
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
Academic Session 2006/2007

April 2007

EAS 152/3 – Strengths of Material
[Kekuatan Bahan]

Duration: 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please check that this examination paper consists of NINE printed pages including appendices before you begin the examination.

[Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi SEMBILAN muka surat bercetak termasuk lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

Instructions: Answer **ALL** questions. All questions carry different marks as stated.

*[Arahan: Jawab **SEMUA** soalan. Setiap soalan membawa jumlah markah seperti yang ditunjukkan di penghujung soalan.]*

You may answer the question either in Bahasa Malaysia or in English or a combination of both languages.

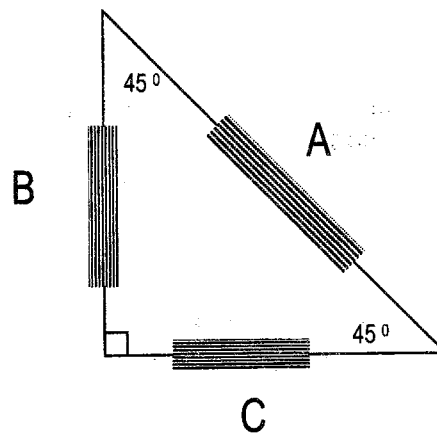
[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris ataupun kombinasi kedua-dua bahasa.]

Write the answered question numbers on the cover sheet of the answer script.

[Tuliskan nombor soalan yang dijawab di luar kulit buku jawapan anda.]

1. From a test on a structural component, the strain rosette arrangement as shown in Figure 1 gives the following readings: gauge A, 300×10^{-6} ; gauge B, -100×10^{-6} ; and gauge C, 200×10^{-6} .

Dalam suatu ujian ke atas komponen struktur, susunan roset terikan yang digunakan seperti di Rajah 1 menunjukkan bacaan-bacaan terikan berikut: tolok A, 300×10^{-6} ; tolok B, -100×10^{-6} ; dan tolok C, 200×10^{-6} .



Rajah 1

- [a] Draw the Mohr circle which analyses the given strain readings. (5 marks)

Lukiskan bulatan Mohr yang menganalisa bacaan-bacaan terikan tersebut.

- [b] From the Mohr circle, determine ϵ_{p1} , ϵ_{p2} , ϵ_y , ϵ_x , and γ_{max} . (5 marks)

Daripada bulatan Mohr, tentukan nilai-nilai ϵ_{p1} , ϵ_{p2} , ϵ_y , ϵ_x , dan γ_{max} .

- [c] Determine the following stresses: σ_{p1} , σ_{p2} , σ_x , σ_y , and τ_{max} . (5 marks)

Tentukan nilai-nilai tegasan berikut: σ_{p1} , σ_{p2} , σ_x , σ_y , dan τ_{max} .

1. [d] Show the orientations of stressed element's surfaces having σ_{p1} , σ_{p2} , and τ_{max} .

Help: $\sigma_x = \frac{E}{1-\nu^2} (\epsilon_x + \nu\epsilon_y)$; $E = 2(1+\nu)G$

The associated material is steel with the following values:

$$E = 200 \text{ GPa}, G = 80 \text{ GPa}$$

(5 marks)

Tunjukkan kedudukan permukaan elemen tertegas yang mengalami σ_{p1} , σ_{p2} , dan τ_{max} .

Bantuan: $\sigma_x = \frac{E}{1-\nu^2} (\epsilon_x + \nu\epsilon_y)$; $E = 2(1+\nu)G$

Bahan terbabit adalah keluli dan mempunyai nilai-nilai berikut:

$$E = 200 \text{ GPa}, G = 80 \text{ GPa}$$

2. Figure 2 shows a circular bored shaft ABC of 500 mm length with 40 mm external diameter. The internal diameter of length AB is 20 mm and for the remaining length BC is 30 mm. The shear stress is not to exceed 80 N/mm² and the shaft can transmit torque at a speed of 200 r.p.m.

[a] Compute the maximum horse power of the shaft.

(8 marks)

[b] Compute the new length of the shaft if the angle of twist in the length of 20 mm diameter bore is equal to that of the 30 mm diameter bore.

