam **Rajah 3**. Beban pugak 17.5 kN dan 35 kN masing-masing bertindak pada titik B dan E di atas rasuk tegar ABCE.

Determine:

Tentukan:

- (i). normal stress in each of the rectangular bar at C

tegasan normal dalam setiap bar segiempat tepat pada C

- (ii). bearing stresses between pin and rectangular bar at C

tegasan galas antara pin dan bar segiempat tepat pada C

...4/-

- (iii). whether shear stresses in pins at C and A exceed the allowable limit of 135 MPa

samada tegasan ricih dalam pin pada C dan A melebihi had dibenarkan iaitu 135 MPa

- (iv). whether bearing stress between pin and bracket at A exceeds the allowable limit of 175 MPa

samada tegasan galas antara pin dan braket pada A melebihi had dibenarkan iaitu 175 MPa

[20 marks/markah]

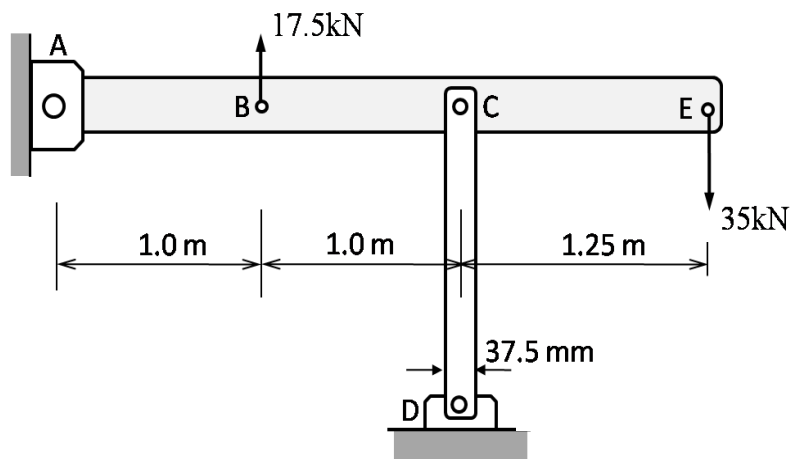


Figure 2 / Rajah 2

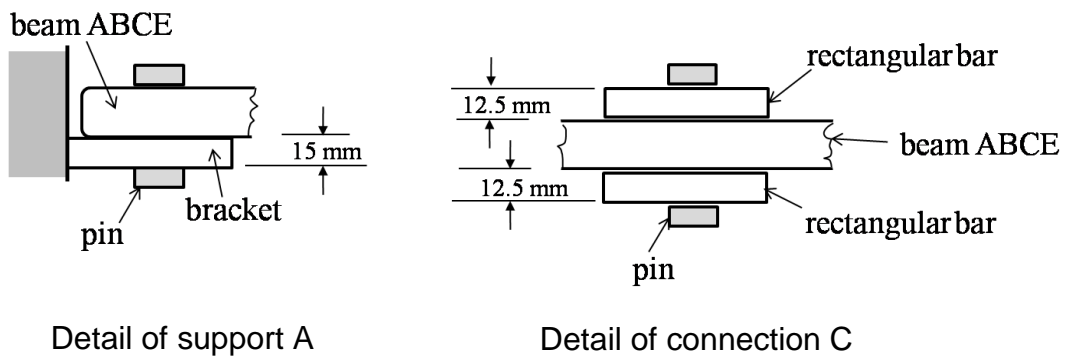


Figure 3/Rajah 3

...5/-

3. **Figure 4** shows a rigid horizontal beam ABCD which is supported by a pair of rectangular links at B and a cable at C. Details of the connection at B is also shown in **Figure 4**. Both ends of the cable are pinned and the diameter of the cable is 7.5 mm. End B of the rectangular link is pinned whilst end F is fixed. The cross-sectional size of each rectangular link is 15 mm × 5 mm. Modulus of elasticity of the link is $E = 190$ GPa. A vertical load of $P = 30$ kN acts at point D.

Rajah 4 menunjukkan satu rasuk tegar ABCD yang disokong oleh sepasang penyambung segiempat tepat pada B dan satu kabel pada C. Butiran bagi sambungan pada B juga ditunjuk dalam **Rajah 4**. Kedua-dua hujung kabel adalah pin dan garispusat kabel adalah 7.5 mm. Hujung B penyambung segiempat tepat adalah pin manakala hujung F adalah diikat tegar. Saiz keratan rentas setiap penyambung segiempat tepat adalah 15 mm × 5 mm. Modulus keanjalan penyambung adalah $E = 190$ GPa. Satu beban pugak $P = 30$ kN bertindak pada titik D.

