

SULIT



Second Semester Examination
Academic Session 2020/2021

July 2021

EBB 123 – Basics Mechanical Behaviour of Materials
[Asas-Asas Kelakuan Mekanik Bahan]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains **FOURTEEN** (14) printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi EMPAT BELAS (14) muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

Instructions : Answer **FIVE (5)** questions. **PART A is COMPULSORY.** Answer **ONE** question from PART B, C and D. All questions carry the same marks.

[Arahan : Jawab **LIMA (5)** soalan. **Bahagian A WAJIB dijawab.** Jawab **SATU** soalan dari Bahagian B, C dan D. 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). Define safety factor with an equation and list down 4 considerations of safety factors.

Takrifkan faktor keselamatan dengan satu persamaan dan senaraikan 4 pertimbangan untuknya.

(4 marks/markah)

- (b). For each of the following pairs, indicate which one will be more ductile, and provide a brief (one sentence) explanation as to why:

Untuk setiap pasangan berikut, nyatakan yang mana lebih mulur, dan berikan penjelasan ringkas (satu ayat) mengapa:

- (i). Pure aluminum, or aluminum with Al_2O_3 particles.
Aluminium tulen, atau aluminium dengan zarah Al_2O_3 .
- (ii). Semicrystalline PET at room temperature, or semicrystalline PET at $100^\circ C$; for PET $T_g = 80^\circ C$, $T_m = 280^\circ C$.

PET semihablur pada suhu bilik, atau PET semihablur pada suhu $100^\circ C$; untuk PET $T_g = 80^\circ C$, $T_m = 280^\circ C$.

(7 marks/markah)

- (c). A hollow type cast iron column has internal diameter of 250 mm. Compute what should be the minimum external diameter so that it may carry a load of 1.8 MN without the stress exceeding $90N/mm^2$.

...3/-

Suatu tiang jenis geronggang diperbuat dari besi tuang mempunyai diameter dalam 250 mm. Tentukan berapakah nilai minimum diameter luar tiang ini supaya beban sebanyak 1.8 MN dapat ditampung tanpa melebihi nilai tegasan sebanyak 90 N/mm².

(7 marks/markah)

- (2). (a). Name 2 types of normal stress.

Namakan 2 jenis tegasan normal.

(4 marks/markah)

- (b). A steel cable with circular cross-section is determined to have a maximum applied load of 535 kN. The yield strength of the steel is 1200 MPa. Given a design factor of 1.9, what should the radius of the cable be?

Kabel keluli dengan keratan rentas berbentuk bulat ditentukan untuk mempunyai beban keaan maksimum 535 kN. Kekuatan alah keluli adalah 1200 MPa. Dengan faktor reka bentuk 1.9, berapakah jejari kabel?

(8 marks/markah)

- (c). Briefly explain how thermal shock will occur and its consequences to properties of materials

Terangkan secara ringkas bagaimanakah kejutan termal boleh berlaku dan kesannya terhadap sifat bahan

(8 marks/markah)

...4/-

PART B / BAHAGIAN B

- (3). (a). Express definition of axial stress and strain each by an equation
Nyatakan definisi tegasan dan terikan paksi dengan persamaan untuk setiap satu.

(2 marks/markah)

- (b). The steel tie bar shown is to be designed to carry a tension force of magnitude $P = 120$ kN when bolted between double brackets at A & B. The bar will be fabricated from 20-mm-thick plate stock. For the grade of steel to be used, the maximum allowable stresses are:

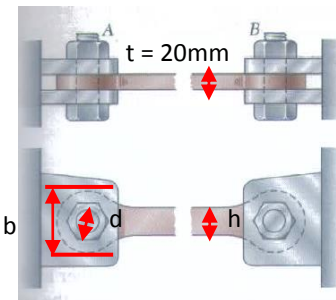


Figure 3 (a)

$$\sigma = 175\text{MPa}, \tau = 100\text{MPa}, \sigma_b = 350\text{MPa}.$$

Palang keluli seperti ditunjukkan direkabentuk untuk membawa daya tegangan bermagnitud $P=120\text{kN}$ semasa diikat antara dua brackets A & B. Palang tersebut akan difabrikasikan daripada stok plat berketebalan 20-mm. Tegangan maksima yang dibenarkan untuk gred keluli dipakai adalah masing-masingnya :

$$\sigma = 175\text{MPa}, \tau = 100\text{MPa}, \sigma_b = 350\text{MPa}.$$

Using same materials for all the components without the needs to consider about safety factor, design the tie bar by determining the required values of:

