
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Kursus Semasa Cuti Panjang
Sidang Akademik 2007/2008

June 2008

Jun 2008

EMM 221/3 – Strength of Materials
Kekuatan Bahan

Duration : 3 hours

Masa : 3 jam

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:

ARAHAN KEPADA CALON :

Please check that this paper contains **EIGHT (8)** printed pages, **ONE (1)** page appendix and **SIX (6)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat bercetak, **SATU (1)** mukasurat lampiran dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **FIVE (5)** questions.

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

Answer all questions in **ENGLISH OR BAHASA MALAYSIA** OR a combination of both.

*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **BAHASA MALAYSIA** ATAU **BAHASA INGGERIS** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Each question must begin from a new page.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

Appendix/Lampiran:

1. Table of Average Mechanical Properties of Typical Engineering Materials (SI Units)

[1 page/mukasurat]

- Q1. [a] A C-clamp in Figure Q1[a] is tightened by applying a couple (equal forces in opposite directions on opposite sides) to a lever of 150 mm length at the end of the clamp screw. The clamp screw is a steel shaft having a diameter of 20 mm. The maximum allowable shear stress in the shaft is 200 MPa.

Pengapit-C dalam Rajah S1[a] diketatkan dengan mengenakan satu gandingan pada tuil di hujung skru pengapit. Panjang tuil ialah 150 mm. Skru pengapit merupakan aci keluli berdiameter 20 mm. Tegasan ricih terizin maksimum ialah 200 MPa.

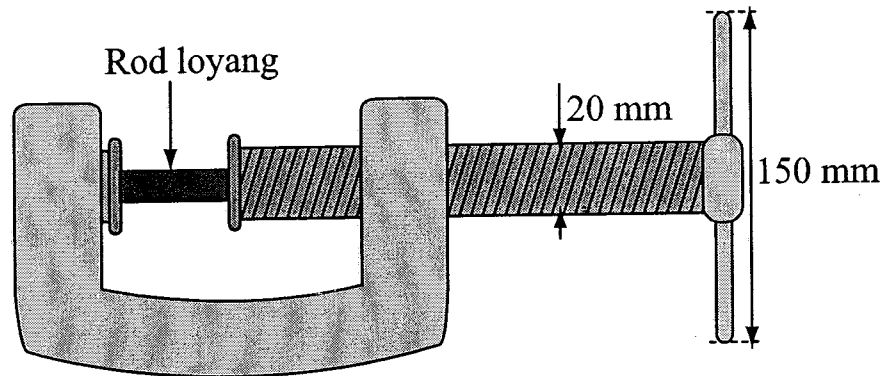


Figure Q1[a]
Rajah S1[a]

- (i) Find the maximum force that can be applied in the couple.

Tentukan daya maksimum yang boleh dikenakan bagi gandingan tersebut.

(20 marks/markah)

- (ii) If a C83400 red brass with a diameter of 5 mm is placed between the clamp and the force is applied until maximum value, explain briefly (using graph) the stress-strain relation of the rod. (See Appendix 1)

Jika rod loyang merah C83400 berdiameter 5 mm diletakkan antara pengapit dan dikenakan daya sehingga mencapai maksimum, huraikan secara ringkas (menggunakan graf) hubungan tegasan – terikan bagi rod tersebut. (Lihat Lampiran 1)

(30 marks/marks)

- [b] The assembly in Figure Q1[b] consists of an A-36 steel tube having a cross sectional area of 600 mm^2 and a C83400 red brass bolt having a cross sectional area of 400 mm^2 . When the temperature is 15°C , the nut holds the assembly in a snug position such that the axial force is negligible. If the temperature increases to 80°C , determine the average normal stress in the bolt and tube. (See Appendix 1).