(12 marks)

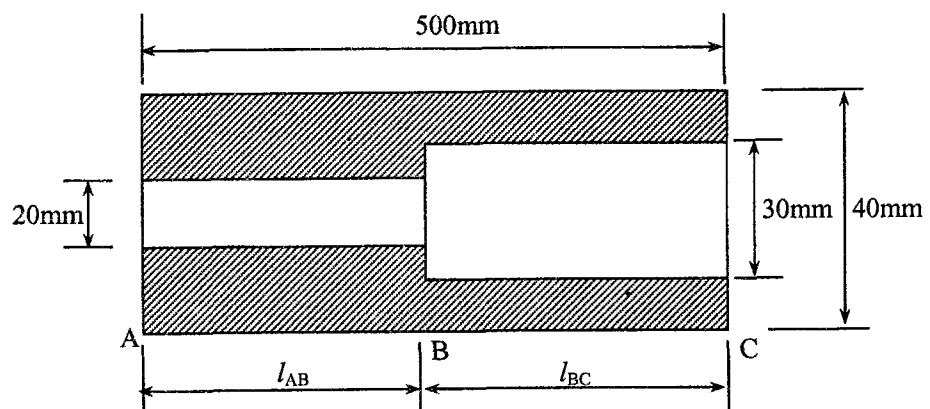


Figure 2

Rajah 2 menunjukkan aci bulat berongga, ABC sepanjang 500 mm dan mempunyai garispusat luaran 40 mm. Garispusat dalaman untuk panjang aci AB ialah 20 mm manakala selebihnya BC ialah 30 mm. Tegasan ricih aci tidak melebihi 80 N/mm^2 dan aci berupaya memindahkan kilasan pada kelajuan 200 r.p.m.

[a] Kirakan kuasa kuda maksima aci bulat berongga.

[b] Kirakan panjang baru aci jika sudut piuhan untuk panjang dengan garispusat dalaman 20 mm dan 30 mm adalah sama.

3. Figure 3(a) shows a horizontal rigid beam EBD supported by two bars AB and CD at point B and D, respectively. The assemblage is subjected to a downward vertical force of $P=5\text{kN}$ acting at point E. Both bars AB and CD consist of pairs of links with cross-sectional sizes as follows: $4.5\text{mm}\times 15\text{mm}$ for each of the link of bar AB and $4.5\text{mm}\times 35\text{mm}$ for each of the link of bar CD.

Bar AB is connected to support A by means of a bolt connection with bolt diameter $d_{\text{bolt,A}}=5\text{mm}$ whilst bar CD is connected to support C by means of welding. For the connections to rigid horizontal beam EBD, bolts of diameter $d_{\text{bolt,B}}=5\text{mm}$ and $d_{\text{bolt,D}}=12.5\text{mm}$ are used at B and D, respectively. Thickness of horizontal rigid beam EBD is $t=7.5\text{mm}$. Young's modulus of material used for both bars AB and CD is the same with $E=70\text{GPa}$.

Front views of bar AB and CD are shown in Figure 3(b).

Based on information given above, calculate:

- normal stress in each of the link of bar AB and CD. Indicate if the stresses are compressive or tensile.
- shear stress in bolt at connection B and D.
- bearing stress between bolt and rigid beam EBD at D.
- vertical deflection of point E.

(20 marks)

Rajah 3(a) menunjukkan satu rasuk tegar EBD yang disokong oleh bar AB pada titik B dan bar CD pada titik D. Pemasangan berkenaan dikenakan satu beban pugak ke bawah $P=5\text{kN}$ pada titik E. Kedua-dua bar AB dan CD terdiri daripada pasangan penyambung dengan saiz keratan seperti berikut : $4.5\text{mm}\times 15\text{mm}$ untuk setiap penyambung bar AB dan $4.5\text{mm}\times 35\text{mm}$ untuk setiap penyambung bar CD.

Bar AB disambung kepada penyokong A melalui satu sambungan dengan garispusat bolt $d_{\text{bolt},A}=5\text{mm}$; manakala bar CD disambung kepada penyokong C melalui kimpalan. Untuk sambungan kepada rasuk tegar EBD, bolt bergarispusat $d_{\text{bolt},B} = 5\text{mm}$ digunakan pada B dan $d_{\text{bolt},D}=12.5\text{mm}$ digunakan pada D. Tebal rasuk tegar ufuk EBD adalah $t=7.5\text{mm}$. Modulus Young untuk bahan yang digunakan untuk kedua-dua bar AB dan CD adalah sama dengan nilai $E=70\text{GPa}$. Figure 3(b) menunjukkan pandangan depan bar AB dan CD.

Berdasarkan maklumat di atas, kirakan:

- tegasan normal dalam setiap penyambung bar AB dan CD. Nyatakan samada tegasan yang terhasil adalah jenis mampatan ataupun tegangan.
- tegasan ricih dalam bolt pada sambungan B dan D.
- tegasan galas antara bolt dan rasuk tegar EBD pada D.
- anjakan pugak titik E.

