



**UTM**  
UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

Sekolah Pendidikan Profesional dan  
Pendidikan Berterusan  
(UTMSPACE)

**FINAL EXAMINATION / PEPERIKSAAN AKHIR  
SEMESTER 1 – SESSION 2016 / 2017  
PROGRAM KERJASAMA**

COURSE CODE : DDPJ 2112  
*KOD KURSUS*

COURSE NAME : STRUCTURE AND MACHINES /  
*NAMA KURSUS STRUKTUR DAN MESIN*

YEAR / PROGRAMME : 2 / DDPB  
*TAHUN / PROGRAM*

DURATION : 2 HOURS / 2 JAM  
*TEMPOH*

DATE : OCTOBER 2016  
*TARIKH*

**INSTRUCTION/ARAHAN :**

1. Answer **FOUR (4)** question only.  
*Jawab EMPAT (4) soalan sahaja.*
2. Candidates are required to follow all instructions given out by the examination invigilators.  
*Calon dikehendaki mematuhi semua arahan daripada penyelia peperiksaan.*

( You are required to write your name and your lecturer's name on your answer script )  
( Pelajar dikehendaki tuliskan nama dan nama pensyarah pada skrip jawapan )

NAME / NAMA	:	.....
I.C NO. / NO. K/PENGENALAN	:	.....
YEAR / COURSE TAHUN / KURSUS	:	.....
COLLEGE NAME NAMA KOLEJ	:	.....
LECTURER'S NAME NAMA PENSYARAH	:	.....

This examination paper consists of ... 10... pages including the cover  
*Kertas soalan ini mengandungi ..... 10..... muka surat termasuk kulit hadapan*

**Question 1 / Soalan 1**

- a) Describe briefly the procedure of conducting the tensile test of material.

*Huraikan dengan ringkas kaedah pelaksanaan ujian tegangan bahan.*

**( 5 marks / markah )**

- b) A tension test was performed on a specimen having an original diameter of 12.5 mm and gauge length of 50 mm. The results are reported as shown in **Table Q1(b)**.

(i) Plot the stress-strain diagram

(ii) Determine approximately the modulus of elasticity

*Satu ujian tegangan telah dilakukan untuk satu spesimen yang mempunyai garispusat asal 12.5 mm dan panjang tolok 50 mm. Keputusan adalah seperti yang ditunjukkan pada **Rajah S1(b)**.*

(i) *Lukiskan gambarajah tegasan-terikan*

(ii) *Tentukan secara anggaran Modulus Kekenyalan*

**(16 marks / markah)**

Load (kN)	Elongation (mm)
0	0
11.1	0.0175
31.9	0.0600
37.8	0.1020
40.9	0.1650
43.6	0.2490
53.4	1.0160
62.3	3.0480
64.5	6.3500
62.3	8.8900
58.8	11.9380

**Figure Q1(b) / Rajah S1(b)**

- c) Identify the possible material tested base on the values of E estimated in b).

*Tentukan kemungkinan bahan yang di uji berdasarkan nilai E yang dianggarkan di b).*

**(4 marks / markah)**

**Question 2 / Soalan 2**

- a) State the formula for shear stress and angle of twist due to torsion and its associated assumptions.

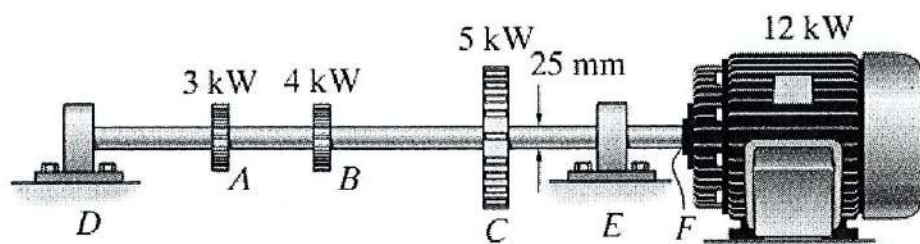
*Nyatakan formula untuk tegasan ricih dan sudut piuh disebabkan oleh kilasan berserta dengan anggapan-anggapan yang berkaitan.*