Pemasangan di dalam Rajah S1[b] terdiri daripada tiub keluli A-36 dengan luas keratan rentas 600 mm^2 dan bolt loyang merah C83400 dengan luas keratan rentas 400 mm^2 . Pada suhu 15°C , nat dipasang ketat pada tiub di mana daya paksi boleh diabaikan. Jika suhu meningkat kepada 80°C , tentukan tegasan tegak purata bagi bolt dan tiub tersebut. (Lihat Lampiran 1)

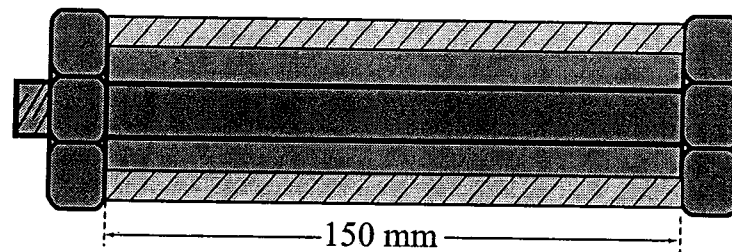


Figure Q1[b]
Rajah S1[b]

(50 marks/markah)

- Q2. The simply supported beam is subjected to the distributed loading shown in Figure Q2.

Rasuk disokong mudah dikenakan beban teragih seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S2.

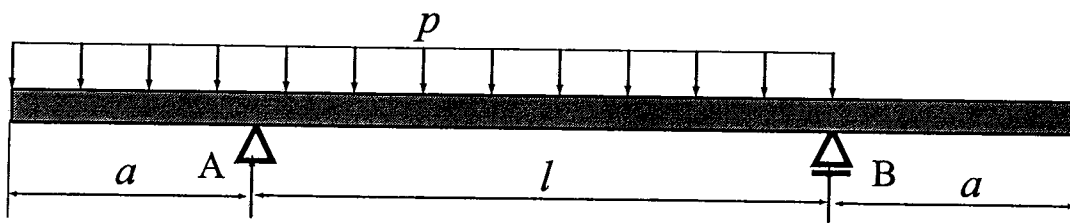


Figure Q2
Rajah S2

- (i) Determine the shear force, F and bending moment, M throughout the beam as functions of x .

Tentukan daya ricih, F dan momen lentur, M sebagai fungsi x bagi rasuk tersebut.

(70 marks/markah)

- (ii) Draw the shear force and bending moment diagrams.

Lukiskan rajah daya ricih dan rajah momen lentur.

(30 marks/markah)

- Q3. The beam is subjected to the loading shown in Figure Q3, where P_0 is the maximum value of the distributed loading. Determine the maximum slope and maximum deflection of the beam in term of x , P_0 , l , E and I . Modulus of elasticity and moment of inertia of the beam are E and I , respectively.

Rasuk dikenakan beban seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S3, di mana P_0 adalah nilai maksimum bagi beban teragih tersebut. Tentukan kecerunan maksimum dan pesongan maksimum bagi rasuk tersebut dalam sebutan x , P_0 , l , E dan I . Modulus elastik dan momen inersia bagi rasuk, masing-masing adalah E dan I .

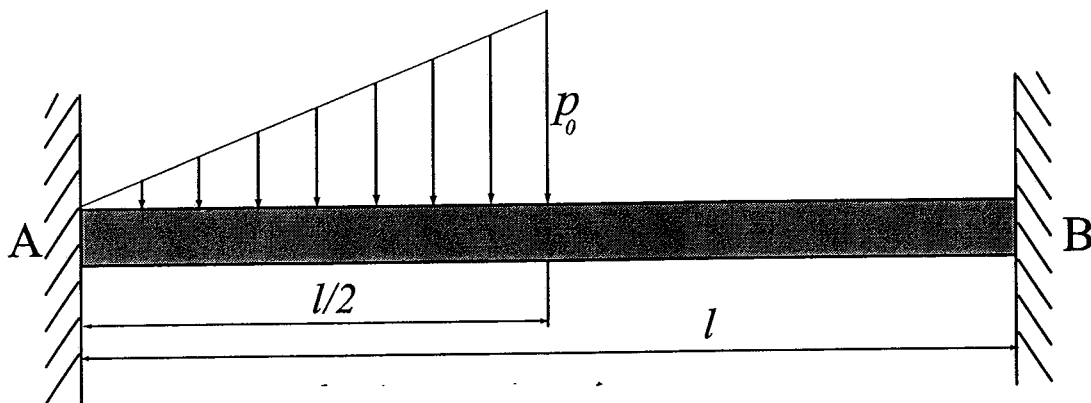


Figure Q3
Rajah S3

(100 marks/markah)