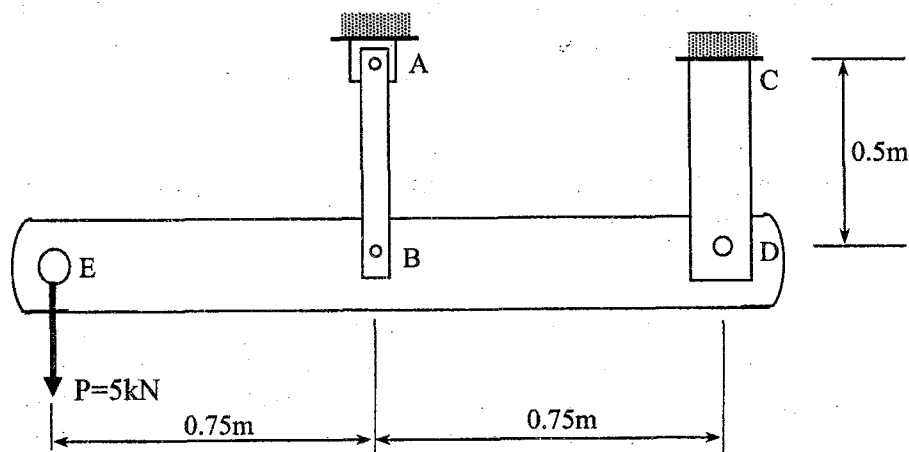


Figure 3(a)

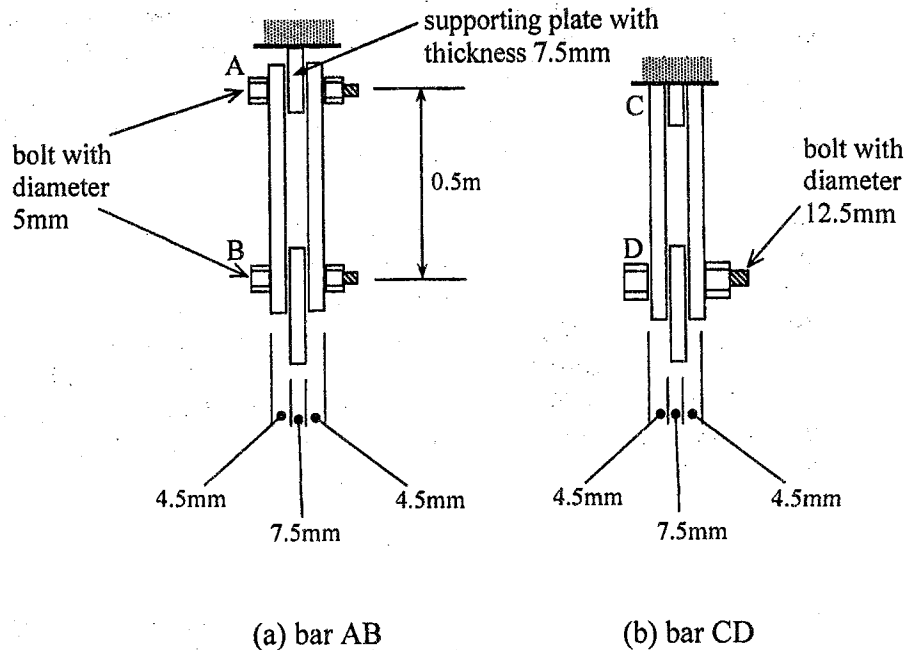


Figure 3(b)

4. A simply supported beam ABC with overhang portion BC is shown in Figure 4(a). The beam is subjected to a uniformly distributed load of 10kN/m along the overhang portion BC, another uniformly distributed load of 20kN/m along the main span AB and a concentrated load 50kN at C. The size of the cross section which has been selected for the whole length of the beam is shown in Figure 4(b).

- (a) Draw the shear force and bending moment diagrams for the beam.
 (b) Calculate the maximum bending stress $\sigma_{b,max}$ and shear stress τ_{max} . Indicate clearly the sections where $\sigma_{b,max}$ and τ_{max} occur.

(25 marks)

Satu rasuk ABC disokong mudah dengan bahagian terjulur BC ditunjukkan dalam Rajah 4(a). Rasuk berkenaan dikenakan satu beban teragih seragam 10kN/m di sepanjang bahagian terjulur BC, satu lagi beban teragih seragam 20kN/m di sepanjang rentang utama AB dan satu beban tertumpu 50kN pada C. Saiz keratan rasuk yang dipilih untuk keseluruhan panjang rasuk ditunjukkan dalam Rajah 4(b).

- (a) Lukis gambarajah daya ricih dan momen lentur untuk rasuk berkenaan.
 (b) Kirakan tegasan lenturan maksima $\sigma_{b,max}$ dan tegasan ricih maksima τ_{max} . Tunjukkan kedudukan keratan di mana $\sigma_{b,max}$ dan τ_{max} terhasil.

