
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2005/2006
*2nd. Semester Examination
2005/2006 Academic Session*

April / May 2006

EAS 152/3 – Kekuatan Bahan
EAS 152/3 - Strength of Material

Duration : 3 hours
Masa : 3 jam

Arahan Kepada Calon:

Instruction to candidates:

1. Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi **LAPAN (8)** muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.
*Ensure that this paper contains **EIGHT (8)** printed pages before you start your examination.*
2. Kertas ini mengandungi **LIMA (5)** soalan. Jawab **SEMUA (5)** soalan.
*This paper contains **LIMA (5)** questions. Answer **ALL (5)** questions.*
3. Tiap-tiap soalan mempunyai markah yang sama.
Each question carry equal marks.
4. Tiap-tiap jawapan **MESTILAH** dimulakan pada muka surat yang baru.
*Each question **MUST BE** answered on a new sheet.*
5. Semua soalan boleh dijawab dalam Bahasa Inggeris atau Bahasa Malaysia ataupun kombinasi kedua-dua bahasa.
*All questions **CAN BE** answered in English or Bahasa Malaysia or combination of both languages.*
6. Tuliskan nombor soalan yang dijawab di luar kulit buku jawapan anda.
Write the answered question numbers on the cover sheet of the answer script.

1. Rajah 1(a) menunjukkan satu bar tegar ABCD yang disokong oleh anggota pugak BE pada titik B dan anggota pugak CF pada titik C. Tebal bar tegar ABCD adalah 20mm. Anggota BE terdiri daripada dua bar berkeratan segiempat tepat dengan lebar 150mm dan tebal 45mm manakala anggota CF berkeratan bulat dengan garispusat 45mm. Kedua-dua anggota BE dan CF adalah dibuat daripada keluli dengan modulus keanjalan $E = 205\text{GPa}$. Dua beban pugak 50kN dan 150kN masing-masing bertindak pada titik A dan D di atas bar tegar ABCD. Bar pugak BE disambung kepada bar tegar ABCD melalui satu sambungan bolt pada B dengan butiran seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1(b). Berdasarkan maklumat di atas, kirakan:

- (a) tegasan normal dalam bar pugak BE dan CF (Nyatakan samada tegasan normal yang terhasil adalah tegasan tegangan ataupun mampatan),
- (b) tegasan ricih dalam bolt pada B,
- (c) tegasan galas antara anggota BE dengan bolt pada B,
- (d) tegasan galas antara bar tegar ABCD dan bolt pada B dan
- (e) anjakan pugak pada D.

(20 markah)

Figure 1(a) shows a rigid bar ABCD which is supported by vertical members BE and CF at points B and C, respectively. The thickness of the rigid bar is 20mm. Vertical member BE is made of two bars with rectangular cross-sectional area of which the width and thickness are 150mm and 45mm, respectively. On the other hand, member CF is made of a circular bar with diameter 45mm. Both members BE and CF are made of steel with elastic modulus $E = 205\text{GPa}$. The rigid bar is acted upon by two vertical loads 50kN and 150kN at points A and D, respectively. Vertical member BE is connected to the rigid bar ABCD by means of a bolted connection at B as shown in Figure 1(b). Based on the information above, compute:

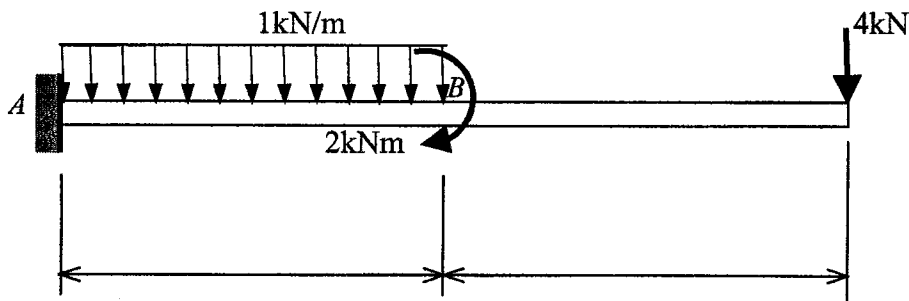
- (a) normal stress in vertical members BE and CF (State whether the resulting stress is tensile or compressive),
- (b) shear stress in bolt at B,
- (c) bearing stress between member BE and bolt at B,
- (d) bearing stress between rigid bar ABCD and bolt at B; and
- (e) vertical displacement of point D.

