



First Semester Examination
2019/2020 Academic Session

December 2019 / January 2020

EMM 213 – Strength of Materials
[Kekuatan Bahan]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please check that this paper contains **EIGHT [8]** printed pages including appendix before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN [8]** mukasurat bercetak beserta lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan.]*

INSTRUCTIONS : Answer **ALL FIVE [5]** questions.
[ARAHAN : Jawab SEMUA LIMA [5] 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.]

1. In Figure 1, two designs of the triangle plates with 5 mm thickness are subjected to load P applied at point A using connector plates and pins. All the three pins with 5 mm diameter at points A, B and C are single shear pins. The specifications for the triangle plate, the pins and the connector plates require that the normal stress, shear stress and bearing stress not to exceed 100 MPa, 50 MPa and 100 MPa, respectively.

Dalam Rajah 1, dua rekabentuk plat segitiga berketebalan 5 mm yang dikenakan beban P pada titik A menggunakan plat penyambung dan pin. Kesemua tiga pin berdiameter 5 mm pada titik-titik A, B dan C adalah pin ricih tunggal. Spesifikasi plat segitiga, pin dan plat penyambung memerlukan tegasan normal, tegasan ricih dan tegasan galas masing-masing tidak melebihi 100 MPa, 50 MPa dan 100 MPa.

- [a] Using the design 1, define and determine the largest normal, shear and bearing stresses.

Menggunakan rekabentuk 1, takrif dan tentukan tegasan-tegasan terbesar bagi normal, ricih dan galas.

(50 marks/markah)

- [b] Determine which design will have the highest strength.

Tentukan rekabentuk mana yang mempunyai kekuatan tertinggi.

(30 marks/markah)

- [c] If the bending stresses are taken into account, compare the strength between design 1 and 2.

Jika tegasan-tegasan lentur diambilkira, bandingkan kekuatan antara rekabentuk 1 dan 2.

(20 marks/markah)

