
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2005/2006

November 2005

EBB 224/3 - Rekabentuk Bahan Kejuruteraan

Masa : 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LAPAN muka surat beserta EMPAT muka surat (Lampiran) yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.

Kertas soalan ini mengandungi BAHAGIAN A, BAHAGIAN B dan BAHAGIAN C. Semua soalan di BAHAGIAN A adalah WAJIB dijawab. Calon hendaklah menjawab DUA soalan dari BAHAGIAN B dan DUA soalan dari BAHAGIAN C. Jawab LIMA soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Semua soalan mesti dijawab dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

BAHAGIAN A

1. [a] Berikan takrifan rekabentuk. (10 markah)
- [b] Tuliskan nota ringkas bagi langkah-langkah utama yang terlibat di dalam proses rekabentuk (*design process*). (40 markah)
- [c] Satu ujian tegangan telah dijalankan ke atas spesimen keluli karbon rendah dan bacaan berikut telah dilaporkan:
- Beban kenaan ke atas spesimen: 10 kN
Diameter asal spesimen: 0.5 cm
Diameter spesimen apabila dikenakan beban 10 kN: 0.3 cm
- (i) Tentukan tegasan dan terikan kejuruteraan bagi spesimen tersebut.
- (ii) Tentukan tegasan dan terikan sebenar yang dialami oleh spesimen tersebut.
- (iii) Mengapakah wujud perbezaan dalam nilai-nilai di atas. (50 markah)

BAHAGIAN B

2. Anda sebagai jurutera bahan telah diminta untuk memilih bahan dan proses pembuatan yang sesuai bagi menghasilkan rod ikat (*tie rod*) yang akan digunakan di dalam pembinaan jambatan gantung di Sungai Perak. Panjang rod ialah 10 m dan dapat menahan beban tegangan pada 50 kN tanpa mengalami alahan. Nilai maksimum pemesanan (*deflection*) yang dibenarkan ialah 18 mm. Anda dikehendaki memilih satu daripada bahan-bahan yang tersenarai di dalam Jadual 1 yang dapat memberikan

- a) Rod yang paling ringan
- b) Rod yang paling murah

Anda juga dikehendaki memberikan cadangan apakah proses yang sesuai bagi menghasilkan rod dari bahan yang dipilih di dalam bahagian 2(a) dan 2(b). Anda perlu memberikan sebab-sebab mengapa proses-proses tersebut dipilih.

(100 markah)

Jadual 1

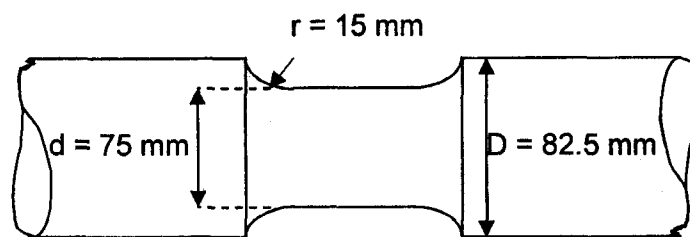
Bahan	Kekuatan Alah (MPa)	Modulus Kenyal (GPa)	Ketumpatan spesifik (g)	Kos/kg (RM/kg)
ASTM A675 Gred 60	205	212	7.8	1.00
Keluli berkekuatan tinggi	485	212	7.8	1.50
Aluminium 5052 H38	259	70.8	2.7	5.00
Poliester-65% gentian kaca	340	19.6	1.8	10.00

...4/-

3. [a] Berikan definisi lesu.