( 5 marks / markah )

- b) The solid steel shaft DF as shown in **Figure Q2(b)** has a diameter of 25 mm and is supported by smooth bearings at D and E. It is coupled to a motor at F, which delivers 12 kW of power to the shaft while it is turning at 50 revolutions per second. If gears A, B, and C remove 3 kW, 4 kW, and 5 kW respectively, determine the maximum shear stress developed in region CF, BC and AB of the shaft. The shaft is free to turn in its support bearings D and E.

*Satu aci keluli padu DF seperti yang ditunjukkan pada **Rajah S2(b)** mempunyai garispusat 25 mm dan di sokong oleh gelas licin di D dan E. Ianya di gandingkan kepada satu motor yang menghasilkan 12 kW kuasa bila berputar pada 50 pusingan per saat. Jika gandar A, B dan C masing-masing menarik 3 kW, 4kW dan 5 kW, tentukan tegasan ricih maksimum pada bahagian aci CF, BC dan AB. Aci adalah bebas untuk berpusing pada gelas penyokong D dan E.*

( 20 marks / markah )



**Figure Q2(b) / Rajah S2(b)**



**Question 3 / Soalan 3**

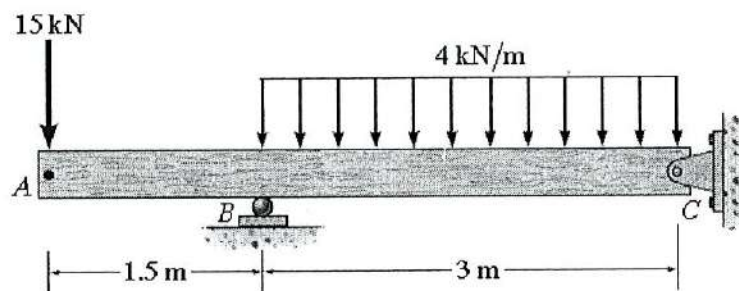
- a) List **two** types of load acting on a robotic arm performing a lifting action. Describe whether the loads are body forces or surface forces.

*Nyatakan **dua** jenis beban yang bertindak pada lengan robot yang melakukan kerja mengangkat. Huraikan samada daya tersebut berbentuk daya badan ataupun daya permukaan.*

**( 5 marks / markah )**

- b) A cantilevered beam is loaded as shown in **Figure Q3(a)**. Draw the free body diagram of the entire beam.

*Sebatang rasuk terjulur dibebankan seperti yang di tunjukkan pada **Rajah S3(a)**. Lukiskan gambarajah bebas untuk keseluruhan rasuk tersebut.*



**Figure Q3(a) / Rajah S3(a)**

**( 2 marks / markah )**

- c) Find the values of reaction forces at B and C.

*Tentukan nilai daya tindakbalas di B dan C.*

**( 3 marks / markah )**

- d) Draw the shear force and bending moment diagram for the cantilevered beam.

*Lukiskan gambarajah daya ricih dan momen lentur untuk rasuk terjulur tersebut.*

**( 15 marks / markah )**

**Question 4 / Soalan 4**

- a) State the flexural formula for pure beam bending and sketch its typical distributions across a square cross section of a beam.

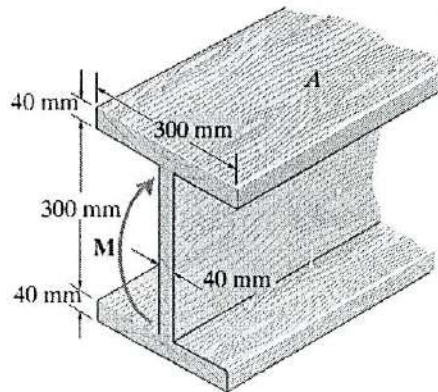
*Nyatakan formula bagi lenturan tulen rasuk dan lakarkan pertaburan lazim pada keratan rentas rasuk berbentuk empat segi.*

**( 5 marks / markah )**

- b) A loaded beam with cross section as shown in **Figure Q4(b)** is subjected to a bending moment  $M$ . Determine the resultant force the bending stress produces on top of the board A if  $M = 6 \text{ kNm}$ .