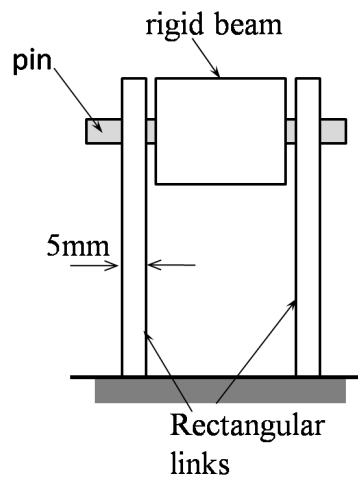
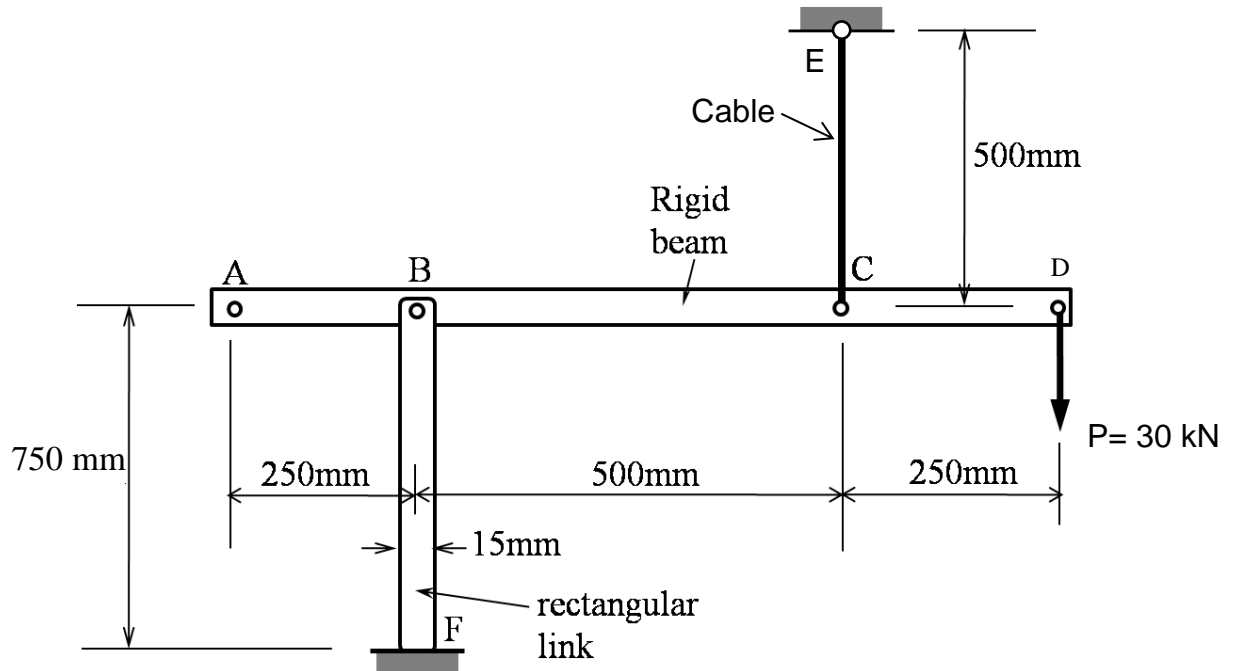
Determine:

Tentukan:

- (a). vertical displacement of point B
anjakan pugak titik B
- (b). vertical displacement of point C
anjakan pugak titik C
- (c). vertical displacement of point D
anjakan pugak titik D
- (d). whether vertical displacement of point A exceeds the allowable limit of 5 mm
sama ada anjakan pugak titik A melebihi had dibenarkan iaitu 5 mm.

[20 marks/markah]

...6/-



Details of connection at B

Figure 4/Rajah 4

4. (a). A solid bar AC and a hollow bar BC are welded at the base to form a rigid connection at C as shown in **Figure 5**. Two circular disks A and B are welded to the ends of both bars. The disks lie in planes perpendicular to the axes of the bars. Forces 15 kN and 20 kN act on disks A and B subjecting the bars to torsion. If the allowable maximum shear stress is 35 MPa and the allowable rate of twist is $3^\circ/\text{m}$ for both bars, determine the smallest outer diameter (D_1 and D_2) of both bars. The shear modulus of elasticity is 39 GPa.