2. Rajah 2(a) menunjukkan satu rasuk julus ABC yang disokong tegar pada A. Panjang rasuk adalah 4m. Keratan rasuk yang dipilih adalah keratan berongga yang mempunyai ukuran tinggi 300mm, lebar 150mm dan tebal dinding 25mm seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2(b). Rasuk berkenaan menyokong satu beban teragih seragam 1kN/m yang bertindak sepanjang bahagian AB, satu beban tertumpu 4kN pada hujung bebas C dan satu momen gandingan 2kNm pada titik B.
- Lukiskan gambarajah daya ricih dan momen lentur untuk rasuk berkenaan.
 - Sekiranya diberi tegasan lenturan dan ricih dibenarkan untuk bahan rasuk adalah masing-masing sama dengan $\sigma_{b,all} = 9.0\text{MPa}$ dan $\tau_{all} = 1.0\text{MPa}$, tentukan samada keratan rasuk yang dipilih selamat digunakan ataupun tidak.

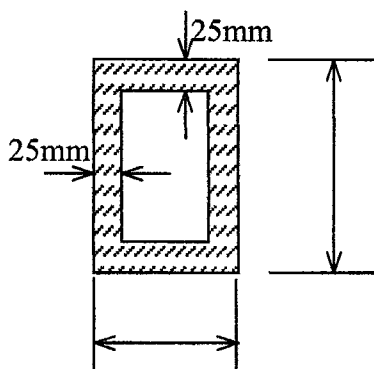
(20 markah)

Figure 2(a) shows a cantilever beam ABC which is rigidly supported at A. Length of the beam is 4m. Beam section which has been chosen is a hollow section with depth 300mm, width 150mm and wall thickness 25mm as shown in Figure 2(b). The beam is loaded with a uniformly distributed load of 1kN/m along portion AB, a concentrated load of 4kN at the free end C and a couple of 2kNm at point B.

- Draw the shear force and bending moment diagram of the beam.
- If it is given that the allowable normal stress due to bending and allowable shear stress for the beam section are $\sigma_{b,all} = 9.0\text{MPa}$ and $\tau_{all} = 1.0\text{MPa}$, respectively, determine if the section chosen is safe to be used or not.



Rajah 2(a)

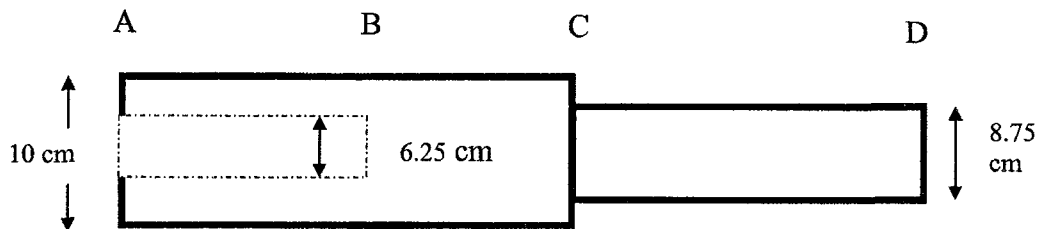


Rajah 2(b)

3. Aci keluli bulat, ABCD panjangnya 3 m mempunyai tiga keratan rentas yang berbeza. AB adalah keratan geronggang mempunyai garispusat luar 10 cm dan garispusat dalam 6.25 cm manakala BC dan CD adalah keratan padat. Garispusat keratan BC dan CD ialah masing-masing 10 cm dan 8.75 cm. Jika sudut puihan adalah sama untuk setiap keratan, tentukan panjang setiap keratan. Kirakan nilai kilasan yang dikenakan dan jumlah sudut puihan jika tegasan ricih maksima pada bahagian geronggang ialah 475 kg/cm^2 dan modulus ketegaran ialah $825 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$. Lihat Rajah 3.

(20 markah)

A circular steel shaft ABCD having a total length of 3 m consists of three different sections. AB is a hollow section comprising outer and inner diameters of 10 cm and 6.25 cm, respectively. The BC and CD sections are solid where the diameter of BC and CD are 10 cm and 8.75 cm, respectively. If the angle of twist is the same for each section, determine the length of each section. Find the value of applied torque and the total angle of twist, if maximum shear stress in the hollow portion is 475 kg/cm^2 and modulus of rigidity is $825 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$. See Figure 3.