*Sebatang rasuk berkeratan seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah S4(b)** dihadapakan kepada momen lentur  $M$ . Tentukan daya paduan yang dihasilkan oleh tegasan lenturan pada bahagian atas papan A jika  $M = 6 \text{ KNm}$ .*

**(20marks/markah)**



**Figure Q4(b) / Rajah S4(b)**

**Question 5 / Soalan 5**

- a) State Newton's First and Second Law

*Nyatakan Hukum Newton Pertama dan Kedua*

**( 5 marks / markah )**

- b) The velocity–time ( $v-t$ ) graph as shown in **Figure Q5(b)** describe the motion of a robotic vehicle. Construct the distance–time ( $s-t$ ) and acceleration–time ( $a-t$ ) graph of the motion for the same time range. When  $t = 0, s = 0$ .

Geraf halaju-masa ( $v-t$ ) seperti yang ditunjukkan pada **Rajah S5(b)** mewakili pergerakan sebuah kenderaan robotik. Hasilkan geraf jarak-masa ( $s-t$ ) dan keceptan-masa ( $a-t$ ) pergerakan untuk julat masa yang sama. Bila  $t = 0, s = 0$ .

( 10 marks / markah )

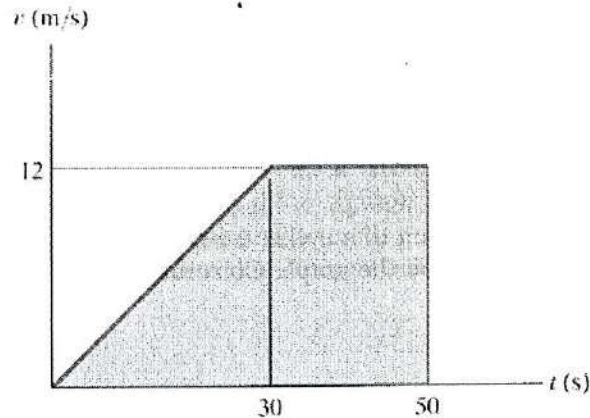


Figure Q5(b) / Rajah S5(b)

- c) The 5 kg block A as shown in **Figure Q5(c)** travels to the right at initial speed of 0.6 m/s. If the coefficient of kinetic friction is  $\mu_k = 0.2$  between the surface and block A, determine the velocity of block A when it has moved 1.2 m. Block B has a weight of 10 kg.

Satu bongkah A, berat 5 kg seperti yang ditunjukkan pada **Rajah S5(c)** bergerak ke kanan pada kelajuan asal 0.6 m/s. Jika pekali geseran kinetik ialah  $\mu_k = 0.2$  di antara permukaan dengan bongkah A, tentukan halaju bongkah A bila ianya telah bergerak 1.2 m. Bongkah B mempunyai berat 10 kg.

( 10 marks / markah )

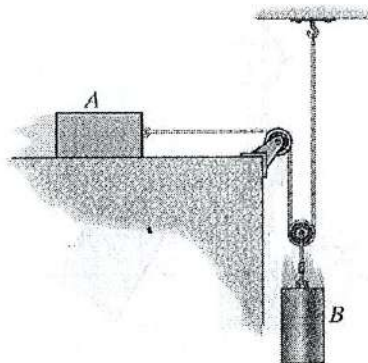


Figure Q5(c) / Rajah S5(c)