- Q4. [a] A gear assembly is shown in Figure Q4[b]. During the locking condition, the gear tooth is subjected to state of strain that has the following components:

$$\varepsilon_x = 720(10^{-6}), \varepsilon_y = 415(10^{-6}) \text{ and } \gamma_{xy} = 550(10^{-6})$$

By using the strain-transformation equations, determine:

- (i) The in-plane principal strains.
- (ii) The maximum in-plane shear strain.
- (iii) The average normal strain.

In each case, please specify the orientation of the element and show how the strains deform the element within the x-y plane.

Satu sistem gear ditunjukkan pada Rajah S4[b]. Dalam keadaan berkunci, gigi gear tersebut telah dikenakan keadaan terikan yang mempunyai komponen-komponen seperti berikut:

$$\varepsilon_x = 720(10^{-6}), \varepsilon_y = 415(10^{-6}) \text{ dan } \gamma_{xy} = 550(10^{-6})$$

Dengan menggunakan persamaan transformasi-terikan, tentukan:

- (a) Terikan utama satah dalaman.
- (b) Terikan ricih maksimum satah dalaman.
- (c) Purata terikan normal.

Untuk setiap kes, tentukan orientasi elemen dan tunjukkan bagaimana terikan mengubah elemen tersebut dalam satah x-y.

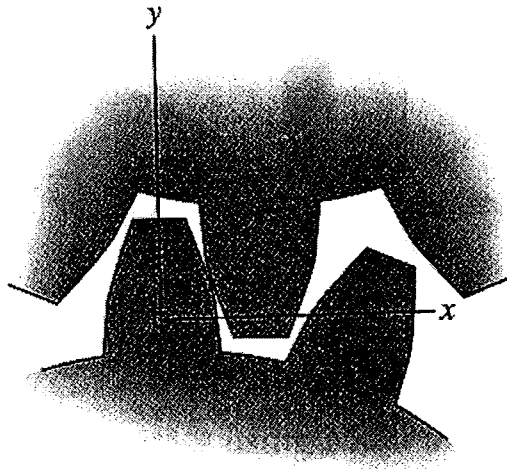


Figure 4[b]
Rajah 4[b]

(50 marks/markah)

- [b] In reference to the Figure Q4[b], during the locking condition the gear tooth is subjected to state of strain that has the following components:

$$\varepsilon_x = 520(10^{-6}), \varepsilon_y = -760(10^{-6}) \text{ and } \gamma_{xy} = -750(10^{-6})$$

By using the Mohr's circle method, determine:

- (i) The in-plane principal strains.
- (ii) The maximum in-plane shear strain.
- (iii) The average normal strain.

Dengan merujuk kepada Rajah S4[b], dalam keadaan berkunci, gigi gear telah dikenakan keadaan terikan yang mempunyai komponen-komponen seperti berikut:

$$\varepsilon_x = 520(10^{-6}), \varepsilon_y = -760(10^{-6}) \text{ dan } \gamma_{xy} = -750(10^{-6})$$

Dengan menggunakan kaedah bulatan Mohr's, tentukan:

- (i) Terikan utama satah dalaman.
- (ii) Terikan ricih maksimum satah dalaman.
- (iii) Purata terikan normal.

(50 marks/markah)

- Q5. [a] Figure Q5[a] shows a wide-flange beam with T- cross section, pin-connected at one end and simply-supported at the other. The beam is subjected to three external loading as shown. Determine the stress components at point A and B and show the results on an element at each of these points.

