

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2007/2008  
*Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2007/2008*

October / November 2007  
*Oktober / November 2007*

**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.*

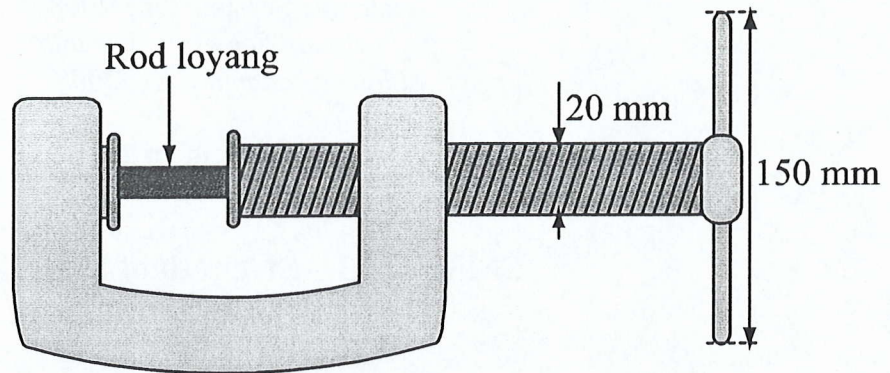
Each question must begin from a new page.  
*Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

**Appendix/Lampiran:**

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

- S1. [a] 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.

*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.*



Rajah S1[a]  
Figure Q1[a]

- (i) Tentukan daya maksimum yang boleh dikenakan bagi gandingan tersebut.

*Find the maximum force that can be applied in the couple.*

(20 markah)

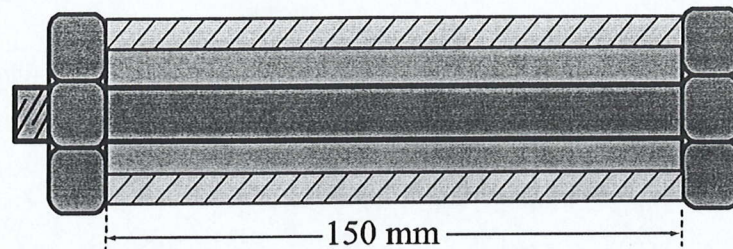
- (ii) Jika rod loyang merah C83400 berdiameter 5 mm diletakkan antara pengapit dan dikenakan daya sehingga mencapai maksimum, huraikan secara ringkas (menggunakan graf) hubungan tegasan – terikan bagi rod tersebut. (Lihat Lampiran 1)

*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)*

(30 markah)

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

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

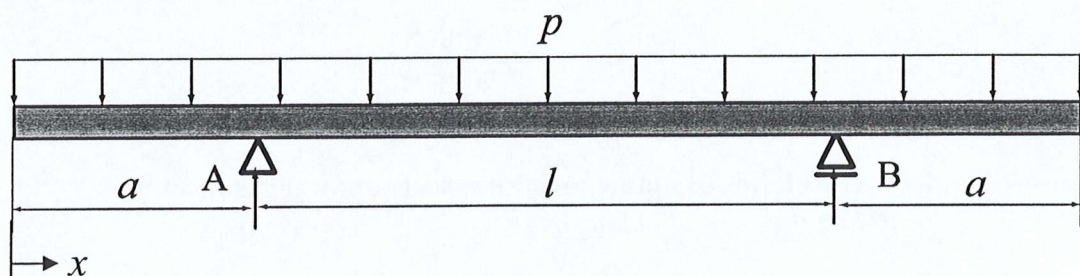


Rajah S1[b]  
Figure Q1[b]

(50 markah)

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

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



Rajah S2  
Figure Q2

- (i) Tentukan daya ricih,  $F$  dan momen lentur,  $M$  sebagai fungsi  $x$  bagi rasuk tersebut.

*Determine the shear force,  $F$  and bending moment,  $M$  throughout the beam as functions of  $x$ .*

(60 markah)

- (ii) Lukiskan rajah daya ricih dan rajah momen lentur.