**Question 6 / Soalan 6**

- a) State the equation of power and mechanical efficiency of a machine

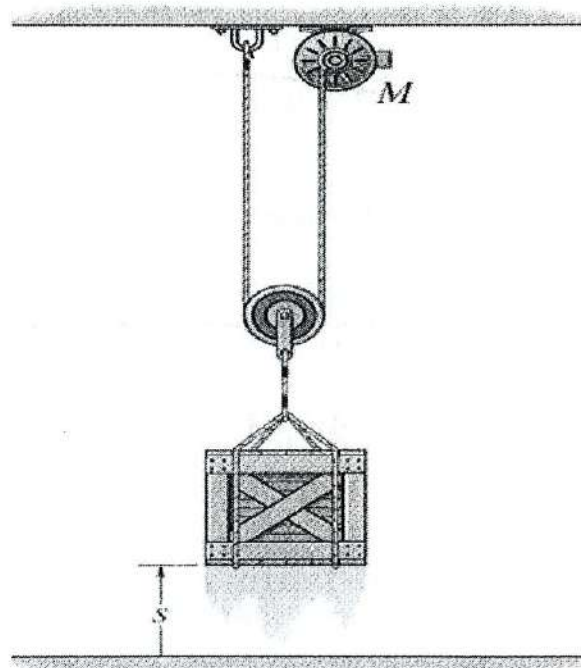
*Nyatakan persamaan kuasa dan kecekapan mekanikal untuk sebuah mesin*

**( 5 marks / markah )**

- b) The 30 kg box as shown in **Figure Q6(b)** is hoisted by the motor M. If the box starts from rest and by constant acceleration attains a speed of 3.6 m/s after rising a height  $s = 4$  m, determine the power that must be supplied to the motor at that instant height. The motor has an efficiency of 0.65. Neglect the mass of the pulley and cable.

*Kotak seberat 30 kg seperti yang ditunjukkan pada **Rajah S6(b)** di angkat dengan menggunakan motor M. Jika kotak bermula daripada diam dan dengan kecepatan malar mencapai kelajuan 3.6 m/s setelah terangkat pada ketinggian  $s = 4$  m, tentukan kuasa yang mesti dibekalkan pada motor pada titik ketinggian tersebut. Motor mempunyai kecekapan 0.65. Abaikan jisim takal dan kabel.*

**( 20 marks / markah )**



**Figure Q6(b) / Rajah S6(b)**



FORMULAE / RUMUS

Static / Statik:

$$x = \Sigma m_i x_i / \Sigma m_i$$

$$\sigma = F/A$$

$$\phi = x/L$$

$$V = dM/dx$$

$$P_{cr} = \pi^2 EI / L_e^2$$

$$n = \sigma_y / \sigma'$$

$$y = \Sigma m_i y_i / \Sigma m_i$$

$$\tau = V/A$$

$$T = G \theta J / L$$

$$-\omega = dV/dx$$

$$(L_e / r)_{critical} = (\pi^2 E / \sigma_y)^{1/2}$$

$$\tau_{max} = [(\frac{1}{2} \sigma)^2 + \tau^2]^{1/2}$$

$$\Sigma F = m a$$

$$\epsilon = \Delta L / L$$

$$T = F c$$

$$p = (I/A)^{1/2}$$

$$\Sigma F = 0$$

$$E = \sigma / \epsilon$$

$$\tau = T r / J$$

$$d^2 y / dx^2 = M / (EI)$$

$$r = (I/A)^{1/2}$$

$$n = \sigma_y / (2 \tau_{max})$$

$$\Sigma M = 0$$

$$\Delta L_{max} = \alpha \Delta T L$$

$$F_{fr} = \mu N$$

$$\sigma_y = M y / I$$

$$\sigma' = [\sigma^2 + 3 \tau^2]^{1/2}$$

Dynamics / Dinamik:

$$u = s / t$$

$$\omega = 2 \pi n$$

$$F = m \omega^2 r$$

$$PE = mgh$$

$$PE = KE + W + Q$$

$$a = (v - u) / t$$

$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$H = W / t = F y$$

$$KE = \frac{1}{2} m (v^2 - u^2)$$

$$MA = \text{Load} / \text{Effort}$$

$$s = ut + \frac{1}{2} a t^2$$

$$v = \omega r$$

$$H = 2 \pi n T$$

$$W = T \theta$$

$$MA = VR$$

$$v^2 = u^2 + 2 a s$$

$$\omega^2 = \omega_0^2 + 2 \alpha \theta$$

$$I = m r^2$$

$$W = F s$$

$$T_1 / T_2 = \omega_0 / \omega_r = N_1 / N_2 = d_1 / d_2$$

$$\alpha = (\omega - \omega_0) / t$$

$$a = r \alpha$$

$$T = I \alpha$$

$$KE = \frac{1}{2} I \omega^2$$

TABLE A2: CENTROID AND MOMENT OF INERTIA OF A SHAPE  
JADUAL A2: SENTRIOD DAN MOMEN INERSIA SEBUAH BENTUK


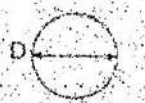

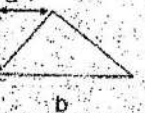
Shape / Bentuk	$x_c$	$y_c$	A	$I_x$	$I_y$	$J_c$ or $J_o$
	$\frac{b}{2}$	$\frac{h}{2}$	bh	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{hb^3}{12}$	$\frac{bh(b^2 + h^2)}{12}$
	0	0	$\frac{\pi D^2}{4}$	$\frac{\pi D^4}{64}$	$\frac{\pi D^4}{64}$	$\frac{\pi D^4}{32}$
	0	$\frac{4r}{3\pi}$	$\frac{\pi D^2}{8}$	$\frac{\pi r^4}{8}$	$\frac{\pi r^4}{8}$	
		$\frac{h}{3}$	$\frac{bh}{2}$	$\frac{bh^3}{36}$	$\frac{bh(b^2 - ab + a^2)}{36}$	$\frac{bh(b^2 + h^2 + a^2 - ab)}{36}$



TABLE A1: MATERIAL PROPERTIES  
JADUAL A1: CIRI-CIRI BAHAN

MATERIAL / BAHAN	Density / Ketumpatan $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Ultimate Strength / Kekuatan Muktamad (MPa)		Yield Stress / Tegasan Alah (MPa)		Modulus of Elasticity / Modulus Kakonyelan		Modulus of Rigidity / Modulus Ketegaran	
		Tension / Stress $\sigma_u$	Strain / Deformation $\epsilon_u$	Tension / Stress $\sigma_y$	Strain / Deformation $\epsilon_y$	E (GPa)	G (GPa)	E (GPa)	G (GPa)
<b>STEEL / KELULU</b>									
Structure / Struktur (ASTM-A36)	7850	400	200	250	145	200	79		
High Strength / Kekuatan Tinggi (ASTM-A242)	7850	480		345	210	200	79		
Q&T (ASTM-A514)	7880	625		590	380	300	79		
Stainless / Tahan Karat (302)	7920	600		520	280	190	79		
<b>IRON / BESI</b>									
Mild / Lambat (ASTM-A48)	7200	370		240		70	28		
ASTM A-47	7300	340		330	230	165	64		
<b>ALUMINUM ALLOY / ALOI ALUMINUM</b>									
7000-H14 (99% Al)	2710	110		70	90	65	26		
2014-T6 (4.4% Cu)	2800	460		290	410	72	27		
6061-T6 (1% Mg)	2710	290		185	285	69	26		
Yellow Copper / Tembaga Kuning	8470	540		300	435	105	39		
Brass / Loyang	8850	560		320	270	110	41		
Titanium Alloy / Aloi Titanium	4430	1000			924	120	44		
Pine Wood / Kayu Pine	510			9.2		11			
Concrete / Konkrit	2380					12	22		
Nylon / Nilon	1100	55				1			
Polystyrene / Polistiren	1050	45		55		3			
Rubber / Getah	910	14				0.005			

End of Question Paper / Kertas Soalan Tamat