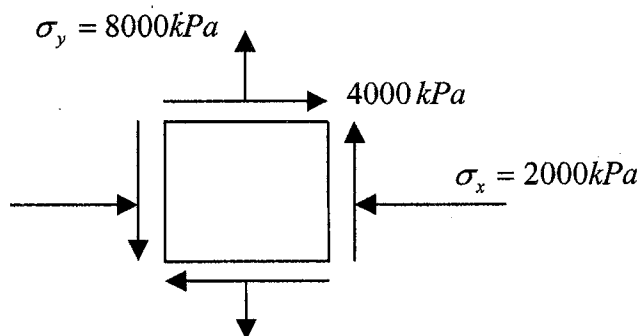
Rajah 3

4. Rajah 4 menunjukkan tegasan-tegasan yang bertindak ke atas suatu elemen terpegas. $\sigma_x = -2000 \text{ kPa}$; $\sigma_y = 8000 \text{ kPa}$; and $\tau_{xy} = 4000 \text{ kPa}$
- Dengan menggunakan Bulatan Mohr, tentukan nilai-nilai tegasan utama, σ_{p1} dan σ_{p2} .
 - Lukiskan gambarajah elemen terpegas yang menunjukkan kedudukan σ_{p1} dan σ_{p2} .
 - Tentukan nilai tegasan ricih maksimum, τ_{\max} .
 - Lukiskan gambarajah elemen terpegas yang menunjukkan kedudukan τ_{\max} .
 - Lukiskan bulatan Mohr yang menunjukkan terikan-terikan yang sepadan dengan σ_{p1} , σ_{p2} , dan τ_{\max} . Anggap : $E = 200 \text{ GPa}$, $G = 80 \text{ GPa}$, dan $\nu = 0.30$. Gunakan juga: $\epsilon_y = \frac{1}{E}(\sigma_y - \nu\sigma_x)$ dan $E = 2(1+\nu)G$
- (20 markah)

Figure 4 shows the actual stresses acting on an element of a stressed body.
 $\sigma_x = -2000 \text{ kPa}$; $\sigma_y = 8000 \text{ kPa}$; and $\tau_{xy} = 4000 \text{ kPa}$.

- By means of a Mohr's circle construction, determine the two principal stress, σ_{p1} and σ_{p2} .
- Draw a diagram of the stress element showing the orientations corresponding to σ_{p1} and σ_{p2} .
- Determine the magnitude of the maximum shear stress, τ_{\max} .
- Draw a diagram of the stress element showing the orientations corresponding to τ_{\max} .
- Construct a Mohr's circle showing the corresponding strains associated with σ_{p1} , σ_{p2} , and τ_{\max} .

Assume the material has the following properties: $E = 200 \text{ GPa}$, $G = 80 \text{ GPa}$, and $\nu = 0.30$. Also use $\epsilon_y = \frac{1}{E}(\sigma_y - \nu\sigma_x)$ and $E = 2(1+\nu)G$



Rajah 4

5. (a) Berikan dua bentuk kegagalan tiang dan jelaskan mengapa tiang direkabentuk dengan faktor keselamatan yang lebih tinggi daripada elemen-elemen struktur yang lain.

(4 markah)

Give two failure modes of columns and explain why columns are usually designed with greater factors of safety than other structural elements.

- (b) Satu tiang keluli AB dengan panjang 5.5 m dikenakan satu beban pusat P seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5(a). Kabel BC dan BD terikat pada tiang supaya pergerakan tiang di satah xz dihalang.

- (i) Dengan menggunakan formula Euler dan abaikan tegangan dalam kabel, tentukan beban dan tegasan lengkokan kritikal tiang. Guna $E = 200 \text{ GPa}$.

(6 markah)

- (ii) Tentukan faktor keselamatan jika $P = 100 \text{ kN}$.

(2 markah)

- (iii) Tiang keluli AB dalam Rajah 5(a) dikehendaki membawa beban P dengan magnitud 250 kN dengan kesipian 50 mm seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5(b). Dengan menggunakan kaedah interaksi, semak sama ada keratan yang dipilih adalah selamat digunakan atau tidak. Guna $E = 200 \text{ GPa}$, tegasan yang dibenarkan untuk beban pusat sebagai 100 MPa dan tegasan yang dibenarkan untuk lenturan sebagai 150 MPa. Ketaksamaan yang perlu dipenuhi ialah;

(8 markah)

$$\frac{P/A}{(\sigma_{all})_{centric}} + \frac{Mc/I}{(\sigma_{all})_{bending}} \leq 1$$