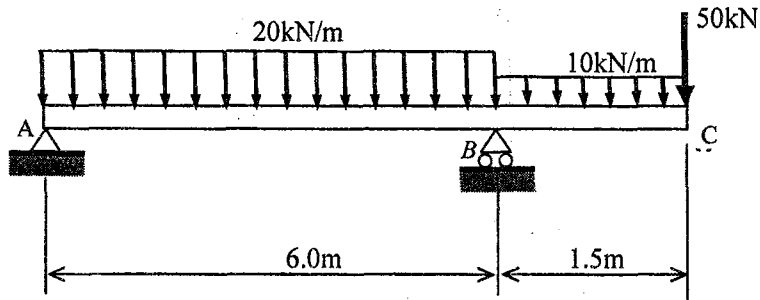


Figure 4(a)

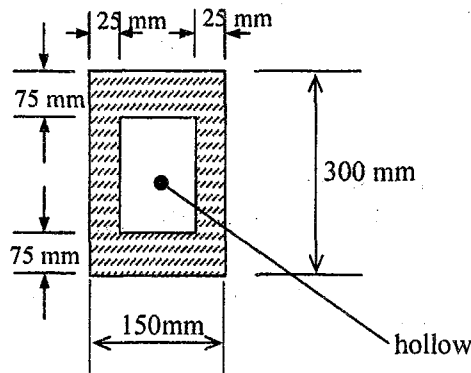


Figure 4(b)

5. [a] Figure 5 shows two bars subjected to axial load P : bar A is in tension and bar B is in compression. Assuming that both bars are identical in all aspects and that they are both slender, explain briefly why $P_{max, B} < P_{max, A}$, where $P_{max, A}$ and $P_{max, B}$ are maximum axial load that can be applied on bar A and B, respectively.

(2 marks)

Rajah 5 menunjukkan dua bar yang dikenakan beban paksi P : bar A dalam keadaan tegangan dan bar B dalam keadaan mampatan. Dengan membuat anggapan bahawa kedua-dua bar adalah sama dalam semua aspek dan kedua-duanya adalah langsing, terangkan secara ringkas mengapa $P_{max, B} < P_{max, A}$ dimana $P_{max, A}$ adalah beban maksima yang boleh dikenakan ke atas bar A dan $P_{max, B}$ adalah beban maksima yang boleh dikenakan ke atas bar B.

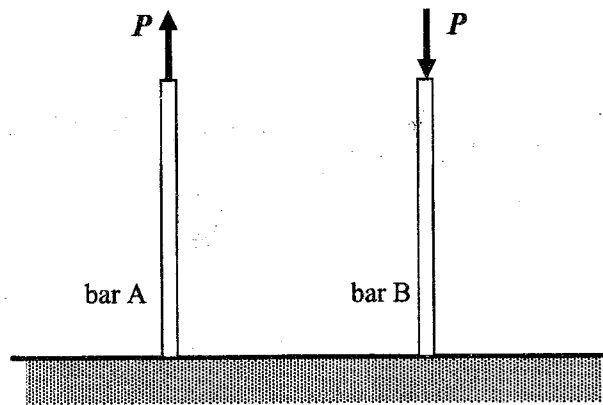


Figure 5

5. [b] Column AB as shown in Figure 6 carries a centric load P of magnitude 80kN. End A is fixed to the foundation. Cables BC and BD are taut and prevent motion of point B in the xz plane but not in the yz plane. Moments of inertia of the column cross-section about $x-x$ and $y-y$ axis are given in the figure. Using Euler's formula and a factor of safety of 2.5, calculate the maximum allowable height L_{all} of column AB. Use $E = 210\text{GPa}$. Neglect tension in the cables.

If cables BC and BD become not effective in preventing motion of point B in the xz plane, conclude with valid reason whether L_{all} will be smaller or bigger.

(13 marks)

Tiang AB seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6 membawa satu beban paksi P dengan magnitud 80kN. Hujung A adalah disambung secara tegar kepada asas. Kabel BC dan BD adalah tegang dan menghalang pergerakan titik B dalam satah xz tetapi tidak dalam satah yz . Momen sifat tekun terhadap paksi $x-x$ dan $y-y$ untuk keratan tiang adalah seperti yang diberikan dalam rajah. Dengan menggunakan formula Euler dan faktor keselamatan 2.5, kirakan tinggi maksima L_{all} untuk tiang AB. Guna $E = 210\text{GPa}$. Abaikan kesan tegangan dalam kabel.

Sekiranya kabel BC dan BD menjadi tidak berkesan untuk menghalang pergerakan titik B dalam satah xz , simpulkan berserta dengan sebab yang sah samada L_{all} akan menjadi lebih kecil ataupun besar.