

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2006/2007

Oktober/November 2006

**EMM 331/3 – Mekanik Pepejal**

Masa : 3 jam

---

**ARAHAN KEPADA CALON :**

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat bercetak, **DUA (2)** helaian lampiran dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.

Jawab **LIMA (5)** soalan sahaja.

Semua soalan perlu dijawab dalam **Bahasa Malaysia**.

Jawapan bagi setiap soalan hendaklah dimulakan pada mukasurat yang baru.

**Lampiran:**

1. Formula untuk Mekanik Pepejal [1 mukasurat]
2. Principal Slope and Deflection for Beams with Basic Loading [1 mukasurat]

S1. [a] Terangkan dengan ringkas perkara-perkara berikut:

*Briefly and explain of the followings:*

(i) **Tegasan principal.**  
*Principal stress.*

(ii) **Tegasan sisih.**  
*Deviatoric stress.*

(30 markah)

[b] **Komponen-komponen tegasan pada suatu titik yang merujuk kepada paksi x,y dan z adalah seperti di bawah:**

*The stress components at a point with reference to x,y,z co-ordinate systems are :*

$$\sigma_x = 14 \text{ MPa}; \sigma_y = 10 \text{ MPa}; \sigma_z = 35 \text{ MPa},$$

$$\tau_{xy} = 7 \text{ MPa}; \tau_{yz} = 0; \tau_{zx} = -7 \text{ MPa}.$$

**Tentukan tegasan normal, beserta magnitudnya, dan arah kosinus bagi tegasan ricih pada titik permukaan bersilang yang selari dengan satah yang diwakili dengan persamaan  $2x - y + 3z = 9$ .**

*Determine the normal stress, the magnitude, and the direction cosine of the shear stress on a surface intersecting the point and parallel to the plane given by the equation  $2x - y + 3z = 9$ .*

(70 markah)

S2. [a] **Takrif dan terangkan perkara-perkara berikut:**

*Define and explain the followings failure criteria:*

(i) **Tresca.**  
*Tresca.*

(ii) **Von Mises.**  
*Von Mises.*

(15 markah)

[b] **Lukiskan Kriteria Tresca dan Von Mises pada satah- II.**

*Draw Tresca and Von Mises criteria on the II-plane.*

(15 markah)

- [c] Tegasan-tegasan principal bagi suatu titik diberikan seperti di bawah:

*The principal stresses at a point are given by:*

$$\begin{aligned}\sigma_x &= 1000 \text{ kPa.} \\ \sigma_y &= -2000 \text{ kPa.} \\ \sigma_z &= 500 \text{ kPa.}\end{aligned}$$

**Jika tegasan alah bagi bahan yang diuji menggunakan ujian sepaksi ialah 3000 kPa, nyatakan sama ada bahan ini alah apabila kriteria Tresca dan Von Mises digunakan.**

*If the yield stress for the material under uniaxial test is 3000 kPa, state whether there will be yielding as per Tresca criterion and Von Mises criterion.*  
(70 markah)

- S3. [a] Huraikan dengan ringkas tiga (3) cara bagi mengurangkan kesan penumpuan tegasan bagi plat atau aci yang mempunyai luas berkurangan.

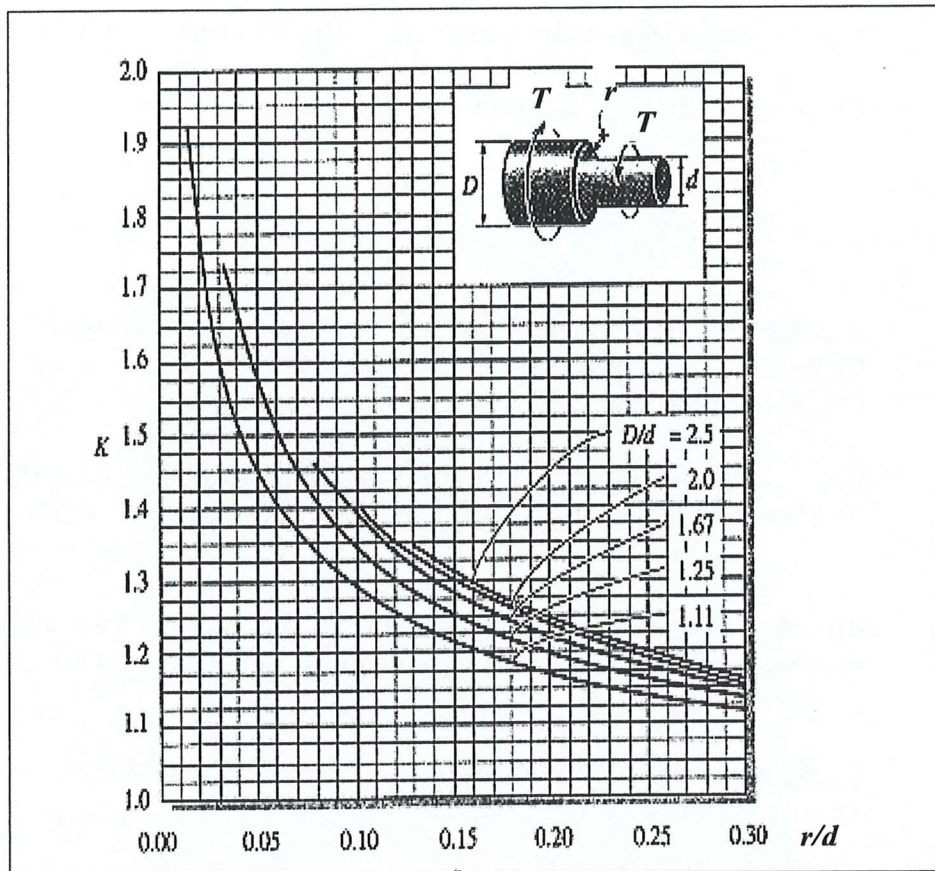
*Briefly explain any three (3) ways to reduce stress concentration effect for a plate or shaft with area reduction.*