Dengan menggunakan bahan yang sama tanpa mengirakan faktor keselamatan, rekabentukkan palang dengan menentukan nilai yang diperlukan

...5/-

- (i). The diameter **d** of the bolt & check if the bearing stress is exceeded for the proposed diameter

Diameter, d untuk bolt dan semakkan samaada tegangan gelas telah melebihi daripada diameter yang dicadangkan

(8 marks/markah)

- (ii). The dimension **b** at each end of the bar

Dimensi b pada setiap hujung palang

(5 marks/markah)

- (iii). The dimension **h** of the bar

Dimensi h untuk palang

(5 marks/markah)

- (4). (a). Sketch a stress-strain diagram for low-carbon steel

Lakarkan gambarajah tegangan-terikan untuk keluli berkarbon rendah.

(4 marks/markah)

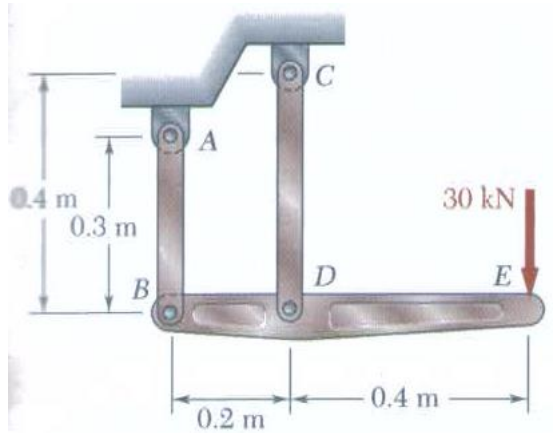
- (b). The rigid bar BDE is supported by two links AB & CD. Link AB is made of aluminum ($E=70\text{GPa}$) and has a cross sectional area of 500 mm^2 ; link CD is made of steel ($E=200\text{GPa}$) and has a cross-sectional area of 600 mm^2 . For the 30-kN force shown, determine the deflection of :

Palang tegar BDE disokong oleh dua penyambungan AB & CD. Penyambung AB diperbuat daripada aluninum ($E = 70\text{GPa}$) dan Penyambung CD diperbuat daripada ($E=200\text{GPa}$) mempunyai

...6/-

keratan rentas berkeluasan 600 mm^2 . Untuk daya 30-kN , tentukan pesongan :

- (i). B
- (ii). D



Figure/Gambarajah

(16 marks/markah)

...7/-

PART C / BAHAGIAN C

- (5). (a). Bond-force and bond-energy curves change depending on the strength of the bonds between atoms. Stainless steel has an elastic modulus of approximately 200 GPa, while aluminum has an elastic modulus of approximately 70 GPa. Sketch the bond-force and bond-energy curves for these two materials, clearly show the difference between the two.

Keluk daya-ikatan dan tenaga-ikatan berubah bergantung pada kekuatan ikatan antara atom. Keluli tahan karat mempunyai modulus elastik sekitar 200 GPa, sementara aluminium mempunyai modulus elastik sekitar 70 GPa. Lakarkan lengkungan daya-ikatan dan tenaga-ikatan untuk kedua-dua bahan ini, dengan jelas menunjukkan perbezaan antara keduanya.

(5 marks/markah)

- (b). (i). With an aid of suitable equation, describe how you can calculate the yield strength of a crystal in relation to its slip system.

Dengan bantuan persamaan yang sesuai, terangkan bagaimana anda dapat mengira kekuatan alah hablur dengan mengaitkan kepada sistem gelincirnya.

(2 marks/markah)

- (ii). In an FCC single crystal, slip is found to occur on the (111) plane in the [011] direction. A stress of 15 MPa applied along the [121] direction is just sufficient to cause slip to occur. What is the value of critical resolved shear stress for this condition?

...8/-

Dalam hablur tunggal FCC, gelincir didapati berlaku pada satah (111) pada arah [011]. Tegasan sebanyak 15 MPa yang dikenakan di sepanjang arah [121] cukup untuk menyebabkan gelincir berlaku. Apakah nilai tegasan ricih terlerai genting untuk keadaan ini?

(5 marks/markah)

- (c). A part made of 1045 steel is subject to a cyclic stress at a frequency of 7 Hz. If the stress amplitude is 0.35 GPa, how many hours will the part last before failing due to fatigue? Refer to Figure 1.

