
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2005/2006

November 2005

EBB 334/4 - Metalurgi Mekanikal

Masa : 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEBELAS** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi **ENAM** soalan.

Jawab **LIMA** soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Semua soalan mesti dijawab dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. [a] Dapatkan keliatan (atau tenaga untuk menyebabkan pecah) untuk logam yang mengalami kedua-dua ubahbentuk elastik dan plastik. Andaikan persamaan $\sigma = E\varepsilon$ untuk ubahbentuk elastik, dengan modulus elastik adalah 172 GPa, dan ubahbentuk elastik berhenti pada terikan sebanyak 0.01. Untuk ubahbentuk plastik, andaikan bahawa perhubungan di antara tegasan dan terikan adalah dijelaskan oleh persamaan $\sigma_T = K\varepsilon_T^n$, dalam mana nilai bagi K dan n adalah 6900 MPa dan 0.30. Seterusnya, ubahbentuk plastik berlaku di antara nilai 0.01 dan 0.75, pada titik pecah berlaku.

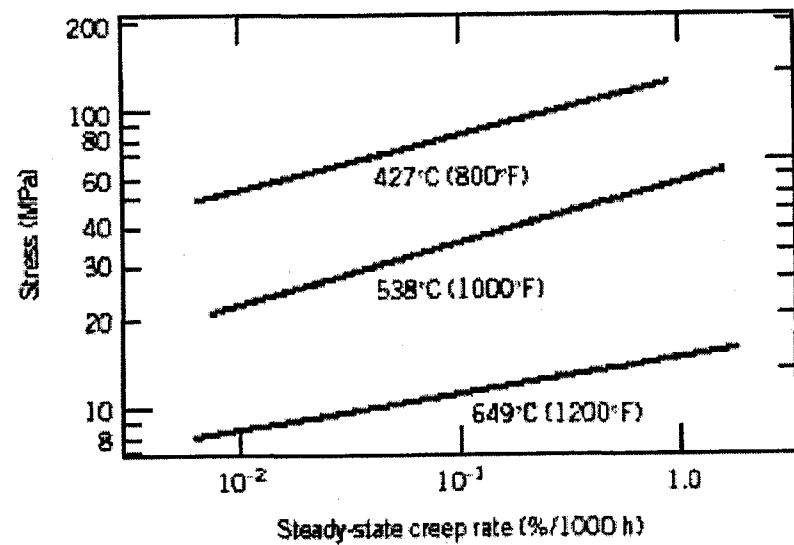
Find the toughness (or energy to cause fracture) for a metal that experiences both elastic and plastic deformation. Assume Equation $\sigma = E\varepsilon$ for elastic deformation, that the modulus of elasticity is 172 GPa, and that elastic deformation terminates at a strain of 0.01. For plastic deformation, assume that the relationship between stress and strain is described by Equation $\sigma_T = K\varepsilon_T^n$, in which the values for K and n are 6900 MPa and 0.30, respectively. Furthermore, plastic deformation occurs between strain values of 0.01 and 0.75, at which point fracture occurs.

(50 markah)

- [b] Saiz asal bagi spesimen aloi karbon-nikel rendah berbentuk silinder (Rajah 1) ialah 18 mm diameter dan 635 mm panjang, kirakan beban tegangan yang diperlukan untuk menghasilkan jumlah pemanjangan sebanyak 6.4 mm selepas 5000 jam pada 427°C (1000°F). Andaikan bahawa jumlah pemanjangan rayapan seketika dan primer adalah 1.8 mm.

For a cylindrical low carbon-nickel alloy specimen (Figure 1) originally 18 mm in diameter and 635 mm long, calculate tensile load which is necessary to produce a total elongation of 6.4 mm after 5000 h at 427°C (1000°F)? Assume that the sum of instantaneous and primary creep elongations is 1.8 mm.

...3/-



Rajah 1 - Tegasan (Skala Log) melawan Kadar Rayapan Keadaan Mantap untuk Keluli karbon-nikel rendah.