*Draw the shear force and bending moment diagrams.*

(20 markah)

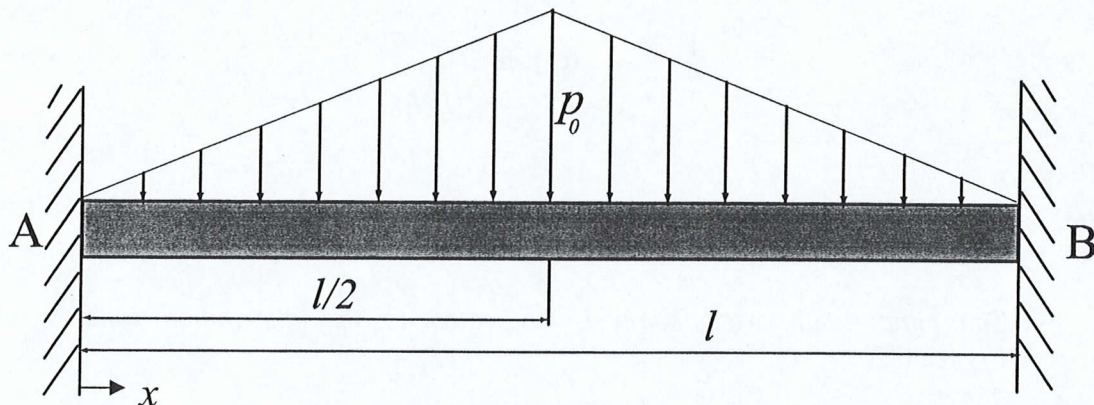
- (iii) Tentukan nisbah bagi  $a$  dan  $l$  di mana momen lentur adalah minimum.

*Determine the ratio of  $a$  and  $l$  where the bending moment is minimized.*

(20 markah)

- S3. 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  $I$ .

*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.*



Rajah S3  
Figure Q3

(100 markah)

- S4. [a] Untuk kes di mana berlakunya keadaan tegasan satah:

*For the case of plane stress:*

- (i) Berikan definisi tegasan satah dan contoh praktikalnya.

*Give the definition of the plane stress and its practical example.*

(10 markah)

- (ii) Tunjukkan hukum Hooke's boleh dinyatakan seperti berikut:

*Show that Hooke's law can be written as:*

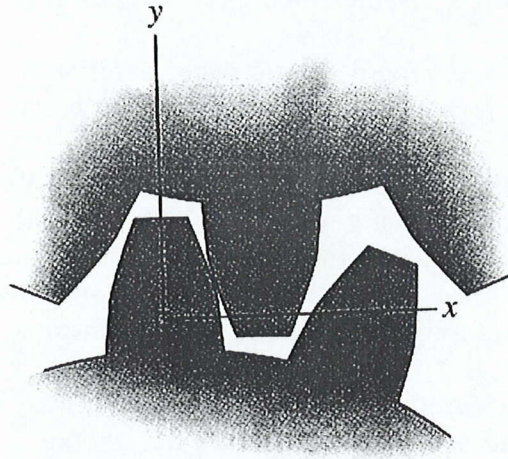
$$\sigma_x = \frac{E}{(1-\nu^2)}(\varepsilon_x + \nu\varepsilon_y), \quad \sigma_y = \frac{E}{(1-\nu^2)}(\varepsilon_y + \nu\varepsilon_x)$$

(10 markah)

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

*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:*

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



**Rajah S4[b]**  
*Figure Q4[b]*

- (i) **Dengan menggunakan persamaan transformasi-terikan, tentukan:**  
*By using the strain-transformation equations, determine:*
- (a) **Terikan utama dalam satah.**  
*The in-plane principal strains.* (20 markah)
- (b) **Terikan ricih maksimum dalam satah.**  
*The maximum in-plane shear strain.* (10 markah)
- (c) **Purata terikan normal.**  
*The average normal strain.* (10 markah)
- (ii) **Dengan menggunakan kaedah bulatan Mohr's, tentukan:**  
*By using the Mohr's circle method, determine:*
- (a) **Terikan utama dalam satah.**  
*The in-plane principal strains.* (20 markah)

- (b) **Terikan ricih maksimum dalam satah.**  
*The maximum in-plane shear strain.*

(10 markah)

- (c) **Purata terikan normal.**  
*The average normal strain.*

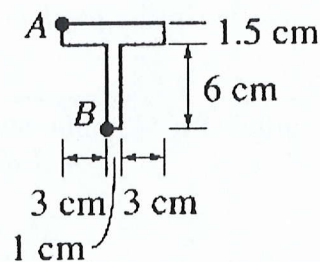
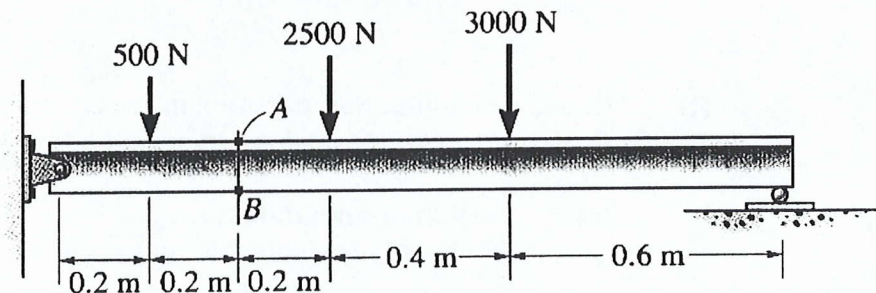
(10 markah)