(10 markah)

[b] Satu rod bulat beralur mempunyai kekuatan tegangan pada 1000 MPa, di mana ia dikenakan beban kilasan. Rod beralur ini dibuat daripada keluli terawat haba 4340. Dengan menganggapkan rod ini akan mengalami kemasam terakhir melalui kaedah pemesinan dan menjadikan rod ini berdimensi 82.5 mm. Rod ini juga mempunyai keboleharapan yang tinggi iaitu pada 99.9% dan tumpuan tegasan (*stress concentration*) wujud disebabkan oleh perubahan diameter ditengah-tengah rod. Kira nilai S_e , had ketahanan (*endurance limit*) bagi rod logam ini. (Sila gunakan Lampiran 1 dan 2)



Rajah 1

(40 markah)

[c] Berikan lima garis panduan rekabentuk bagi persekitaran 'hostile'.

(50 markah)

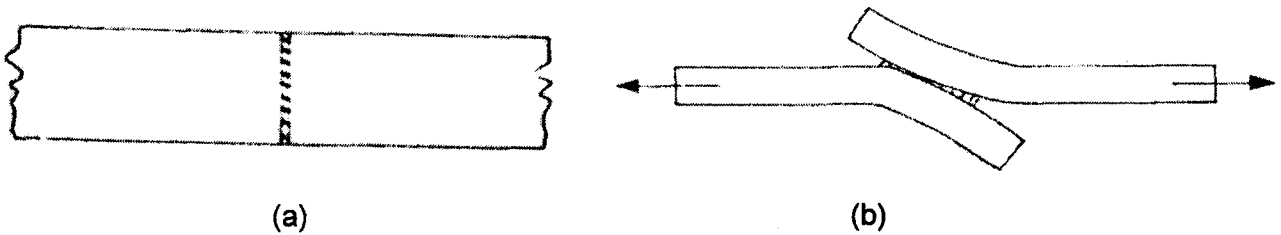
4. [a] Dengan bantuan gambarajah, terangkan kaedah-kaedah yang biasa digunakan bagi menghasilkan komponen melalui teknik metalurgi serbuk.
(40 markah)
- [b] Senaraikan lima komponen yang biasa dihasilkan melalui teknik metalurgi serbuk.
(20 markah)
- [c] Bincangkan garis panduan-garis panduan bagi merekabentuk komponen plastik beracuan (*molded plastic component*).
(40 markah)

BAHAGIAN C

5. [a] Nyatakan garis panduan umum yang perlu dipertimbangkan dalam merekabentuk komponen yang diperbuat daripada bahan **seramik** dan **komposit**.
(50 markah)
- [b] Diberi sebuah rasuk julur (cantilever beam) mempunyai panjang 2 m dan keratan rentas empat segi dengan nisbah tebal-lebar 2:1. Rasuk tersebut tidak boleh melentur melebihi 30 mm bagi setiap 1200 N kenaikan beban pada hujungnya. Bahan yang digunakan untuk membina rasuk tersebut ialah keluli dengan kekuatan alah 1500 MPa dan modulus Young 200 GPa. Apakah beban maksimum yang dibenarkan? Gunakan faktor keselamatan 1.5. Maklumat dalam Lampiran 3 mungkin berguna.
(50 markah)
6. [a] Nyatakan 5 garis panduan umum yang perlu dipatuhi bagi rekabentuk yang melibatkan struktur kimpalan.
(20 markah)
- [b] Salah satu fenomena yang perlu dititikberatkan bagi struktur keluli yang digunakan untuk membina kapal laut ialah peralihan kelakuan mulur ke rapuh. Bincangkan
- (i) Bagaimana peralihan kelakuan patah ini dapat dikesan?
- (ii) Peralihan mulur-rapuh keluli bergantung pada suhu operasi, komposisi, saiz butir, persekitaran penggunaan dan taburan tegasan. Dari aspek **taburan tegasan**, nyatakan panduan rekabentuk yang perlu diberi perhatian bagi menangani masalah tersebut?
(50 markah)

- [c] Rajah 3(a) dan (b) menunjukkan rekabentuk yang tidak baik bagi sambungan perekat. Cadangkan rekabentuk-rekabentuk yang lebih baik untuk kedua-dua jenis sambungan dan jelaskan alasan anda.