Figure 1 - Stress (Log Scale) Vs. Steady State Creep Rate (Log Scale) for low carbon -nickel steel.

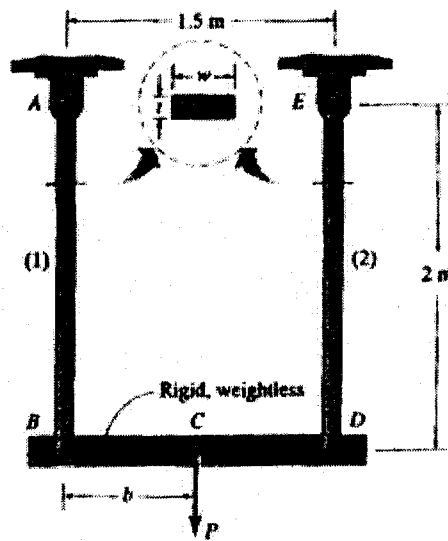
(50 markah)

2. Suatu bim BD yang tegar tanpa-berat menyokong beban P dan ianya disokong oleh dua rod tergantung, (1) dan (2), seperti di dalam Rajah 2. Rod-rod pada permulaannya mempunyai panjang yang sama, $L = 2$ m dan diperbuat daripada bahan yang sama. Keratan rentas segiempatnya mempunyai dimensi asal ($w_1 = 40$ mm, $t_1 = 20$ mm) dan ($w_2 = 50$ mm, $t_2 = 25$ mm), masing-masing. $L_{BD} = 1.5$ m.
- Pada lokasi apakah, b, beban P mesti bertindak jika bar tegar BD hendak dipastikan mendatar apabila beban dikenakan?
 - Jika terikan longitudinal dalam rod pengantung adalah $\epsilon_1 = \epsilon_2 = 500\mu$. Apabila beban adalah $P = 205$ kN, apakah nilai bagi modulus elastik, E ?
 - Jika kenaan beban P dalam keadaan penerangan dalam bahagian (a) dan (b) di atas menyebabkan dimensi w_2 bagi pengantung rod (2) berkurangan daripada 50 mm kepada 49.9918 mm, apakah nilai nisbah Poisson's, untuk bahan ini?

...4/-

A rigid, weightless beam BD supports a load P and being supported by two hanger rods, (1) and (2), as shown in Figure 2. The rods are initially the same length $L = 2\text{ m}$ and are made of the same material. Their rectangular cross sections have original dimensions ($w_1 = 40\text{ mm}$, $t_1 = 20\text{ mm}$) and ($w_2 = 50\text{ mm}$, $t_2 = 25\text{ mm}$), respectively. $L_{BD} = 1.5\text{ m}$.

- At what location, b , must the load P act if the rigid bar BD is to remain horizontal when the load is applied?
- If the longitudinal strain in the hanger rods is $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 500\mu$. When the load is $P = 205\text{ kN}$, what is the value of the modulus of elasticity, E ?
- If application of load P in the manner described in Parts (a) and (b) above causes the dimension w_2 of hanger rod (2) to be reduced from 50 mm to 49.9918 mm , what is the value of Poisson's ratio, for this material?



Rajah 2
Figure 2

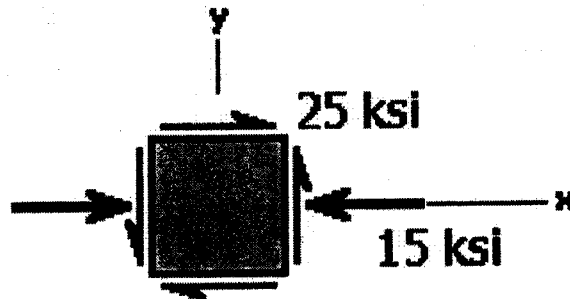
(100 markah)

...5/-

3. [a] Adakah teori ricihan-tegangan-maksimum bagi kegagalan menjangkakan kegagalan (alahan) jika komponen tertunjuk bagi tegangan planar berlaku pada titik dalam struktur besi, Rajah 3? Adakah teori tenaga-herotan-maksimum menjangkakan kegagalan bagi tegangan-tegangan ini? Andaikan besi mempunyai kekuatan alah, $\sigma_y = 50$ ksi.