(30 markah)

- [b] Rajah S3[b] menunjukkan sebuah aci yang dipasang pada sebuah mesin berupaya untuk berputar dengan kelajuan 540 p.s.m. Nilai jejarian kambi,  $r$  yang dikimpal pada aci ialah 7.20 mm, dan daya ricih yang dibenarkan,  $\tau_{allow} = 55 \text{ MPa}$ ; tentukan kuasa maksimum yang boleh dihantar oleh syaf.

*The shaft as shown in Figure Q3[b] built in a machine is designed to rotate at 540 rpm. The radius of the fillet weld connecting the shafts,  $r = 7.20 \text{ mm}$ , and the allowable shear stress for the material is  $\tau_{allow} = 55 \text{ MPa}$ . Determine the maximum power the shaft can transmit.*

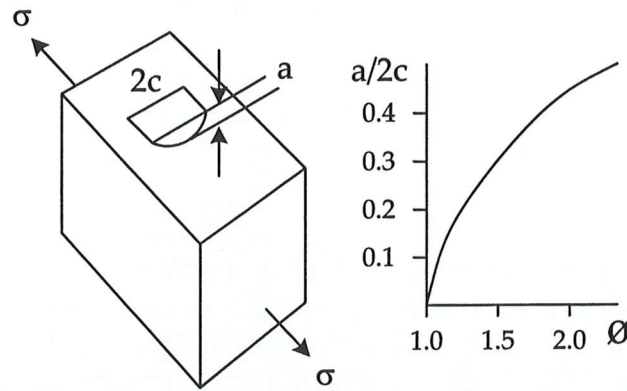
(40 markah)



Rajah S3[b] Faktor penumpuan tegasan kilas,  $K$   
 Figure Q3[b] Torsional stress concentration factor,  $K$

- [c] Bekas tekanan pada Rajah S3[c] yang diperbuat daripada besi keluli telah patah rapuh bila dikenakan tekanan dalaman sebanyak  $20 \text{ MN/m}^2$ . Keretakan membujur yang berlaku pada bekas ini sepanjang 10 mm dan dalamnya ialah 4 mm. Ujian makmal yang dijalankan mendapati nilai  $K_{IC} = 75 \text{ MN m}^{-3/2}$ . Jika diameter bekas ialah 1 m dan tebal dindingnya ialah 10 mm, tentukan sama ada data yang diperolehi selari dengan kegagalan yang dilihat. Diberi formula untuk menentukan kecacatan permukaan semi-ellips,  $K = \sigma(\pi a^{1/2})(1.12/\phi^{1/2})$ .

*A steel pressure vessel shown in Figure Q3[c] fractured in a brittle manner when an internal pressure of  $20 \text{ MN/m}^2$  was applied. The vessel had a longitudinal surface crack 10 mm long and 4 mm deep. A subsequent fracture mechanics test on a sample of the steel showed that it had a  $K_{IC}$  value of  $75 \text{ MN m}^{-3/2}$ . If the vessel diameter was 1 m and its wall thickness was 10 mm, determine whether the data was consistent with the observed failure. Given the formula for semi-elliptical surface flaw,  $K = \sigma(\pi a^{1/2})(1.12/\phi^{1/2})$ .*



Rajah S3[c] Rekahan permukaan berbentuk elips  
 Figure Q3[c] Elliptical Surface crack

(30 markah)

- S4. [a] Terangkan dengan ringkas perkara-perkara di bawah yang diaplikasikan dalam lesu.