Bahagian yang diperbuat daripada keluli 1045 dikenakan tegangan kitaran pada frekuensi 7 Hz. Sekiranya amplitud tegasan ialah 0.35 GPa, berapakah masa (jam) bahagian tersebut akan bertahan sebelum gagal disebabkan lesu? Rujuk kepada Rajah 1.

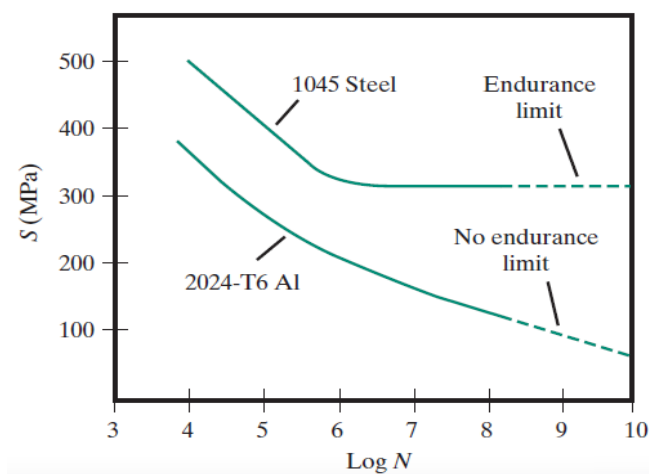


Figure 1. Comparison of S (Stress)– Number of cycle (N) curves for ferrous and nonferrous alloys.

Rajah 1. Perbandingan lengkung S (tegasan)–Bilangan kitaran (N) untuk aloi ferus dan bukan ferus.

(3 marks/markah)

...9/-

- (d). A ceramic bar of diameter $d_0 = 5$ mm has a fracture toughness $K_{1c} = 2.35$ MNm^{-3/2}. If this bar is subjected to a tensile force F of 1800 N, determine the maximum, permissible length l of an infinitely sharp crack both on the surface and inside the material before brittle fracture.

Suatu bar seramik berdiameter $d_0 = 5$ mm mempunyai nilai ketahanan patah $K_{1c} = 2.35$ MNm^{-3/2}. Sekiranya bar ini dikenakan daya tegangan F 1800 N, tentukan panjang maksima dibenarkan l bagi retak tajam tak terhingga pada permukaan dan di dalam bahan sebelum berlakunya patah rapuh.

(5 marks/markah)

- (6). (a) Describe two strengthening mechanisms for metal. In your answer, include a discussion on how the number of dislocations in a crystal affects its strength.

Terangkan dua mekanisma pengukuhan bagi logam. Dalam jawapan anda, sertakan perbincangan mengenai bagaimana bilangan kehelan hablur mempengaruhi kekuatannya.

(3 marks/markah)

- (b). (i). What is the structure of atactic polypropylene? Is it transparent or opaque? Explain your answer. Compare the property of atactic polypropylene and isotactic polypropylene in terms of rigidity. Explain why.

...10/-

SULIT

Apakah struktur polipropilena ataktik? Adakah lutsinar atau legap? Terangkan jawapan anda. Bandingkan sifat polipropilena ataktik dan polipropilena isotaktik dari segi ketegaran. Terangkan kenapa.

(5 marks/markah)

- (ii). If T_g and T_m for polyethylene are -100°C and 110°C , and for polypropylene are -20°C and 160°C . Which one of them you would choose for low and high temperature applications? Explain why.

Sekiranya T_g dan T_m untuk polietilena ialah -100°C dan 110°C , dan untuk polipropilena ialah -20°C dan 160°C . Yang mana satu daripada bahan-bahan ini yang akan anda pilih untuk aplikasi pada suhu rendah dan tinggi? Terangkan mengapa.

(3 marks/markah)

- (c). Consider a unidirectional continuous fiber-reinforced composite with epoxy as the matrix and 60% by volume fiber.

Pertimbangkan komposit diperkuat gentian berterusan searah dengan epoksi sebagai matriks dan isipadu fiber sebanyak 60%.

- (i). Calculate the longitudinal and transverse moduli when E-glass fiber is used.

Hitung modulus membujur dan melintang apabila gentian kaca-E digunakan.

(2 marks/markah)

...11/-

- (ii). Calculate the percentage increase in the longitudinal and transverse moduli if carbon fibers are used instead of E-glass.