Would the maximum-shear-stress theory of failure predict failure (yielding) if the indicated components of plane stress occurred at a point in a steel structural member in Figure 3? Would the maximum-distortion-energy theory predict failure for these stresses? Assume the steel has a yield strength of $\sigma_y = 50$ ksi.

(50 markah)



Rajah 3
Figure 3

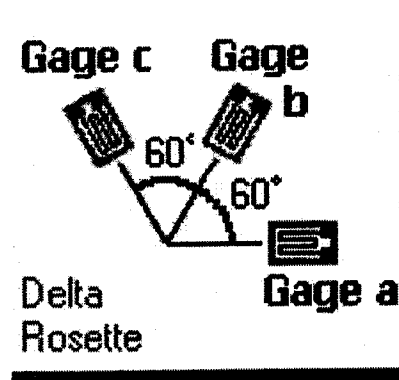
- [b] Pada titik jasad boleh-ubahbentuk, terikan $\epsilon_a = 250 \mu$, $\epsilon_b = 100 \mu$, dan $\epsilon_c = -150 \mu$ adalah diukur menggunakan rosette segi-sama (juga dikenali sebagai rosette delta) Rajah 4.
- Tentukan komponen-komponen terikan ϵ_x , ϵ_y , dan γ_{xy} .
 - Menggunakan bulatan Mohr's, tentukan terikan principal ϵ_1 dan ϵ_2 .
 - Tentukan orientasi bagi paksi terikan-prinsipal relatif kepada orientasi pengukur "a".
 - Mengandaikan $E = 10,000$ ksi dan, tentukan tegangan-tegangan principal dan tegangan ricih maksimum dalam gage planar.

...6/-

At a point on a deformable body, the strains $\varepsilon_a = 250 \mu$, $\varepsilon_b = 100 \mu$, and $\varepsilon_c = -150 \mu$ were measured using a 60° equiangular rosette (also known as a delta rosette) as shown in Figure 4.

- Determine the strain components ε_x , ε_y , and γ_{xy} .
- Using Mohr's circle, determine the principal strains ε_1 and ε_2 .
- Determine the orientation of the principal-strain axes relative to the orientation of gage "a".
- Assuming $E = 10,000$ ksi and $\nu = 0.33$, determine the principal stresses and the maximum shear stress in the plane of the gage.

(50 markah)



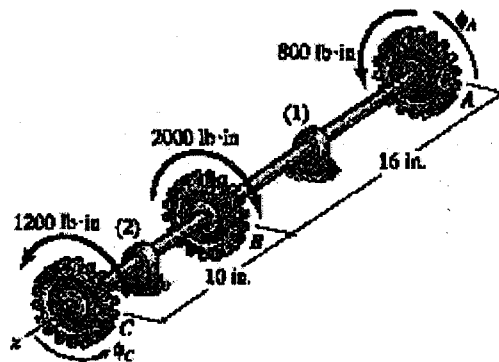
Rajah 4

Figure 4

4. [a] Suatu aci keluli seragam berdiameter 1 in ($G = 12 \times 10^6$ psi) adalah disokong oleh gelas tak-bergerak dan ianya digunakan untuk menghantar tork daripada gear B kepada gear pada A dan C seperti ditunjukkan pada Rajah 5.
- (a) Tentukan tegasan ricih maksimum dalam elemen (1), (iaitu segmen AB) dan tegasan ricih maksimum dalam element (2).
- (b) Tentukan putaran relatif di antara kedua-dua hujung, iaitu, tentukan $f_{C/A} = f_C - f_A$.

A uniform 1-in.-diameter steel shaft ($G = 12 \times 10^6$ psi) is supported by motionless bearings and is used to transmit torques from gear B to gears at A and C as shown in Figure 5.