*Briefly describe the following terms as applied in fatigue:*

- (i) **Had Kekuatan**  
*Endurance Limit*
- (ii) **Kekuatan Lesu**  
*Fatigue Strength*
- (iii) **Tegasan Purata**  
*Mean Stress*
- (iv) **Tegasan berubah-ubah**  
*Alternating Stress*

(30 markah)

- [b] Satu keluli AISI 1045 mempunyai kekuatan tegangan sebanyak 620 MPa dan kekuatan alah sebanyak 480 MPa.

*An AISI 1045 steel has a tensile strength of 620 MPa and a yield strength of 480 MPa.*

- (i) **Kirakan had kekuatan apabila dilakukan ujian lesu ke atas rasuk berputar.**

*Calculate the rotating-beam endurance limit in fatigue test.*

- (ii) **Kirakan kekuatan lesu pada kitaran hidup  $10^5$**

*Calculate the fatigue strength corresponding to  $10^5$  cycles of life*

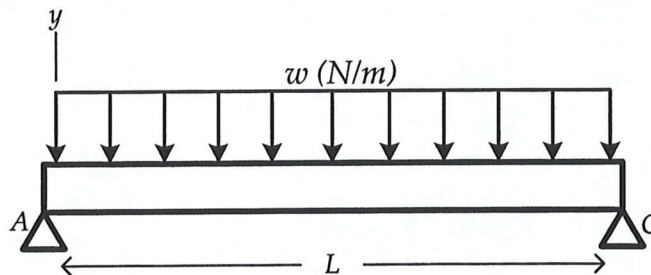
- (iii) Anggarkan jangka hayat keluli tersebut pada tegasan balikan 340 MPa

*Estimate the expected life corresponding to a completely reverse stress of 340 MPa.*

(70 markah)

- S5. [a] Tentukan pesongan pada tengah rasuk sokongan mudah dengan luas keratan rentas malar dan panjang  $L$  dengan agihan beban  $w$  disepanjang rasuk seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S5[a] dengan menggunakan Teorem Castigliano. Berikan jawapan anda dalam bentuk pemboleh ubah  $w$ ,  $L$ ,  $EI$  dan sebagainya.

*Find the deflection at the center of a simply supported beam of constant cross section and span  $L$  carrying a uniformly distributed load  $w$  over its entire length as shown in Figure Q5[a] by using Castigliano's Theorem. Leave your answers in terms the variables  $w$ ,  $L$ ,  $EI$  and etc.*

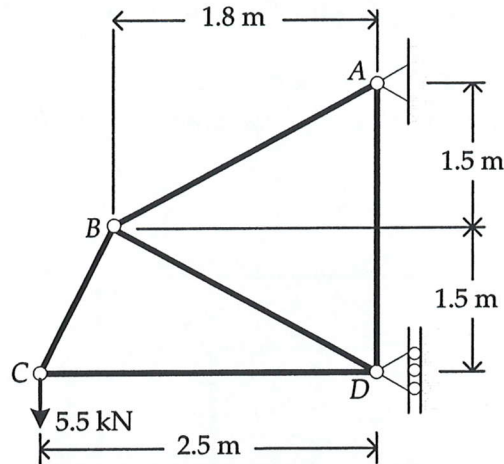


Rajah S5[a]  
Figure Q5[a]

(40 markah)

- [b] Setiap ahli kekuda yang ditunjukkan dalam Rajah S5[b] diperbuat daripada keluli dan mempunyai luas keratan rentas  $700 \text{ mm}^2$ . Dengan menggunakan modulus Young  $E = 200 \text{ GPa}$ , tentukan anjakan menegak pada sambungan C.

*Each member of the truss shown in Figure Q5[b] is made of steel and has a cross-sectional area of  $700 \text{ mm}^2$ . Using Young Modulus  $E = 200 \text{ GPa}$ , determine the vertical deflection at joint C.*



Rajah S5[b]  
Figure Q5[b]

(60 markah)

- S6. [a] (i) Terangkan dengan ringkas ciri-ciri utama lenturan simetri dan lenturan tidak simetri.

*Briefly describe the main features of symmetrical and unsymmetrical bending.*

- (iii) Terangkan dengan ringkas 2 keadaan di mana lenturan tidak simetri berlaku.

*Briefly explain any 2 cases when unsymmetrical bending occurs.*

(30 markah)

- [b] Satu rasuk dengan keratan rentas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S6[b] dikenakan dengan momen  $M = 300 \text{ Nm}$  yang bertindak disekitar paksi arah positif  $z$ . Tentukan:

*A beam with the cross section shown in Figure Q6[b] is subjected to a moment  $M$  of 300 Nm which acts about the positive  $z$ -direction. Determine :*

- (i) Tegasan lenturan pada titik A dengan menggunakan formula lenturan tidak simetri.