(30 markah)



Rajah 3

7. [a] Jelaskan segitiga-segitiga yang menggambarkan faktor-faktor yang mempengaruhi rekabentuk komponen dan kelakuan bahan dalam komponen.

(20 markah)

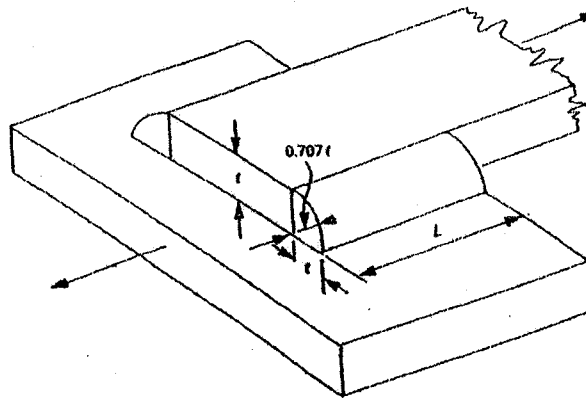
- [b] Rajah 4 dalam Lampiran 4 menunjukkan contoh-contoh rekabentuk aci yang tidak wajar kerana boleh menyebabkan peningkatan tumpuan tegasan dalam struktur.

- (i) Bagi setiap rekabentuk, jelaskan kenapa rekabentuk tersebut dikatakan tidak wajar.
- (ii) Dengan menggunakan bantuan lakaran, cadangkan tindakan pembetulan untuk menghasilkan rekabentuk yang lebih baik supaya tumpuan tegasan dapat diminimumkan.

Kepilkan Lampiran 4 bersama skrip jawapan anda.

(50 markah)

- [c] Satu kepingan keluli telah dikimpal secara sambungan sisi (*lap joint*) kepada keluli dasar seperti dalam Rajah 5. Berdasarkan kod AWS, kirakan panjang kimpalan yang diperlukan sekiranya muatan beban yang perlu disokong ialah 270 kN dan tebal kepingan keluli tersebut ialah 12 mm. Kekuatan tegangan elektrod kimpalan yang digunakan ialah 414 MPa.



Rajah 5

(30 markah)

LAMPIRAN 1

Jadual 2 - kesan kemas permukaan & UTS kepada faktor kemas permukaan untuk keluli.

UTS	Forged $R_a = 500-125$	Hot rolled $R_a = 250-63$	Machined or cold drawn $R_a = 125-32$	Ground $R_a = 63-4$	Polished $R_a < 16$
420 MPa (60 ksi)	0.54	0.70	0.84	0.90	1.00
700 MPa (100 ksi)	0.40	0.55	0.74	0.90	1.00
1000 MPa (143 ksi)	0.32	0.45	0.68	0.90	1.00
1400 MPa (200 ksi)	0.25	0.36	0.64	0.90	1.00
1700 MPa (243 ksi)	0.20	0.30	0.60	0.90	1.00

Faktor saiz, k_b :

$k_b = 1.0$ untuk komponen berdiameter kurang dari 10 mm

$k_b = 0.9$ untuk diameter dalam julat 10 – 50 mm

$k_b = 1 - [(D - 0.03)/15]$ diameter D dalam inci, untuk julat 50 – 225 mm.

Faktor kebolehpercayaan (reliability factor), k_c :

$k_c = 0.900$ untuk 90% kebolehpercayaan

$k_c = 0.814$ untuk 99% kebolehpercayaan

$k_c = 0.752$ untuk 99.9% kebolehpercayaan

Faktor beban, k_e :

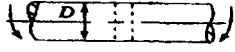
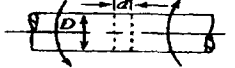
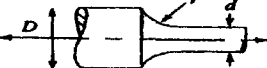



