

SULIT



First Semester Examination
2024/2025 Academic Session

February 2025

EBB 346 – Kelakuan Mekanik Bahan
[Mekanikal Behaviour of Materials]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please check that this examination paper consists of NINE (9) pages of printed material before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEMBILAN (9) muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini].

Instructions : Answer **FIVE (5)** questions. **PART A is COMPULSORY**. Answer any **TWO (2)** questions from PART B. All questions carry the same marks.

[Arahan : Jawab LIMA (5) soalan. **Bahagian A WAJIB dijawab**. Jawab mana-mana **DUA (2)** soalan dari BAHAGIAN B. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai].

...2/-

SULIT

PART A / BAHAGIAN A

(1). (a). Explain the following items;
Terangkan perkara di bawah;

(i). Toughness and %Elongation
Kekakuan dan %Kemuluran

(ii). Ductile to Brittle Transition Temperature (DBTT)
Suhu Peralihan Mulur kepada Rapuh (DBTT)

(iii). Charpy Testing
Ujian Charpy

(iv). Torsion
Kilasan

(10 marks/markah)

(b). An aluminum pipe must not stretch more than 0.05 mm when it is subjected to a tensile load. Knowing that $E = 10.1$ GPa and that the maximum allowable normal stress is 14 GPa, determine (a) the maximum allowable length of the pipe and (b) the required area of the pipe if the tensile load is 130 MPa

Paip aluminium tidak boleh meregang lebih daripada 0.05 mm apabila ia dikenakan beban tegangan. Mengetahui bahawa $E = 10.1$ GPa dan tegasan normal maksimum yang dibenarkan ialah 14 GPa, tentukan (a) panjang maksimum paip yang dibenarkan dan (b) luas paip yang diperlukan jika beban tegangan ialah 130 MPa

(10 marks/markah)

...3/-

- (2). (a). Briefly explain the needs of Larson-Miller parameter in creep measurement

Terangkan secara ringkas keperluan parameter Larson-Miller di dalam pengukuran rayapan

(4 marks/markah)

- (b). If the secondary creep rate recorded in the tests at the same stress for copper alloy are $\dot{\epsilon}_1 = 1.95 \times 10^{-8} \text{ s}^{-1}$ and $\dot{\epsilon}_2 = 3.80 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ at temperature $T_1 = 608\text{K}$ and $T_2 = 774\text{K}$ respectively, compute the activation energy for creep of copper alloy. Given R is $8.314 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$. How does the activation energy influenced the creep process in this situation?

Jika kadar rayapan sekunder direkodkan untuk ujian dengan nilai tegasan yang sama bagi aloi kuprum adalah $\dot{\epsilon}_1 = 1.95 \times 10^{-8} \text{ s}^{-1}$ dan $\dot{\epsilon}_2 = 3.80 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ pada suhu $T_1 = 608\text{K}$ dan $T_2 = 774\text{K}$ masing-masing, kirakan nilai tenaga pengaktifan untuk rayapan bagi aloi kuprum. Diberi nilai R ialah $8.314 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$. Bagaimanakah tenaga pengaktifan mempengaruhi proses rayapan di dalam situasi ini?

(6 marks/markah)

- (c). Indicate whether the following statement are correct or incorrect and justify each answer.

Tentukan samada kenyataan berikut betul atau salah dan berikan kewajaran kepada setiap jawapan tersebut.

- (i). The machining method used on a component has no effect on fatigue life.

Kaedah pemesinan yang digunakan pada komponen tidak mempunyai kesan terhadap hayat lesu.

...4/-

- (ii). Fatigue strength is defined as the largest value of fluctuating stress that will not cause a failure for essentially an infinite number of cyclic.

Kekuatan lesu ditakrifkan sebagai nilai tegasan berubah-ubah terbesar yang tidak akan menyebabkan kegagalan bagi bilangan kitaran tak terhingga.

- (iii). Mechanical stress from external source needs to be present at high temperature to induce thermal fatigue.

Tegasan mekanikal dari sumber luaran diperlukan pada suhu tinggi bagi menghasilkan kelesuan terma

- (iv). Crack initiation for fatigue failure could be estimated using Paris law equation.

Permulaan pembentukan retak untuk kegagalan lesu boleh dianggarkan berasaskan persamaan hukum Paris.

(10 marks/markah)

- (3). (a). Failure analysis on a steel gear exhibits worn surface as shown in Figure1. Propose how this wear mechanism develops and suggest preventive action to avoid similar failure in future.

Analisis kegagalan pada gear keluli menunjukkan permukaan yang haus seperti dipamer dalam Rajah 1. Cadangkan bagaimana mekanisme haus ini berkembang dan cadangkan tindakan pencegahan untuk mengelakkan kegagalan yang serupa pada masa hadapan.

(14 marks/markah)

...5/-



Figure 1 : Worn steel gear

Rajah 1 : Gear keluli terhaus

- (b). Describe how wear occurs in rolls during hot and cold rolling and its impacts on the operational efficiency.

Huraikan bagaimana haus berlaku pada logam gelek semasa gelekkan panas dan sejuk serta impaknya terhadap kecekapan operasi.

(6 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

- (4). (a). Summarize 4 common hardness testing techniques and give their condition of use.