Rajah S5[a] menunjukkan rasuk lebar yang mempunyai luas-keratan rentas T, disokong pin pada satu hujung dan disokong mudah pada hujung yang lain. Rasuk tersebut dikenakan tiga beban luar seperti yang ditunjukkan. Tentukan komponen-komponen tegasan pada titik A dan B dan tunjukkan jawapan pada elemen untuk setiap titik-titik tersebut.

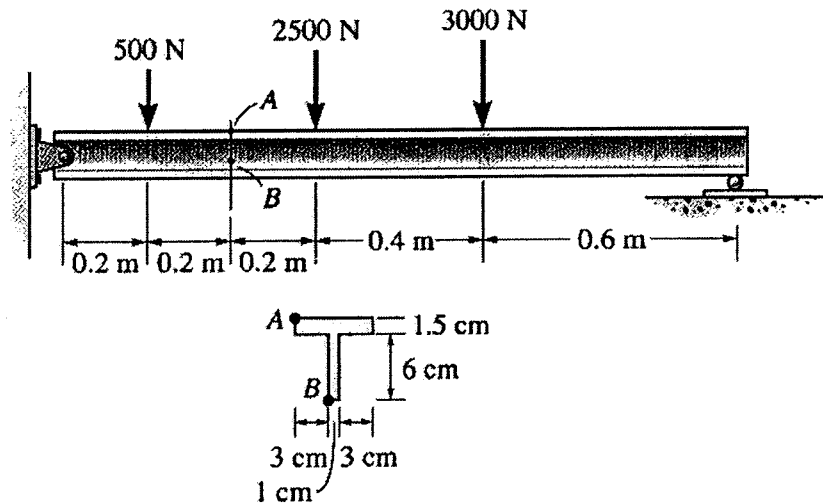


Figure Q5[a]
Rajah S5[a]

(50 marks/markah)

- [b] A same wide-flange beam as described in Figure Q5[a] is used in the construction of the frame with an additional link holds the frame at D and pin-connected at E, as shown in Figure Q5[b] below. The frame supports a centrally applied distributed load at 18 kN/m. Determine the state of stress at points A and B on member CD and indicate the results on a volume element at each of these points. The pins at C and D are at the same location as the neutral axis for the cross section.

Rasuk lebar yang sama seperti dinyatakan dalam Rajah S5[a] digunakan dalam pembinaan kerangka dengan tambahan lunjuran yang menyokong kerangka pada D dan disambung pin pada E, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S5[b] di bawah. Tentukan keadaan terikan pada titik A dan B pada struktur CD dan nyatakan hasilnya pada elemen untuk setiap titik-titik tersebut. Pin pada C dan D adalah berada pada lokasi yang sama dengan paksi neutral untuk keratan rentas.

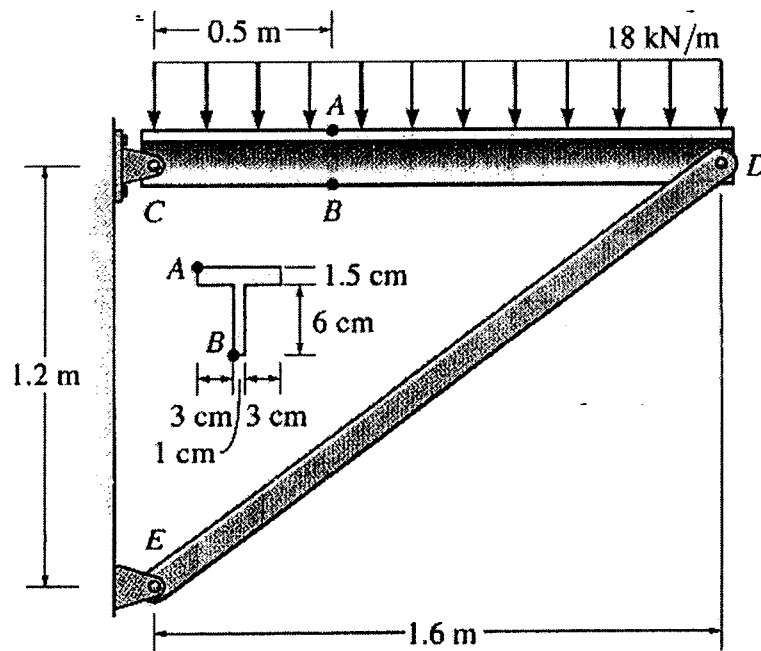


Figure Q5[b]
Rajah S5[b]