*The flexural stress at point A by using the flexure formula for unsymmetrical bending.*

- (ii) Orientasi paksi neutral

*The orientation of the neutral axis.*

### Formula untuk Mekanik Pepejal

#### Theories of failures:

Tresca:  $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_Y$

Von-Mises:  $(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 = 2\sigma^2_Y$

#### Fatigue:

$$N_f = \frac{2}{C(Y.S_R)^m \pi^{\frac{m}{2}} (2-m)} \left( a_f^{1-\frac{m}{2}} - a_0^{1-\frac{m}{2}} \right) \quad \Delta K = Y.S_R \sqrt{\pi a} \quad \frac{da}{dN} = C[Y.S_R \sqrt{\pi a}]^m$$

Goodman:  $S_a = S_D \left( 1 - \frac{S_m}{S_u} \right)$       Gerber:  $S_a = S_D \left[ 1 - \left( \frac{S_m}{S_u} \right)^2 \right]$

Soderberg:  $S_a = S_D \left( 1 - \frac{S_m}{S_Y} \right)$

#### Unsymmetrical and curved bending

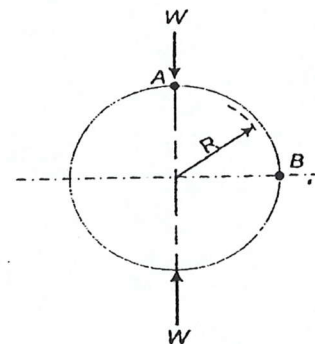
Rectangular section:  $n = R' - \frac{d}{\log_e \left[ \frac{(R'+d/2)}{(R'-d/2)} \right]}$

Circular section:  $n = R' - \frac{d}{2 \left[ R' - (R'^2 - r^2)^{1/2} \right]}$

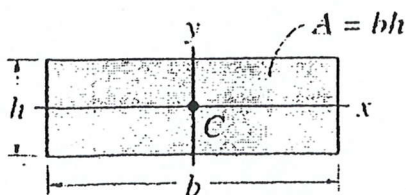
$$\frac{\sigma}{y} = \frac{M}{nA(R_1 + y)} \quad \frac{y}{z} = \frac{I_z}{I_y} \tan \theta = \tan \phi$$

$$\sigma_x = \frac{yE}{R_y} + \frac{zE}{R_z}$$

$$= \frac{y(M_z I_y - M_y I_{yz}) + z(M_y I_z - M_z I_{yz})}{I_y I_z - I_{yz}^2}$$



$$M_o = WR \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{\pi} \right)$$



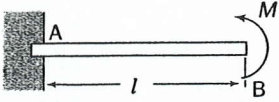
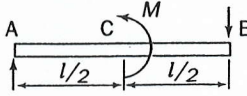
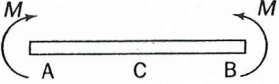
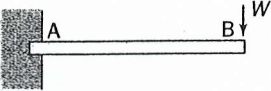
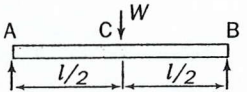
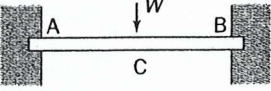
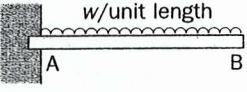
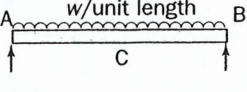
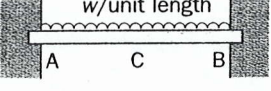
Rectangular area

$$I_x = \frac{1}{12} b h^3$$

$$I_y = \frac{1}{12} h b^3$$



### Principal Slope and Deflection for Beams with Basic Loading

		Slope	Deflection
(a)		$-\frac{Ml}{EI}$ at B	$-\frac{Ml^2}{2EI}$ at B
(b)		$-\frac{Ml}{12EI}$ at C $+\frac{Ml}{24EI}$ at A, B	0 at C
(c)		$\pm \frac{Ml}{2EI}$ at A, B	$+\frac{Ml^2}{8EI}$ at C
(d)		$+\frac{Wl^2}{2EI}$ at B	$+\frac{Wl^3}{3EI}$ at B
(e)		$\pm \frac{Wl^2}{16EI}$ at A, B	$+\frac{Wl^3}{48EI}$ at C
(f)		0 at A, B, C	$+\frac{Wl^3}{192EI}$ at C
(g)		$+\frac{wl^3}{6EI}$ at B	$+\frac{wl^4}{8EI}$ at B
(h)		$\pm \frac{wl^3}{24EI}$ at A, B	$+\frac{5wl^4}{384EI}$ at C
(i)		0 at A, B, C	$+\frac{wl^4}{384EI}$ at C