
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2004/2005

Oktober 2004

EMM 331/3 – MEKANIK PEPEJAL

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat dan **ENAM (6)** soalan yang bercetak serts **SATU (1)** halaman lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan.

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

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru. Setiap soalan boleh dijawab sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.

LAMPIRAN

1. Formula untuk Mekanik Pepejal [1 mukasurat]

- S1. [a] Dengan menggunakan lakaran, terangkan tahap-tahap rayapan dalam logam dan dalam plastik. Nyatakan perbezaan di antara kedua-duanya.

With the aid of sketches, explain various stages of creep in metal and in plastic. Clearly highlight their differences.

(30 markah)

- [b] Data kemusnahan rayapan yang direkodkan untuk keluli aloi yang diuji pada beberapa nilai tegasan dan suhu ditunjukkan dalam Jadual S1[b].

Jika komponen yang diperbuat daripada bahan ini diperlukan untuk tahan selama 12 000 jam pada suhu 660 °C, apakah tegasan maksimum yang dibenarkan? Pemalar "a" dalam persamaan Larsen-Miller ialah 20.

Jadual S1[b]
Table Q1[b]

Suhu (Temperature) (°C)	Tegasan (Stress) (MN/m ²)	Masa Kegagalan (jam) Time to failure (hr)
500	300	4724
600	200	570
700	100	297
800	60	95.3
1000	30	8.6

Creep rupture data was recorded for an alloy steel when it was tested at a range of stresses and temperatures as shown in Table Q1 [b].

If a component made from this material is required to last at least 12 000 hours at a temperature of 660 °C what is its maximum permissible stress? The constant "a" in the Larsen-Miller parameter is 20.

(70 markah)

- S2. [a] (i) Terangkan dengan lakaran maksud 'lenturan simetri' dan 'lenturan tidak simetri' dengan merujuk kepada rasuk.

Explain, with sketches, the terms 'symmetric bending' and 'unsymmetric bending' with references to beams.

- (ii) Nyatakan keadaan-keadaan berlakunya lenturan tidak simetri.

State the circumstances under which unsymmetric bending arises.

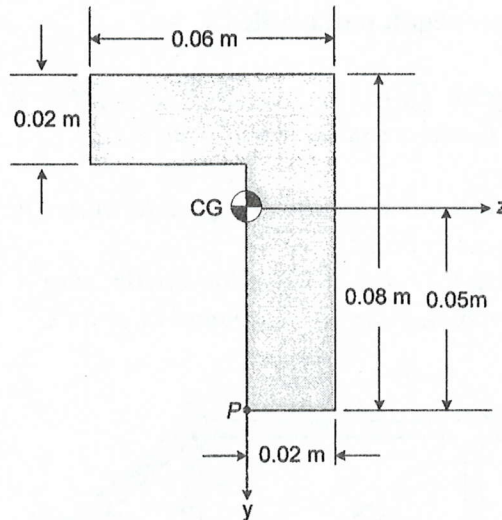
(20 markah)

- [b] Pada sesuatu kedudukan, sebuah rasuk dengan keratan rentas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S2[b] dikenakan momen $M = -400 \hat{k}$ N-m disekitar paksi z.

- (i) Tentukan tegasan normal pada titik P.
(ii) Tentukan paksi neutral.

At a particular position, a beam with the cross section shown in Figure Q2[b] is subjected to a moment $M = -400 \hat{k}$ N-m about the z axis.

- Determine the resulting normal stress at point P.
- Locate the neutral axis.



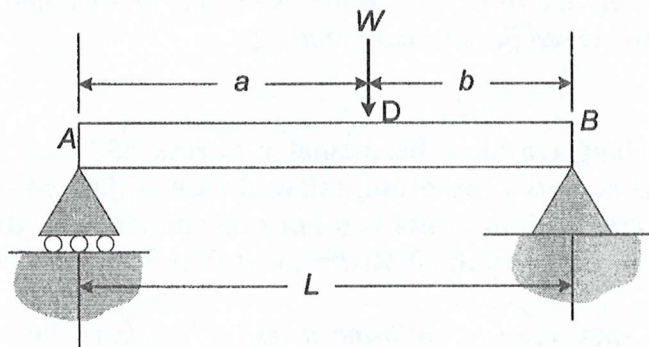
Cross section

Rajah S2[b]
Figure Q2[b]

(80 markah)

- S3. [a] Sebuah rasuk mudah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S3[a] dikenakan daya tumpuan W pada jarak a daripada sokongan A dan jarak b daripada sokongan B. Terbitkan satu ungkapan untuk pesongan rasuk di titik D dengan menggunakan kaedah tenaga.