- (a) *Determine the maximum shear stress in element (1), (i.e., in segment AB), and the maximum shear stress in element (2).*
- (b) *Determine the relative rotation between the two ends; that is, determine $f_{C/A} = f_C - f_A$.*



Rajah 5

Figure 5

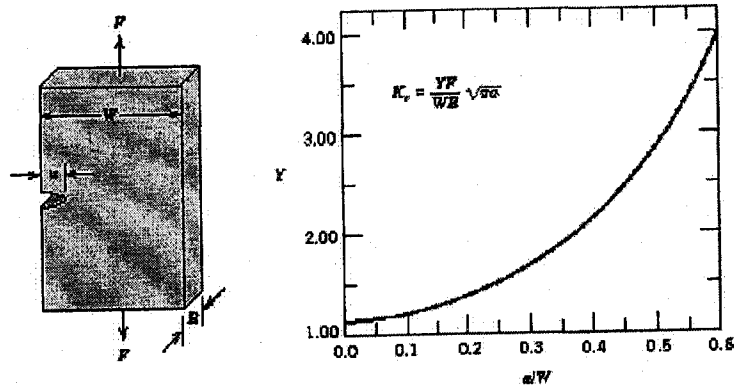
(50 markah)

...8/-

- [b] Pertimbangkan suatu plat keluli mempunyai retakan ketebalan di sepanjang hujung sama seperti ditunjukkan oleh Rajah 6. Jika diketahui bahawa panjang retakan minimum terkesan adalah 3 mm. tentukan lebar plat boleh-terima minimum dengan mengandaikan keliatan patah terikan planar adalah $65.0 \text{ MPa m}^{1/2}$, dan kekuatan alah adalah 1000 MPa, dan plat adalah akan dibebankan dengan satu setengah daripada kekuatan alahnya.

Consider a steel plate having a through thickness edge crack similar to that shown in Figure 6. If it is known that the minimum crack length subject to detection is 3 mm, determine the minimum allowable plate width assuming a plane strain fracture toughness of $65.0 \text{ MPa m}^{1/2}$, and yield strength of 1000 MPa, and that the plate is to be loaded to one-half of its yield strength.

(50 markah)



Rajah 6 - Lengkok kalibrasi Y untuk tiga jenis retakan geometri plat ringkas.
Figure 6 - Y calibration curves for three simple crack plate geometries

5. [a] Pertimbangkan suatu plat rata bagi beberapa aloi logam yang akan didedahkan kepada kitaran tegangan mampatan berulang pada tegasan min adalah 25 MPa. Jika panjang retakan permukaan mula dan kritikal adalah 0.25 dan 5.0 masing-masing, dan nilai bagi m dan A adalah 4.0 dan 5×10^{-15} masing-masing (untuk $\Delta\sigma$ in MPa dan a dalam m), anggarkan tegasan tegangan maksimum kepada alahan bagi hayat lesu ialah 3.2×10^5 kitaran. Andaikan bahawa parameter Y mempunyai nilai 2.0, yang tidak bergantung dengan panjang retakan.

Consider a flat plate of some metal alloy that is to be exposed to repeat tensile compressive cycling in which the mean stress is 25 MPa. If the initial and critical surface crack lengths are 0.25 and 5.0 mm, respectively, and the values of m and A are 4.0 and 5×10^{-15} , respectively (for $\Delta\sigma$ in MPa and a in m), estimate the maximum tensile stress to yield a fatigue life of 3.2×10^5 cycles. Assume the parameter Y has a value of 2.0, which is independent of crack length.

(60 markah)

- [b] Takrifkan dengan bantuan gambarajah dan perhubungan formula di mana diperlukan?