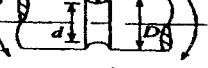

$k_e = 1$ untuk kegunaan melibatkan lenturan

$k_e = 0.9$ untuk beban sepaksi

$k_e = 0.58$ untuk beban kilasan

LAMPIRAN 2

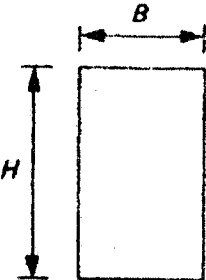
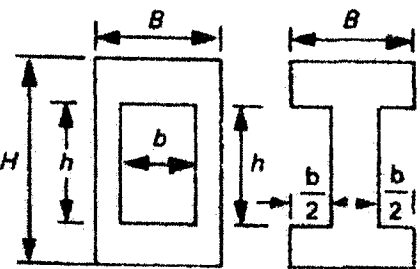
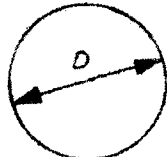
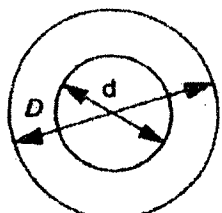
Jadual 3 - Nilai faktor kepekatan tegasan (K_f)

Component shape	Value of critical parameter	K_f	
Round shaft with transverse hole Bending	 D/d	$= 0.025$	2.65
		$= 0.05$	2.50
		$= 0.10$	2.25
		$= 0.20$	2.00
Torsion	 D/d	$= 0.025$	3.7
		$= 0.05$	0.36
		$= 0.10$	3.3
		$= 0.20$	3.0
Round shaft with shoulder Tension	 D/d	$= 1.5, r/d = 0.05$	2.4
		$r/d = 0.10$	1.9
		$r/d = 0.20$	1.55
	D/d	$= 1.1, r/d = 0.05$	1.9
		$= 0.10$	1.6
		$= 0.20$	1.35
Bending	 D/d	$= 1.5, r/d = 0.05$	2.05
		$r/d = 0.10$	1.7
		$r/d = 0.20$	1.4
	D/d	$= 1.1, r/d = 0.05$	1.9
		$r/d = 0.10$	1.6
		$r/d = 0.20$	1.35
Torsion	 D/d	$= 1.5, r/d = 0.05$	1.7
		$r/d = 0.10$	1.45
		$r/d = 0.20$	1.25
	D/d	$= 1.1, r/d = 0.05$	1.25
		$r/d = 0.10$	1.15
		$r/d = 0.20$	1.1
Grooved round bar Tension	 D/d	$= 1.1, r/d = 0.05$	2.35
		$r/d = 0.10$	2.0
		$r/d = 0.20$	1.6
Bending	 D/d	$= 1.1, r/d = 0.05$	2.35
		$r/d = 0.10$	1.9
		$r/d = 0.20$	1.5
Torsion	 D/d	$= 1.1, r/d = 0.05$	1.65
		$r/d = 0.10$	1.4
		$r/d = 0.20$	1.25