A simply supported beam Figure Q3[a] carries a concentrated load W at a distance a from the support A and distance b from support B. Derive an expression for the deflection of the beam at D by using energy method.

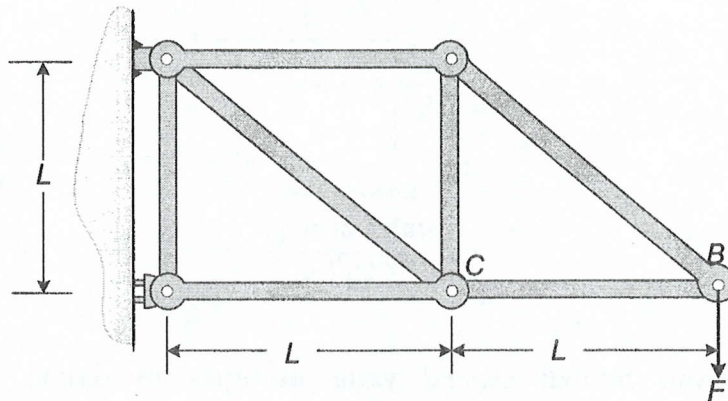
Rajah S3[a]
Figure Q3[a]

(40 markah)

- [b] Kekuda yang ditunjukkan dalam Rajah S3[b] dikenakan daya F pada B. Setiap anggota mempunyai modulus elastik E dan luas keratan rentas A .
- (i) Dengan menggunakan teorem Castigliano, terbitkan ungkapan komponen anjakan menegak pada titik C.
- (ii) Jika $F = 5 \text{ kN}$, $L = 1.5 \text{ m}$, $E = 200 \text{ GN/m}^2$ dan $A = 500 \text{ mm}^2$, kirakan anjakan menegak pada titik C.

The truss in Figure Q3[b] is subjected to a force F at B. Each member has elastic modulus E and cross-sectional area A .

- (i) *Use Castigliano's theorem to determine the vertical component of displacement at point C.*
- (ii) *If $F = 5 \text{ kN}$, $L = 1.5 \text{ m}$, $E = 200 \text{ GN/m}^2$ dan $A = 500 \text{ mm}^2$, determine the vertical component of displacement at point C.*



Rajah S3[b]
Figure Q3[b]

(60 markah)

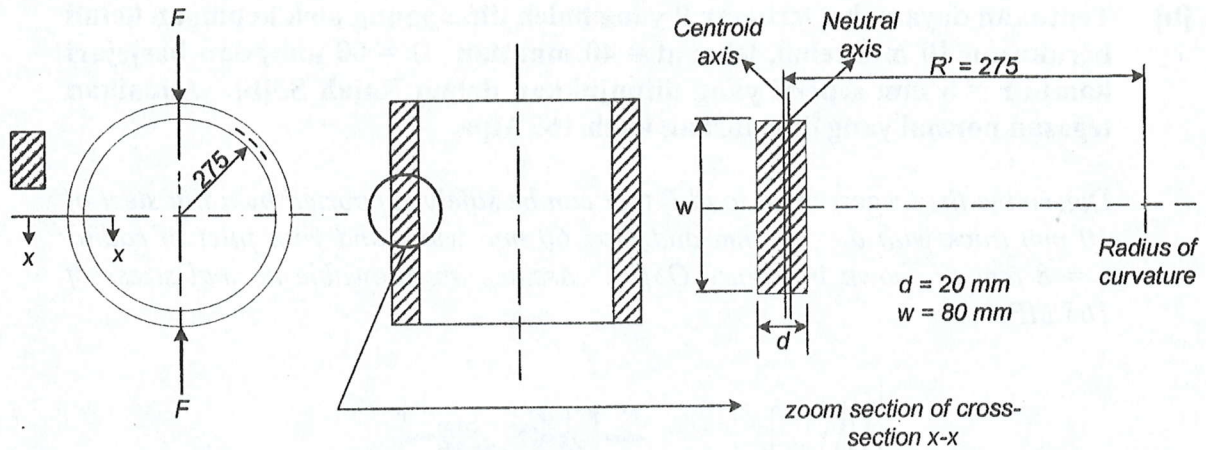
- S4. [a] Terangkan dengan ringkas perbezaan kelakuan dan kaedah analisis rasuk lenturan lurus dan lengkung.