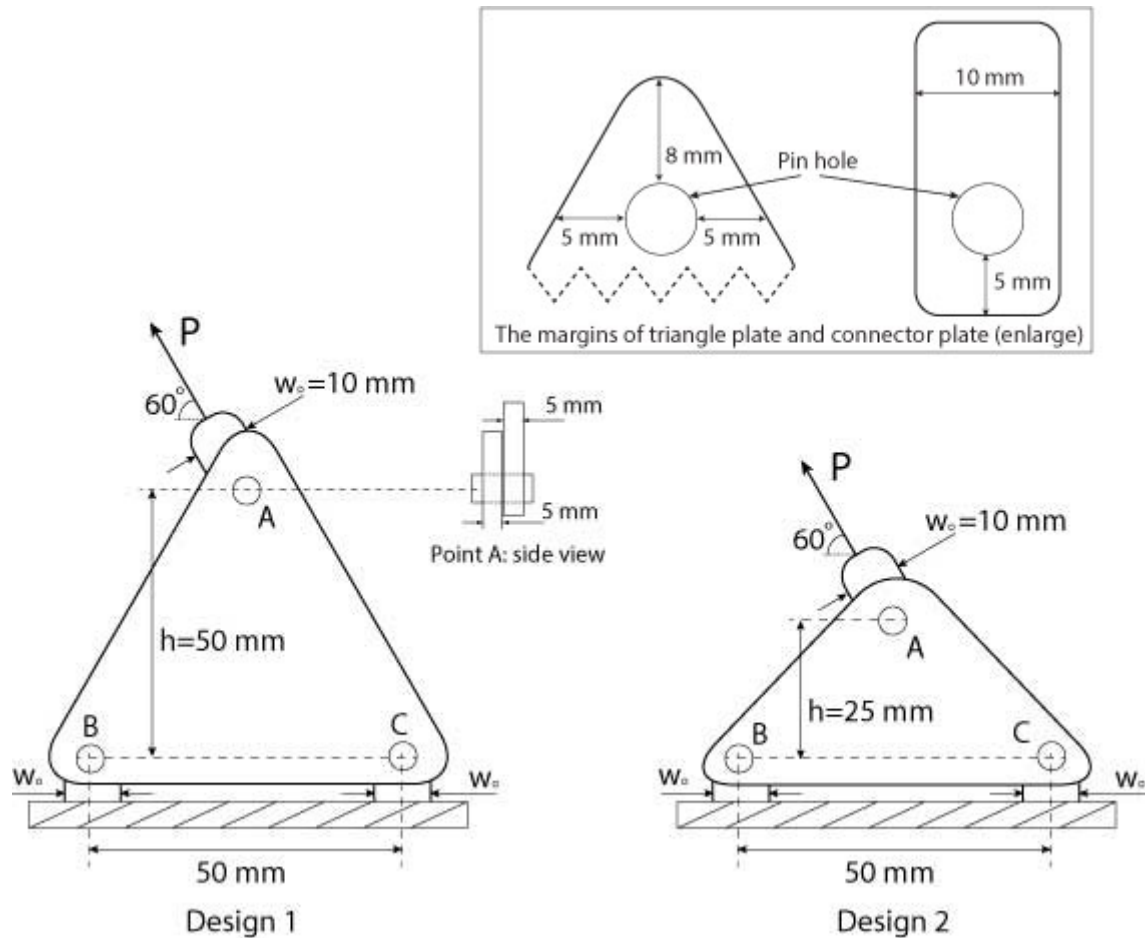


Figure 1
Rajah 1

2. [a] For the simply supported beam shown in Figure 2 [a],
Bagi rasuk sokongan mudah yang ditunjukkan dalam Rajah 2 [a],
- Derive equations for the shear force V and the bending moment M for any location in the beam. Place the origin at point A.
Terbitkan persamaan-persamaan daya ricih V dan momen lentur M bagi sebarang lokasi pada rasuk. Letakkan asalan pada titik A.
 - Plot the shear-force and bending-moment diagrams for the beam, using the derived functions.
Lakarkan rajah daya ricih dan rajah momen lentur bagi rasuk menggunakan persamaan-persamaan yang diterbitkan.
 - Determine the maximum bending moment and its location.
Tentukan momen lentur maksimum dan lokasinya.

(50 marks/markah)

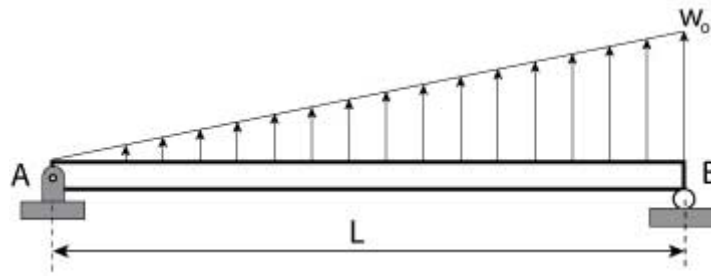


Figure 2 [a]
Rajah 2 [a]

- [b] The design of the gear-and-shaft system shown in Figure 2 [b] requires that steel shafts of the same diameter be used for both AB and CD. It is further required that $\tau_{max} \leq 60 \text{ MPa}$ and that the angle of twist ϕ_D through which end D of shaft CD rotates not exceed 1.5° . Given $G = 77.2 \text{ GPa}$, determine the required diameter of the shafts.

Rekabentuk sistem gear dan syaf dalam Rajah 2 [b] memerlukan syaf keluli yang berdiameter sama untuk AB dan CD. Sistem ini juga memerlukan $\tau_{max} \leq 60 \text{ MPa}$ dan sudut piuh ϕ_D dimana penghujung D bagi syaf CD berputar tidak melebihi 1.5° . Diberi $G = 77.2 \text{ GPa}$, tentukan diameter syaf yang diperlukan.

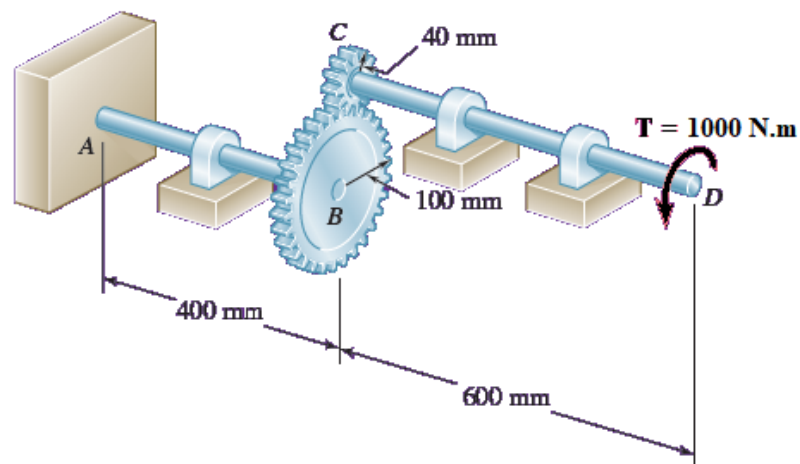


Figure 2 [b]
Rajah 2 [b]

(50 marks/markah)

3. [a] The rigid bar BDE is supported by two links AB and CD as shown in Figure 3 [a]. Link AB is made of aluminium ($E = 70 \text{ GPa}$) and has a cross-sectional area of 500 mm^2 . Link CD is made of steel ($E = 200 \text{ GPa}$) and has a cross-sectional area of 600 mm^2 . For the 30-kN force shown, determine the deflection of B, D, and E.