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

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

- S5. [a] **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] 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.*

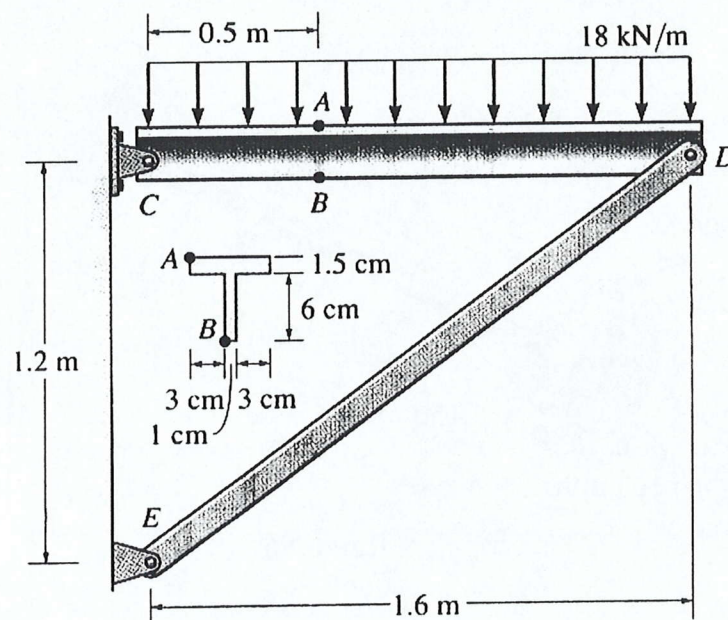


Rajah S5[a]  
 Figure Q5[a]

(50 markah)

- [b] Rasuk lebar yang sama seperti dinyatakan dalam 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 tegasan 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.

The same wide-flange beam as described in 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.

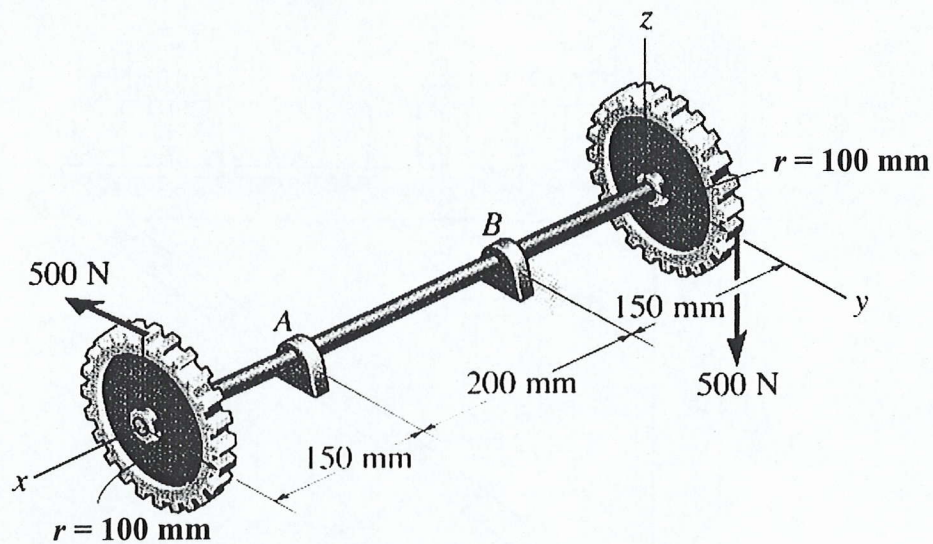


Rajah S5[b]  
Figure Q5[b]

(50 markah)

- S6. Rajah S6 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  $\tau_{allow} = 70 \text{ MPa}$ , dan berdasarkan rekaan pada teori kegagalan tegasan-ricih maksimum, tentukan kepada millimeter terdekat, diameter luaran aci jika ianya dikenakan bebanan gear. Tunjukkan rajah lentur-momen dan juga rajah kilasan dalam pengiraan.

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  $\tau_{allow} = 70 \text{ MPa}$ , 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 S6  
Figure Q6

(100 markah)



**Average Mechanical Properties of Typical Engineering Materials**  
**(SI Units)**

Materials	Density $\rho$ (Mg/m <sup>3</sup> )	Modulus of Elasticity $E$ (GPa)	Modulus of Rigidity $G$ (GPa)	Yield Strength (MPa)	Coef. of Therm. Expansion $\alpha$ (10 <sup>-6</sup> )/°C	
<b>Metallic</b>						
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
<b>Nonmetallic</b>						
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	-	-	-