Hitung peratusan kenaikan bagi modulus membujur dan melintang sekiranya gentian karbon digunakan dan bukan kaca-E.

Epoxy modulus = 3.25 GPa

Modulus epoksi = 3.25 GPa

E-glass fiber modulus = 83.7 GPa

Modulus gentian kaca-E = 83.7 GPa

Carbon fiber modulus = 250 GPa

Modulus gentian karbon = 250 GPa

(5 marks/markah)

- (d) Polycarbonate has a fracture toughness of $3.5 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$. If the largest internal crack in a polycarbonate sheet is 0.3 mm long and there are no surface cracks, what is the failure stress? Take $Y = 1.2$.

Polikarbonat mempunyai keliatan patah $3.5 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$. Sekiranya retak dalaman terbesar dalam kepingan polikarbonat panjangnya 0.3 mm dan tidak ada retak permukaan, apakah nilai tegasan kegagalan? Ambil $Y = 1.2$.

(3 marks/markah)

...12/-

PART D / BAHAGIAN D

- (7). (a). A solid bar of circular section has diameter, d (40 mm), length, L (1.5 m) and shear modulus of elasticity, G (90 GPa). The bar is subjected to torque T acting at the ends.

Suatu bar pepejal dengan keratan rentas berbentuk bulat mempunyai diameter, d (40 mm), panjang, L (1.5 m) dan modulus keanjalan ricih, G (90 GPa). Bar ini dikenakan tork, T pada hujungnya

- (i). If the torques, T with magnitude 350 N.m, compute the maximum shear stress in the bar and angle of twist between the ends.

Jika tork, T sebanyak 350 N.m dikenakan, tentukan daya ricihan maksimum pada bar dan sudut puihan antara hujungnya.

- (ii). If the allowable shear stress is 40 MPa and the allowable angle of twist is 3° , identify what is the maximum permissible torques.

Jika tegasan ricih dibenarkan adalah 40 MPa dan sudut puihan dibenarkan pula adalah 3° , kenalpasti nilai maksimum tork terizin.

(6 marks/markah)

- (b). Why plane stress concept is very significant for engineering materials? Describe.

...13/-

Mengapa konsep tegasan satah sangat signifikan kepada bahan-bahan kejuruteraan? Perihalkan

(4 marks/markah)

(c). For the following state of plane stress, compute:

Bagi keadaan tegasan satah berikut, tentukan:

(i). Principle stress

Tegasan utama

(ii). Maximum shearing stress

Tegasan ricih maksimum

$$\sigma_x = +50 \text{ MPa}, \sigma_y = -10 \text{ MPa}, \tau_{xy} = +40 \text{ MPa}$$

(6 marks/markah)

(d). Briefly explain what is maximum normal stress theory for failure of brittle materials.

Perihalkan secara ringkas apakah teori tegasan normal maksimum untuk kegagalan bagi bahan rapuh.

(4 marks/markah)

- (8). (a). A solid steel shaft in a rolling mill transmits 30 kW of power at frequency of 3 Hz. Estimate the smallest safe diameter of the shaft if the shear stress is not exceed 50 MPa and the angle of twist is limited to 8° in a length of shaft is 5 m. Explain your answer. Use G , 83 GPa

Suatu aci keluli pepejal pada pengisar giling memindahkan 30 kW kuasa pada frekuensi 3 Hz. Anggarkan diameter terkecil aci supaya kegagalan tidak berlaku jika tegasan ricih tidak boleh melebihi 50 MPa dan sudut pihan dihadkan kepada 8° untuk panjang aci adalah 5 m. Jelaskan jawapan anda. Gunakan nilai G adalah 83 GPa.

(3 marks/markah)

- (b). Construct and interpret Mohr's circle that represents the following state of plane stress

Bina dan berikan tafsiran terhadap bulatan Mohr yang diwakili berdasarkan nilai tegasan satah berikut.

$$\sigma_x = +80 \text{ MPa}, \sigma_y = +20 \text{ MPa}, \tau_{xy} = +60 \text{ MPa}$$

(14 marks/markah)

- (c). Explain why necking is observed in tensile test of ductile material but not in the torsion test of the same material.

Terangkan mengapa peleheran dapat dilihat pada ujian tegangan bahan mulur tetapi tidak pada ujian kilasan untuk bahan yang sama.

(3 marks/markah)