Satu bar padu AC dan satu bar geronggang BC dikimpal di satu tapak untuk membentuk sambungan tegar di C seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 5**. Dua cakera bulat A dan B dikimpal di hujung kedua-dua bar tersebut. Cakera berada di satah yang berserenjang dengan paksi bar. Daya 15 kN dan 20 kN bertindak ke atas cakera A dan cakera B menyebabkan bar dikenakan kilasan. Jika tegasan ricih maksimum dibenarkan ialah 35 MPa dan kadar kilasan maksimum dibenarkan ialah $3^\circ/\text{m}$ untuk kedua-dua bar, tentukan garispusat luar (D_1 dan D_2) terkecil untuk kedua-dua bar tersebut. Modulus ricih keanjalan ialah 39 GPa.

[10 marks/markah]

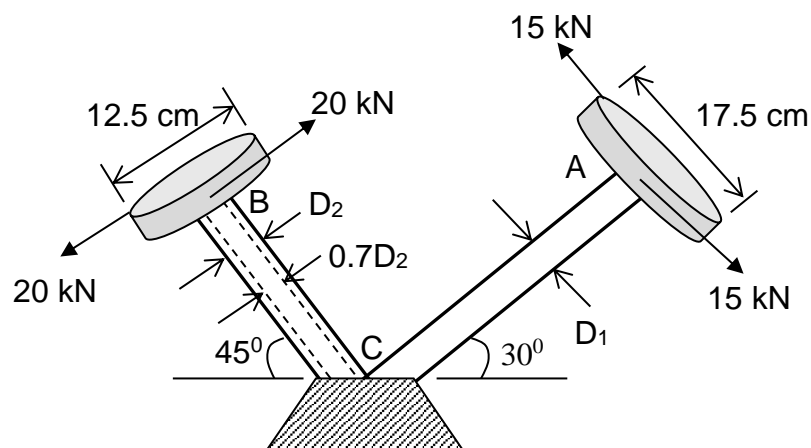


Figure 5/Rajah 5

...8/-

- (b). Two solid steel shafts are connected by the gears as shown in **Figure 6**. The length and diameter of steel shafts AB and CD are shown in the figure. When a torque T of magnitude 500 N.m is applied at A, determine the maximum shear stress of steel shafts AB and CD and the angle of rotation at A if the shear modulus of elasticity is 78 GPa.

*Dua aci padu disambung dengan gear seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 6**. Panjang dan garispusat aci keluli AB dan CD diberikan dalam rajah. Apabila momen kilasan dengan magnitud 500 N.m dikenakan di A, tentukan tegasan ricih aci keluli AB dan CD dan sudut kilasan di hujung A jika modulus ricih keanjalan ialah 78 GPa.*

[10 marks/markah]