Sebuah bar BDE disokong oleh dua pautan AB dan CD seperti dalam Rajah 3 [a]. Pautan AB dibuat daripada aluminium ($E = 70 \text{ GPa}$) dan mempunyai luas keratan rentas 500 mm^2 . Pautan CD dibuat daripada keluli ($E = 200 \text{ GPa}$) dan mempunyai luas keratan rentas 600 mm^2 . Untuk daya 30-kN yang ditunjuk, tentukan pesongan B, D, dan E.

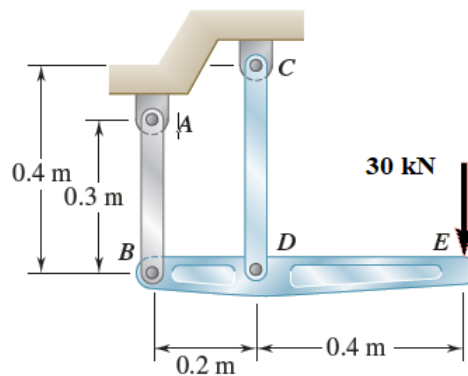


Figure 3 [a]
Rajah 3 [a]

(50 marks/markah)

- [b] Rigid bar BCD is supported by a single steel [$\sigma_y = 430 \text{ MPa}$; $E = 200 \text{ GPa}$; $\alpha = 11.7 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$] rod and two identical aluminium [$\sigma_y = 275 \text{ MPa}$; $E = 70 \text{ GPa}$; $\alpha = 23.6 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$] rods, as shown in Figure 3[b]. Steel rod (1) has a diameter of 18 mm and a length of $a = 3.0 \text{ m}$. Each aluminium rod (2) has a diameter of $d_2 = 25 \text{ mm}$ and a length of $b = 1.5 \text{ m}$. If a factor of safety of 2.5 is specified for the normal stress in each rod, determine the maximum temperature decrease that is allowable for this assembly.

Sebuah bar BCD disokong oleh satu batang keluli [$\sigma_y = 430 \text{ MPa}$; $E = 200 \text{ GPa}$; $\alpha = 11.7 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$] dan dua batang aluminium yang sama [$\sigma_y = 275 \text{ MPa}$; $E = 70 \text{ GPa}$; $\alpha = 23.6 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$] seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3[b]. Batang keluli (1) mempunyai diameter 18 mm dan panjang $a = 3.0 \text{ m}$. Setiap batang aluminium (2) mempunyai diameter $d_2 = 25 \text{ mm}$ dan panjang $b = 1.5 \text{ m}$. Jika faktor keselamatan ditentukan kepada 2.5 untuk tegasan normal dalam setiap batang, tentukan penurunan suhu maksimum yang dibenarkan untuk pemasangan ini.

(50 marks/markah)

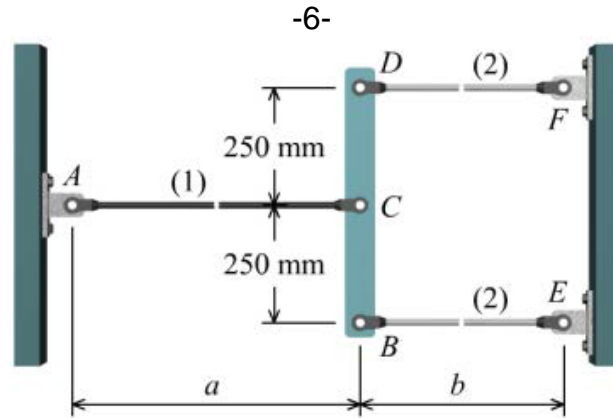


Figure 3 [b]
Rajah 3 [b]

4. [a] Determine the smallest distance d to the edge of the plate in Figure 4 [a] at which the force P can be applied so that it produces no compressive stresses in the plate at section $a-a$. The plate has a thickness of 20 mm and P acts along the centerline of this thickness.

Tentukan nilai terkecil jarak d antara pinggir plat dalam Rajah 4 [a] dengan daya P , dimana tiada tegasan mampat pada keratan rentas $a-a$. Plat berketebalan 20 mm dan P bertindak sepanjang garis tengah ketebalan tersebut.