- (1) Nisbah Poisson's
- (2) Hukum Hooke's Umum bagi bahan isotropik
- (3) Tegasan-tegasan Prinsipal dan Planar
- (4) Tegasan-tegasan Ricihan Maksimum dalam Planar.
- (5) Kriteria Alahan dalam Bahan Mulur
- (6) Kriteria Patah bagi Bahan Rapuh.
- (7) Tolok Terikan
- (8) Keliatan Patah

...10/-

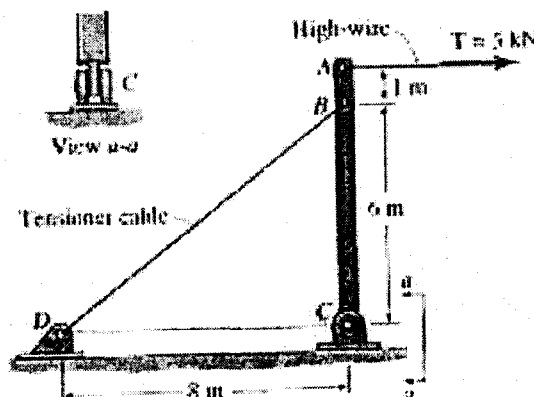
Define with aid of diagrams and formula relation whenever necessary?

- (1) *Poisson's Ratio*
- (2) *Generalized Hooke's law for isotropic materials*
- (3) *Principle Plane and Principle Stresses,*
- (4) *Maximum In Plane Shearing Stresses*
- (5) *Yield Criteria for Ductile Materials*
- (6) *Fracture Criteria for Brittle Materials*
- (7) *Strain Gages*
- (8) *Fracture toughness.*

(40 markah)

6. [a] Wayar tinggi untuk pertunjukan sarkas adalah dihubungkan kepada bim menegak AC dan ianya dibiarkan tegang oleh ketegangan kabel BD, seperti diillustrasikan dalam Rajah 7. Pada C, bim AC dihubungkan kepada *bolt* berdiameter 10 mm kepada pendakap seperti "View a-a". Tentukan purata tegasan ricih dalam *bolt* pada C jika tegangan dalam wayar-tinggi adalah 5 kN. (Andaikan bahawa wayar-tinggi adalah mendatar, dan abaikan berat AC)

The high-wire for a circus act is attached to a vertical beam AC and is kept taut by a tensioned cable BD, as illustrated in Figure 7. At C, the beam AC is attached by a 10mm-diameter bolt to the bracket shown in View a-a. Determine the average shear stress in the bolt at C if the tension in the high-wire is 5 kN. (Assume that the high-wire is horizontal, and neglect the weight of AC.)



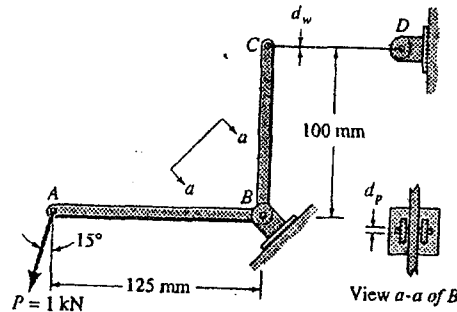
Rajah 7
Figure 7

(50 markah)

...11/-

- [b] Suatu pendakap bersudut ABC adalah dihalang oleh wayar keluli kekuatan tinggi CD. Dan ianya disokong oleh beban P pada A, sepertimana ditunjukkan pada Rajah 8. Sifat kekuatan bagi wayar dan ricihan pin pada B adalah $\sigma_Y = 350$ MPa (wayar), and $\tau_Y = 300$ MPa (pin pada B). Jika wayar dan pin adalah disaizkan untuk memberikan factor keselamatan terhadap alahan bagi wayar adalah $FS_{\sigma} = 3.3$ dan kirakan factor keselamatan terhadap kegagalan ricihan bagi pin, SF_{τ} , (kepada mm terdekat) dan pada pin (kepada mm terdekat).

An angle bracket ABC is restrained by a high strength steel wire CD, and it supports a load P at A, as shown in Figure 8. The strength properties of the wire and the shear pin at B are $\sigma_Y = 350$ MPa (wire), and $\tau_Y = 300$ MPa (pin at B). If the wire and pin are to be sized to provide a factor of safety against yielding of the wire of $FS_{\sigma} = 3.3$ and calculate the factor of safety against ultimate shear failure of the pin of SF_{τ} (to the nearest mm) and the pin (to nearest mm)?



Rajah 8

Figure 8

(50 markah)