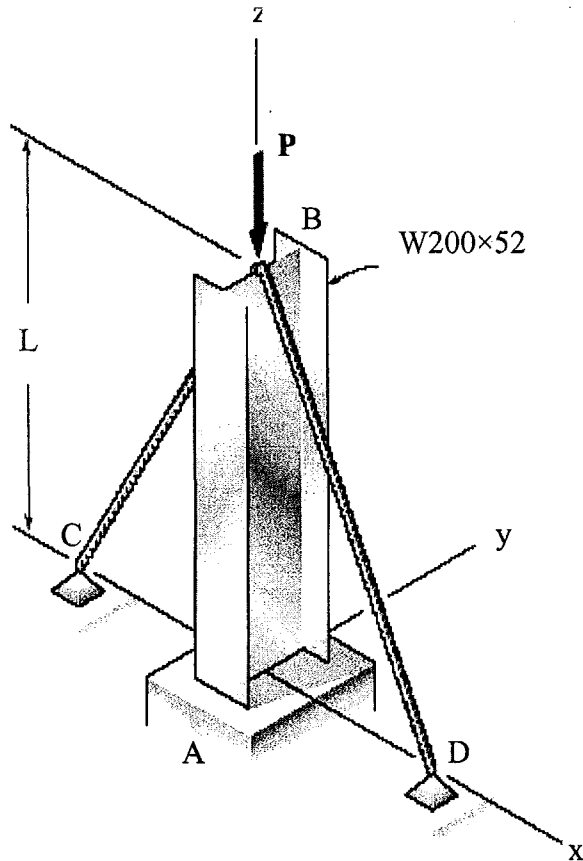
A steel column AB of 5.5 m length carries a centric load P as shown in Figure 5(a). Cables BC and BD are taut and prevent motion of point B in the xz plane.

- (i) *Using the Euler's formula and by neglecting the tension in the cables, determine the critical buckling load and stress. Use $E = 200 \text{ GPa}$.*

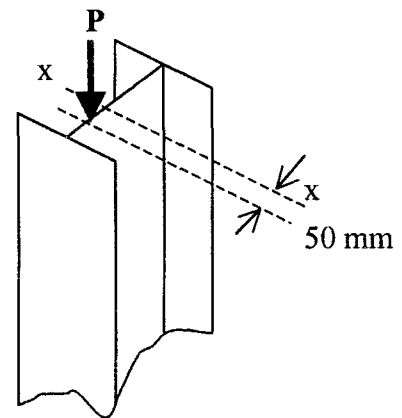
- (ii) *Determine the factor of safety if $P = 100 \text{ kN}$.*

- (iii) *The steel column AB in Figure 5(a) must carry a load of P of magnitude 250 kN with an eccentricity of 50 mm as shown in Figure 5(b). Using the interaction method, check if the section selected is safe to be used or not. Use $E = 200 \text{ GPa}$, allowable stress for column subjected to centric load of 100 MPa and allowable stress in bending of 150 MPa. The inequality to be satisfied is;*

$$\frac{P/A}{(\sigma_{all})_{centric}} + \frac{Mc/I}{(\sigma_{all})_{bending}} \leq 1$$



Rajah 5(a)

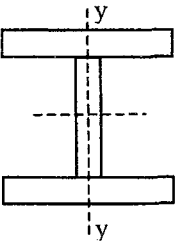


Rajah 5(b)

Jadual 1a

Keadaan Hujung (End Condition)	Terikat – Bebas (Fixed-Free)	Sendi – Sendi (Pinned-Pinned)	Terikat – Sendi (Fixed-Pinned)	Terikat-Terikat (Fixed-Fixed)
Panjang Berkesan (Effective Length), L_e	2L	L	0.7L	0.5L

Jadual 1b

Jenis Tiang (Column Type)	Ciri-ciri (Properties)		Nilai (Value)
Tiang Universal (Universal Column) 	Saiz Siri (Designation)		W200x52
	Luas Keratan Rentas (Area of Section), A (mm ²)		6660
	Momen Luas Kedua (Second Moment of Area)	Paksi x-x (Axis x-x), I _{xx} (mm ⁴)	52.7×10 ⁶
		Paksi y-y (Axis y-y), I _{yy} (mm ⁴)	17.8×10 ⁶
	Jejari Legaran (Radius of Gyration)	Paksi x-x (Axis x-x), r _{xx} (mm)	89
		Paksi y-y (Axis y-y), r _{yy} (mm)	51.7
	Modulus Plastik (Plastic Modulus)	Paksi x-x (Axis x-x), S _{xx} (mm ³)	512×10 ³
		Paksi y-y (Axis y-y), S _{yy} (mm ³)	175×10 ³