(50 marks/markah)

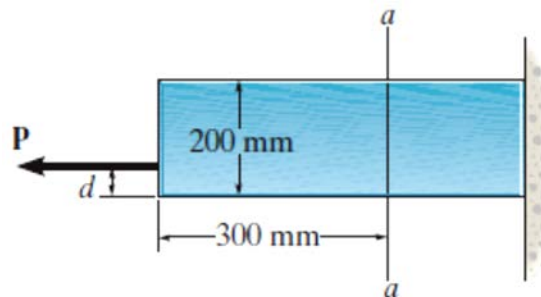


Figure 4 [a]
Rajah 4 [a]

- [b] The tubular shaft of the soil auger is subjected to the axial force and torque as shown in Figure 4 [b]. If the auger is rotating at a constant rate, determine the state of stress at points A and B on the cross section of the shaft at section $a-a$.

Aci tiub pada gerimit tanah dikenakan daya paksi dan tork seperti ditunjukkan dalam Rajah 4 [b]. Jika gerimit berputar pada kadar tetap, tentukan keadaan tegasan pada titik A dan B pada keratan rentas aci di $a-a$.

(50 marks/markah)

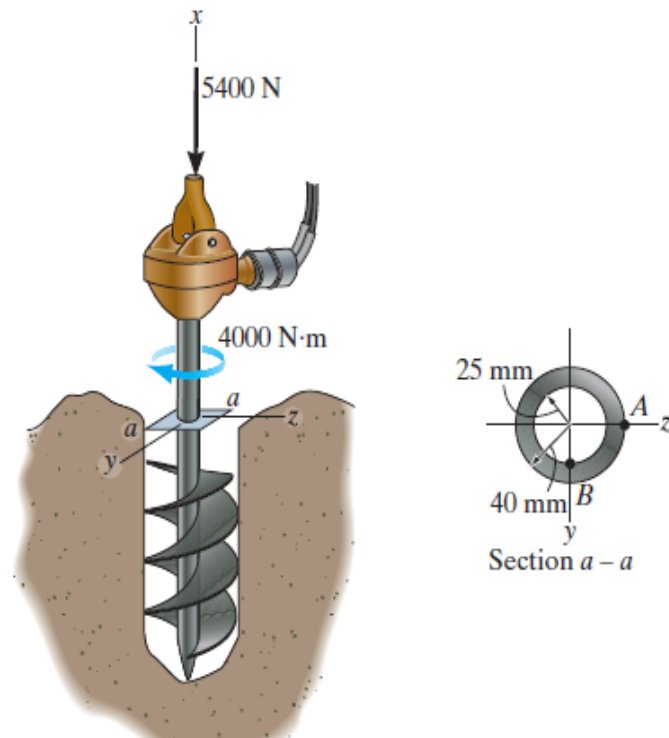


Figure 4 [b]
Rajah 4 [b]

5. As shown in Figure 5, determine the equivalent state of stress on an element at the same point which represents (a) the principal stress and (b) the maximum in-plane shear stress and the associated average normal stress. Also, for each case, determine the corresponding orientation of the element with respect to the element shown. Sketch the results on each element.

Seperti ditunjukkan dalam Rajah 5, tentukan tegasan setara bagi elemen pada titik yang sama yang menunjukkan (a) tegasan utama, (b) tegasan ricih maksimum dalam satah dan tegasan normal purata yang berkaitan. Juga, bagi setiap kes, tentukan orientasi elemen berkaitan. Lakarkan keputusan pada setiap elemen.

(100 marks/markah)

-8-

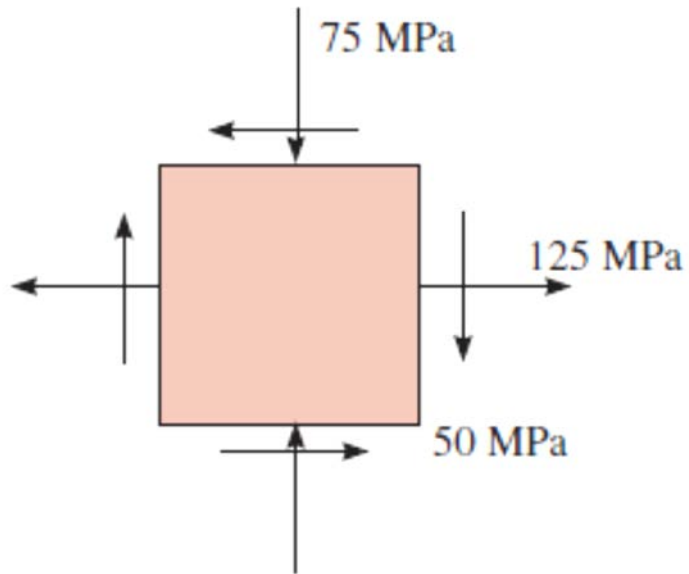


Figure 5
Rajah 5

-oooOooo-