Explain briefly the difference in the behaviour and method of analysis between straight and curved beams under loading.

(30 markah)

- [b] Sebuah gelang tentukur berdiameter purata 550 mm dan keratan rentas empat segi seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S4[b] digunakan untuk kalibrasi mesin ujian. Jika tegasan maksimum yang dibenarkan dibawah tegangan diameter ialah 50 MN/m^2 , tentukan beban maksima kalibrasi.

A proving ring, used to calibrate a testing machine, has a mean diameter of 550 mm and a rectangular cross sectional section as shown in Figure Q4[b]. If the maximum permitted stress under diametral tension is 50 MN/m^2 , determine the maximum calibration load.



Rajah S4[b]
Figure Q4[b]

(70 markah)

S5. [a] Keadaan tegasan satah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S5[a] berlaku pada komponen mesin yang diperbuat daripada keluli yang mempunyai tegasan alah $\sigma_y = 310$ MPa. Dengan menggunakan kriteria tenaga herotan maksimum, tentukan sama ada alah berlaku apabila

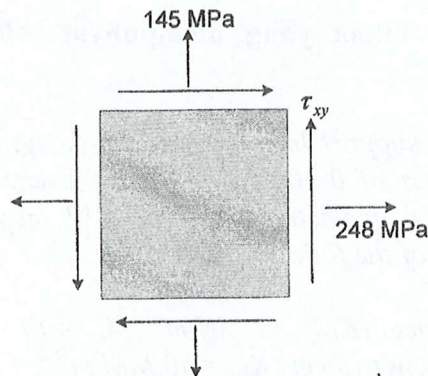
- (i) $\tau_{xy} = 12$ MPa
- (ii) $\tau_{xy} = 124$ MPa
- (iii) $\tau_{xy} = 138$ MPa

Jika alah tidak berlaku, tentukan faktor keselamatan yang berkenaan.

The state of plane stress shown in Figure Q5[a] occurs in a machine component made of a steel with yield stress of $\sigma_y = 310$ MPa. Using the maximum-distortion-energy criterion, determine whether yielding occurs when

- (i) $\tau_{xy} = 12$ MPa
- (ii) $\tau_{xy} = 124$ MPa
- (iii) $\tau_{xy} = 138$ MPa

If yielding does not occur, determine the corresponding factor of safety.

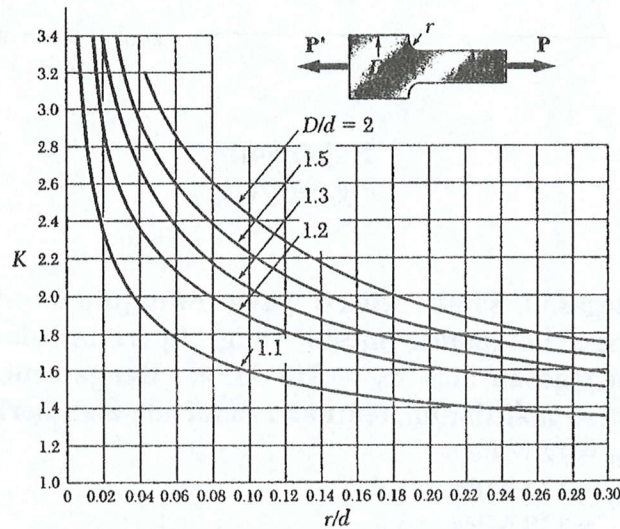


Rajah S5[a]
Figure Q5[a]

(60 markah)

- [b] Tentukan daya paksi terbesar P yang boleh ditanggung oleh kepingan keluli berukuran 10 mm tebal, lebar $d = 40$ mm dan $D = 60$ mm, dan berjejari kambi $r = 8$ mm seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S5[b]. Andaikan tegasan normal yang dibenarkan ialah 165 Mpa.