Ringkaskan 4 teknik ujian kekerasan biasa dan berikan keadaan penggunaannya.

(10 marks/markah)

- (b). The 4-mm-diameter cable BC is made of a steel with $E = 200 \text{ GPa}$. Knowing that the maximum stress in the cable must not exceed 190 MPa and that the elongation of the cable must not exceed 6 mm , solve the maximum load P that can be applied as shown.

Kabel BC berdiameter 4 mm diperbuat daripada keluli dengan $E = 200 \text{ GPa}$. Mengetahui bahawa tegasan maksimum dalam kabel mestilah tidak melebihi 190 MPa dan bahawa pemanjangan kabel tidak boleh melebihi 6 mm , kirakan beban maksimum P yang boleh dikenakan seperti yang ditunjukkan.

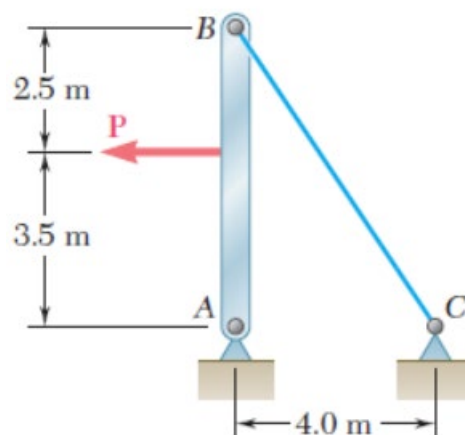


Figure 2: Cable ABC / Rajah 2 : Kabel ABC

(10 marks/markah)

...7/-

- (5). (a). Briefly describe how crazing process precedes to fracture for polymeric materials.

Terangkan secara ringkas bagaimana proses 'crazing' menyebabkan patah berlaku terhadap bahan polimer.

(8 marks/markah)

- (b). Some aircraft component is fabricated from an aluminium alloy that has a plane strain fracture toughness of $35 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$. It has been determined that fracture results at a stress of 250 MPa when the critical internal crack length is 2.0 mm. For this same component and alloy, examine whether fracture will occur at a stress level of 320 MPa when the critical internal crack length is 1.1 mm. Explain your answer.

Sesetengah komponen pesawat difabrikasi daripada aloi aluminium dengan nilai keliatan patah terikan satah $35 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$. Ia telah ditentukan patah berlaku apabila nilai tegasan mencapai 250 MPa apabila panjang retak kritikal dalaman ialah 2.0 mm. Bagi komponen dan aloi yang sama, adakah patah akan berlaku pada tegasan 320 MPa apabila panjang retak kritikal dalaman ialah 1.1 mm. Terangkan jawapan anda.

(6 marks/markah)

- (c). Write a short review for any 2 (two) of the following statements:

Tuliskan nota ringkas untuk sebarang 2 (dua) daripada pernyataan berikut:

- (i). Methods to determine the fracture toughness of materials.

Kaedah bagi menentukan keliatan patah sesuatu bahan

- (ii). Highly ductile fracture formation for glass materials

Pembentukan patah sangat mulur untuk bahan kaca

- (iii) Crack propagation for intergranular fracture

Perambatan retak bagi patah antara butir

- (iv) Effect of specimen thickness to K_{IC} value

Kesan ketebalan spesimen terhadap nilai K_{IC}

(6 marks/markah)

- (6). (a). Explain the importance of flow stress in determining forming forces during metal working to reduce energy consumption, tool wear, and material waste.

Terangkan kepentingan aliran tegasan dalam menentukan daya pembentukan semasa kerja logam bagi mengurangkan penggunaan tenaga, haus perkakas dan sisa bahan.

(6 marks/markah)

- (b). Compare the use of cold working and hot working in the production of automotive components.

Bandingkan penggunaan kerja sejuk dan kerja panas dalam pengeluaran komponen automotif.

(4 marks/markah)

- (c). Describe how can annealing processes be optimized to balance ductility and strength in such applications.

Terangkan bagaimana proses sepulindap boleh dioptimumkan untuk mengimbangkan kemuluran dan kekuatan dalam aplikasi tersebut.

(6 marks/markah)

- (d). A tensile bar is machined so that the diameter at one location (b), is 1% smaller than that for the rest of the bar (a) as shown in Figure 3. The bar is tested at high temperature, so strain-hardening is negligible, but the strain-rate exponent is 0.25. Calculate the strain in the larger region when the strain in the reduced region is 0.20.

Satu bar tegangan dimesinkan supaya diameter pada satu lokasi (b) lebih kecil sebanyak 1% berbanding lokasi lain (a) seperti yang dipamerkan dalam Rajah 3. Bar tersebut diuji pada suhu tinggi supaya pengerasan terikan boleh diabaikan, manakala eksponen kadar terikan ialah 0.25. Kirakan terikan di kawasan yang besar apabila terikan dalam kawasan yang dikecilkan menjadi 0.20.

(4 marks/markah)

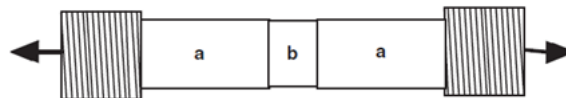


Figure 3 / *Rajah 3* : Tensile bar with different cross-section diameter / *Bar tegangan dengan diameter keratan rentas berbeza.*

-oooOooo-