Jadual 4 - Nilai perbandingan bagi kekuatan lesu bagi bahan kejuruteraan

Material	Tensile strength		Endurance limit		Endurance ratio ¹⁰
	(MPa)	(ksi)	(MPa)	(ksi)	
Ferrous alloys					
AISI 1010, normalized	364	52.8	186	27	0.46
1025, normalized	441	64	182	26.4	0.41
1035, normalized	539	78.2	238	34.5	0.44
1045, normalized	630	91.4	273	39.6	0.43
1060, normalized	735	106.6	315	45.7	0.43
1060, oil Q, tempered	1295	187.8	574	83.3	0.44
3325, oil Q, tempered	854	123.9	469	68	0.55
4340, oil Q, tempered	952	138.1	532	77.2	0.56
8640, oil Q, tempered	875	126.9	476	69	0.54
9314, oil Q, tempered	812	177.8	476	69	0.59
302, annealed	560	81.2	238	34.5	0.43
316, annealed	560	81.2	245	35.5	0.44
431, quenched, tempered	798	115.7	336	48.7	0.42
ASTM 20 gray cast iron	140	20.3	70	10.2	0.50
30 gray cast iron	210	30.5	102	14.8	0.49
60 gray cast iron	420	61	168	24.4	0.40
Nonferrous alloys					
AA 2011-T8	413	59.9	245	35.5	0.59
2024, annealed	189	27.4	91	13.2	0.48
6061-T6	315	45.7	98	14.2	0.31
6063-T6	245	35.5	70	10.2	0.29
7075-T6	581	84.3	161	23.4	0.28
214 As cast	175	25.4	49	7.1	0.28
380 Die-cast	336	48.7	140	20.3	0.42
Phosphor bronze, annealed	315	45.7	189	27.4	0.60
hard drawn	602	87.3	217	31.5	0.36
Aluminum bronze, quarter hard	581	84.3	206	29.9	0.35
Incoloy 901, at 650°C (1202°F)	980	142.1	364	52.8	0.37
Udimet 700, at 800°C (1472°F)	910	132	343	49.7	0.38
Reinforced plastics					
Polyester-30% glass	123	17.8	84	12.2	0.68
Nylon 66-40% glass	200	29	62.7	9.1	0.31
Polycarbonate-20% glass	107	15.5	34.5	5	0.32
40% glass	131	19	41.4	6	0.32

LAMPIRAN 3

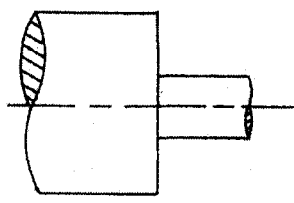
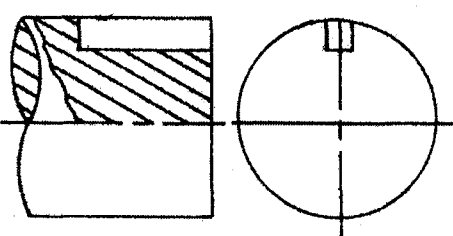
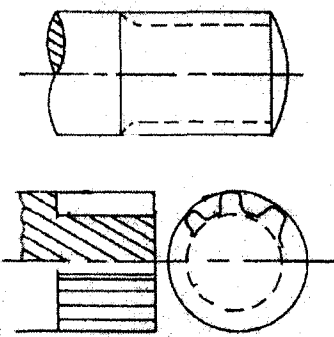
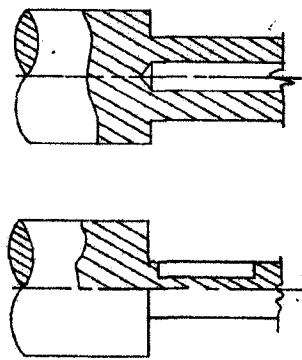
Bentuk	Formula bagi I	Nilai bagi geometri yang berbeza
	$\frac{BH^3}{12}$	$H/B = 1$ $I = 833$ $H/B = 2$ $I = 1650$ $H/B = 3$ $I = 2511$ $H/B = 4$ $I = 3333$
	$\frac{BH^3 - bh^3}{12}$	$H = 19$ $B = 10$ $h = 15$ $b = 6$ $H = 21$ $B = 8$ $h = 17$ $b = 4$
	$\frac{\pi D^4}{64}$	$D = 11.29$
	$\frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}$	$D = 20$ $d = 16.5$

Rajah 2 : Kesan bentuk terhadap nilai momen inertia kedua bagi rasuk yang dilentur

LAMPIRAN 4

Pastikan Lampiran 4 disertakan bersama skrip jawapan

Angka Giliran : _____

Rekabentuk yang kurang baik	Rekabentuk yang lebih baik
<p>(a)</p> 	
<p>(b)</p> 	
<p>(c)</p> 	
<p>(d)</p> 	

Rajah 4