(50 marks/markah)

- Q6.** Figure Q6 shows a tubular shaft with an inner diameter of 15 mm. The bearings at A and B exert force components only in the y and z directions on the shaft. By using an allowable shear stress of $\tau_{\text{allow}} = 70 \text{ MPa}$, and base the design on the maximum shear-stress theory of failure, determine to the nearest millimeter its outer diameter if the shaft is subjected to the gear loading. Show the bending-moment diagram as well as the torque diagram in the solution.

Rajah Q6 menunjukkan tiub aci dengan diameter dalaman sebanyak 15 mm. Galas pada A dan B mempunyai komponen daya hanya di kedudukan y dan z pada aci tersebut. Dengan menggunakan tegasan ricih yang dibenarkan $\tau_{\text{allow}} = 70 \text{ MPa}$, dan berdasarkan rekaan pada teori kegagalan tegasan-ricih maksimum, tentukan kepada millimeter terdekat, diameter luaran aci jika ianya dikenakan bebanan gear. Tunjukan rajah lentur-momen dan juga rajah kilasan dalam pengiraan.

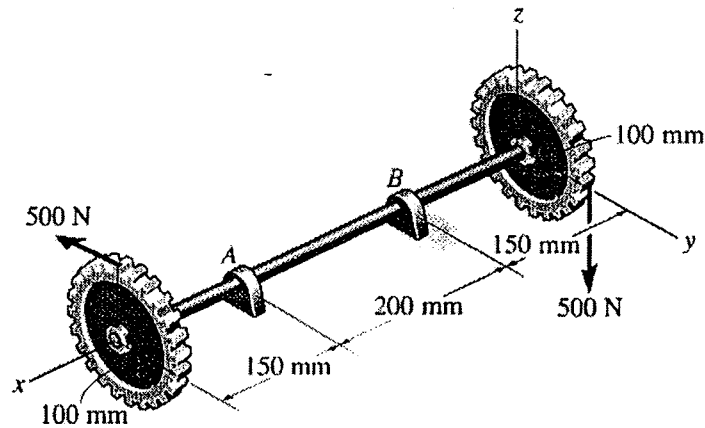


Figure Q6
Rajah S6

(100 marks/markah)

Average Mechanical Properties of Typical Engineering Materials
(SI Units)

Materials	Density ρ (Mg/m ³)	Modulus of Elasticity E (GPa)	Modulus of Rigidity G (GPa)	Yield Strength (MPa)	Coef. of Therm. Expansion α (10 ⁻⁶)/°C	
Metallic						
Aluminum Wrought Alloys	{ 2014-T6	2.79	73.1	27	414	23
	{ 6061-T6	2.71	68.9	26	255	24
Cast Iron Alloys	{ Gray ASTM 20	7.19	67.0	27		12
	{ Malleable ASTM A-197	7.28	1.72	68		12
Copper Alloys	{ Red Brass C83400	8.74	101	37	70.0	18
	{ Bronze C86100	8.83	103	38	345	17
Magnesium Alloy [Am 1004-T61]		1.83	44.7	18	152	26
Steel Alloys	{ Structural A36	7.85	200	75	400	12
	{ Stainless 304	7.86	193	75	517	17
	{ Tool L2	8.16	200	75	800	12
Titanium Alloy { [Ti-6Al 4V]		4.43	120	44	1000	9.4
Nonmetallic						
Concrete	{ Low Strength	2.38	22.1	-	-	11
	{ High Strength	2.38	29.0	-	-	11
Plastic Reinforced	{ Kevlar 49	1.45	131	-	-	-
	{ 30% Glass	1.45	72.4	-	-	-