Determine the largest axial load P that can be safely supported by a flat steel of 10 mm thick with $d = 40$ mm and $D = 60$ mm wide, and with fillet of radius $r = 8$ mm as shown in Figure Q5[b]. Assume an allowable normal stress of 165 MPa.



Rajah S5[b]
Figure Q5[b]

(40 markah)

- S6. [a] Satu pendakap untuk sebuah pengandung tekanan akan direka supaya ia dapat menahan tegasan turun naik 0-500 MN/m² sekali setiap hari selama 25 tahun. Jika untuk situasi beban ini, faktor geometri 1.12 boleh diandaikan, tentukan saiz retak kritikal bagi bahan berikut:

- 'maraging steel' ($K_{Ic} = 82 \text{ MN/m}^{-1.5}$, $C = 0.15 \times 10^{-11}$, $m = 4.1$)
- 'medium strength steel' ($K_{Ic} = 50 \text{ MN/m}^{-1.5}$, $C = 0.24 \times 10^{-11}$, $m = 3.3$)

Nyatakan keluli mana yang mempunyai toleransi yang besar kepada kecacatan.

A pressure vessel support bracket is to be designed so that it can withstand a tensile cyclic stress of 0-500 MN/m² once every day for 25 years. If in this loading situation a geometry factor of 1.12 may be assumed, determine the critical crack size of the following:

- a maraging steel ($K_{Ic} = 82 \text{ MN/m}^{-1.5}$, $C = 0.15 \times 10^{-11}$, $m = 4.1$)
- a medium strength steel ($K_{Ic} = 50 \text{ MN/m}^{-1.5}$, $C = 0.24 \times 10^{-11}$, $m = 3.3$)

State which steel would have the greater tolerance to intrinsic defect.

(40 markah)

- [b] Sebuah syaf berkeratan rentas bulat dikenakan momen lentur malar 1500 Nm dan dikenakan momen lentur berubah 1000 Nm secara serentak pada tempat yang sama (supaya jumlah momen berubah-ubah di antara 2500 Nm dan 500 Nm).
- (i) Kirakan garispusat syaf jika faktor keselamatan ialah 2.5.
 - (ii) Kirakan garispusat syaf jika penumpuan tegasan dibenarkan dengan faktor pengurangan kekuatan lesu ialah 2.

Tegasan alah untuk bahan tersebut ialah 210 MN/m^2 dan had kelesuan dalam lentur ialah 170 MN/m^2 . Gunakan persamaan Soderberg.

A shaft of circular cross-section is subjected to a steady bending moment of 1500 Nm and simultaneously to an alternating bending moment of 1000 Nm in the same place (so that the total moment fluctuates between 2500 Nm and 500 Nm).

- (i) *Calculate the necessary diameter of the shaft if the factor of safety is to be 2.5.*
- (ii) *Calculate the diameter of the shaft if stress concentrations are to be allowed for with a fatigue strength reduction factor of 2.*

The yield stress of the material is 210 MN/m^2 and the fatigue limit in bending is 170 MN/m^2 . Use the Soderberg equation.

(60 markah)

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

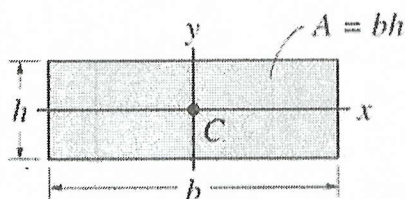
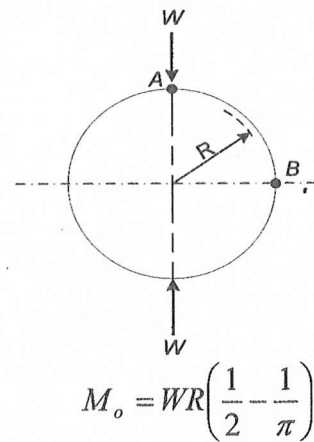
Unsymmetrical and curved bending

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

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

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

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



Rectangular area

$$I_x = \frac{1}{12} bh^3$$

$$I_y = \frac{1}{12} hb^3$$