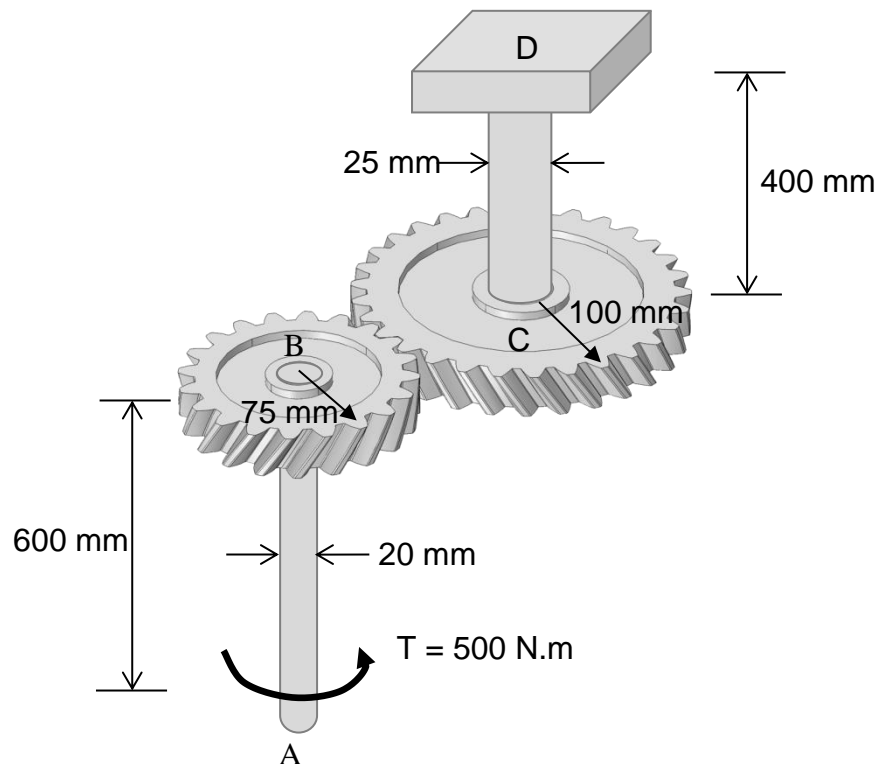


Figure 6/Rajah 6

...9/-

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. Nominal stress in x and y directions are 60 N/mm^2 and 80 N/mm^2 , respectively, while shear stress is 40 N/mm^2 .

*Tentukan tegasan setara pada elemen di titik yang sama untuk kes-kes berikut berdasarkan elemen yang ditunjukkan dalam **Rajah 7** menggunakan bulatan Mohr. Tegasan nominal elemen dalam arah x dan y masing-masing ialah 60 N/mm^2 and 80 N/mm^2 , manakala tegasan ricih ialah 40 N/mm^2 .*

Sketch the corresponding element for each results.

Lakarkan elemen berkenaan untuk setiap jawapan.

- (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 beserta tegasan normal purata dan arah putarannya

- (c). The stresses at an angle of 15° and 55° . Both in clockwise directions.

Tegasan pada sudut 15° dan 55° . Kedua-duanya dalam arah pusingan jam.

[20 marks/markah]

...10/-

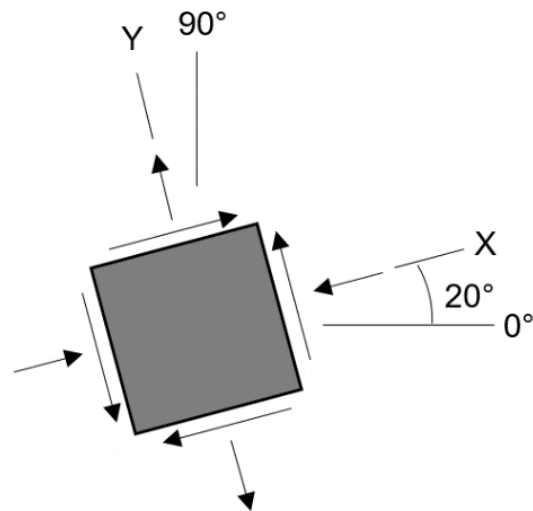


Figure 7/Rajah 7

6. A 500 mm long steel rod with diameter of 10 mm is in compression. The Young's modulus and yield stress of the rod are 210 kN/mm^2 and 500 N/mm^2 , respectively.

Sebatang rod keluli 500 mm dengan garispusat 10 mm adalah dalam mampatan. Modulus Young dan tegasan alah bagi rod adalah masing-masing 210 kN/mm^2 dan 500 N/mm^2 .

- (a). Determine the slenderness ratio of the rod.

Tentukan nisbah kelangsingan rod tersebut.

[2 marks/markah]

- (b). Sketch a buckling mode of the compression element with the following end conditions. Show the distance of contra-flexure point of the column from any end supports.

Lakarkan mod lengkokan elemen mampatan tersebut berdasarkan keadaan hujung berikut. Tunjukkan jarak titik kontra-lentur elemen tersebut dari mana-mana penyokong di hujung.

...11/-

- (i). Fixed – fixed ends
Hujung terikat tegar – terikat tegar

- (ii). Pinned – pinned ends
Hujung pin – pin

- (iii). Fixed – pinned ends
Hujung terikat tegar – pin

[6 marks/markah]

- (c). Determine the maximum axial force that can be applied so that the rod does not buckle or yield. Consider any one of the end conditions stated in **Question 6(b)** to calculate the maximum axial force, P . Use factor of safety as 2.0.

*Tentukan daya paksi maksimum yang boleh dikenakan supaya rod tidak melengkok atau alah. Pertimbangkan salah satu daripada penyokong hujung yang dinyatakan dalam **Soalan 6(b)** untuk mengira daya paksi maksimum P . Guna faktor keselamatan sebagai 2.0.*

[12 marks/markah]

-oooOooo-