



# UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN MALAYSIA

## PEPERIKSAAN AKHIR SEMESTER I SESI 2010/2011

NAMA KURSUS	:	PEMILIHAN BAHAN KEJURUTERAAN
KOD KURSUS	:	BDA 20402 / BDA 2042
PROGRAM	:	2 BDD
TARIKH PEPERIKSAAN	:	NOVEMBER/DISEMBER 2010
JANGKA MASA	:	2 JAM
ARAHAN	:	JAWAB <b>EMPAT (4)</b> DARIPADA <b>LIMA (5)</b> SOALAN

KERTAS SOALAN INI MENGANDUNGI EMPAT BELAS (14) MUKA SURAT

- S1** (a) Bagaimanakah rekabentuk industri dapat memantapkan lagi kualiti bagi suatu rekabentuk mekanikal?  
(5 markah)
- (b) (i) Terangkan hubungkait di antara bahan, fungsi, bentuk dan proses.  
(4 markah)
- (ii) Bincangkan konsep 'sumber maklumat' menerusi lakaran yang sesuai.  
(8 markah)
- (c) Bincangkan konsep 'penguraian fungsi' dalam pemilihan bahan.  
(8 markah)

- S2** (a) Apakah ciri-ciri 'produk yang berjaya'?  
(5 markah)
- (b) Satu bahan yang terdiri daripada sebatian unsur-unsur logam dan bukan logam. Cadangkan pengkelasan bahan yang sesuai dan berikan alasan ringkas.  
(5 markah)
- (c) Jika X ialah satu komposisi aloi dalam sistem fasa AB seperti di dalam **Rajah S2(c)**, anggarkan suhu maksimum untuk proses penempaan bagi aloi X. Beri alasan yang sesuai.  
(5 markah)

- (d) Sebuah kotak misteri mengandungi campuran kiub-kiub aluminium, keluli, kuprum dan polistirena. Semua kiub adalah sama saiz dan warna. Cadangkan kaedah pengasingan yang mudah dan murah bagi semua kiub berkenaan tanpa mengubah sifat atau merosakkan bahan berkenaan. Ciri-ciri asal bahan-bahan di dalam kotak tersebut adalah seperti berikut:

<u>Bahan</u>	<u>Bentuk fizikal</u>	<u>Dimensi</u>	<u>Ketumpatan teori</u>
Aluminium	Padat	1 cm x 1 cm x 1 cm	2.70 g/cm <sup>3</sup>
Keluli	Berongga (tertutup)	1 cm x 1 cm x 1 cm; tebal dinding kiub 0.1 cm	7.88 g/cm <sup>3</sup>
Kuprum	Berongga (tertutup)	1 cm x 1 cm x 1 cm; tebal dinding kiub 0.01 cm	8.96 g/cm <sup>3</sup>
Polistirena	Padat	1 cm x 1 cm x 1 cm	1.05 g/cm <sup>3</sup>

(10 markah)

- S3** (a) Logam Ferus terbahagi kepada dua kumpulan utama berdasarkan kepada kandungan karbon
- (i) Senaraikan kelas utama bagi logam ferus yang mengandungi unsur karbon kurang daripada 2%  
(4 markah)

- (ii) Apakah perbezaan di antara keluli alat dan keluli nirkarat? Berikan kriteria pemilihan bagi kedua-dua bahan tersebut.  
(5 markah)
- (b) Logam bukan ferus menunjukkan sifat fizikal dan mekanikal yang baik.
- (i) Senaraikan EMPAT (4) jenis logam bukan ferus berserta dengan sifat utamanya.  
(6 markah)
- (ii) Terangkan kelebihan penggunaan titanium di dalam pengaplikasian kapal terbang/pesawat  
(3 markah)
- (c) Syarikat ABC ingin mengenalpasti keluli yang sesuai untuk merekabentuk sebuah mini bangunan. Rekabentuk ini memerlukan rod yang mempunyai 50 mm ukuran diameter dengan kekerasan minimum sebanyak 1500 MPa kekuatan tegangan pada kedudukan  $\frac{3}{4}$  jejari daripada garisan pusat keluli tersebut. Kemudian, keluli akan dirawat haba di dalam atmosfera tanpa penskalaan dan dilindap kejut secara pengadukan dalam larutan minyak pada halaju setara 200 ft/min. Sila rujuk **Rajah S3(c)(i)-(iv)** dan **Jadual 1**.
- (i) Apakah nilai kekerasan *as-quenched*?  
(2 markah)
- (ii) Apakah kadar penyejukan setaraan Jominy,  $J_{ec}$ ?  
(2 markah)
- (iii) Senaraikan kemungkinan keluli aloi yang memenuhi kehendak mereka  
(3 markah)
- S4** (a) Proses penyebatian antara polivinil klorida (PVC) dan akrilonitril-butadiena-stirena (ABS) menghasilkan PVC/ABS yang mempunyai rintangan yang baik terhadap kebakaran dan hentaman.
- (i) Terangkan perbezaan antara proses pengaloiian dan pengadunan di dalam bahan polimer  
(3 markah)
- (ii) Apakah peranan utama bagi bahan tambah atau pengisi semasa proses penyebatian. Sila berikan TIGA (3) jenis bahan tambah atau pengisi berserta dengan contoh.  
(5 markah)
- (b) Satu sampel seramik tersinter mempunyai berat 385 gram semasa dalam keadaan kering, 273 gram semasa direndam dalam air, dan 391 gram semasa dalam keadaan basah. Ketumpatan sebenar bagi seramik ini adalah  $3.71 \text{ Mg/m}^3$ . Kirakan peratusan:

- (i) keliangan ketara (3 markah)
- (ii) jumlah keliangan. (3 markah)
- (iii) pecahan keliangan tertutup. (3 markah)
- (c) Epoksi diisikan dengan 40 peratus berat Kevlar-49. Ketumpatan bagi Kevlar-49 adalah  $1.44 \text{ g/cm}^3$  dan epoksi adalah  $1.25 \text{ g/cm}^3$ . Dengan menggunakan peraturan percampuran, kirakan:
- (i) isipadu bagi epoksi (2 markah)
- (ii) jumlah isipadu campuran (3 markah)
- (iii) ketumpatan campuran berkenaan (3 markah)
- S5** (a) Seorang pelajar ingin mempermudah penggunaan pembalik burger dengan merekabentuk satu spatula yang lebih baik. Terdapat dua kekangan yang perlu dipatuhi bagi membolehkan alat pembalik burger tersebut berfungsi dengan baik iaitu:
- Pesongan hujung ( $\delta$ ) semasa dikenakan beban ( $F$ ) mestilah kurang dari  $\delta_o$ , dan
  - Pengaliran haba ( $h$ ) ke pemegang dari permukaan memasak mestilah kurang dari  $h_o$  bagi perbezaan suhu  $\Delta T$ .
- Bagi memastikan pembalik burger itu sangat berguna, kosnya mesti semimumum mungkin. Anggap pembalik burger berbentuk silinder dengan radius ( $R$ ) dan panjang yang tetap ( $L$ ). Kenalpasti fungsi, objektif, kekangan dan pembolehubah bebas bagi rekabentuk ini. Rujuk **Rajah S5 (a)**. (5 markah)
- (b) Anda dikehendaki memilih bahan bagi tali berbentuk silinder yang berfungsi seperti pegas kenyal bagi skala penimbang ikan. Bagi mengoptimumkan prestasi, pemanjangan ( $\Delta L$ ) tali semestinya maksimum bila dikenakan beban ( $F$ ) untuk mendapatkan kepekaan yang baik bagi perbezaan berat ikan yang kecil. Pada masa yang sama, tali tidak putus ketika menyukat berat ikan yang paling besar bagi julat skala penimbang yang direkabentuk ( $F_{max}$ ). Bagi kekangan kedua, berat tali mestilah kurang dari  $Wt$ . Panjang tali adalah tetap

(L). Bagi kekenyalan tegangan terikan,  $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} = \frac{\sigma}{E}$ , tegangan tegasan ialah  $\sigma = \frac{F}{\pi R^2}$  dan isipadu silinder ialah  $\pi R^2 L$ . Rujuk **Rajah S5(b)**.

- (i) Tulis persamaan bagi matlamat rekabentuk (penunjuk prestasi). (4 markah)
- (ii) Tulis persamaan bagi kekangan #1 (beban kegagalan). (3 markah)
- (iii) Tulis persamaan bagi kekangan #2 (berat/jisim) (4 markah)
- (iv) Terbitkan Kriteria Pemilihan Bahan ( $M_1$ ) dari kekangan #1. (5 markah)
- (v) Terbitkan Kriteria Pemilihan Bahan ( $M_2$ ) dari kekangan #2. (5 markah)

- Q1** (a) How industrial design can establish the quality of a mechanical design?  
(5 marks)
- (b) (i) Explain the relationship between material, function, shape and process.  
(4 marks)
- (ii) Discuss 'source of information' concept via suitable diagram.  
(8 marks)
- (c) Discuss 'function decomposition' concept in materials selection  
(8 marks)
- Q2** (a) What are the criterias for a 'successful product'?  
(5 marks)
- (b) A material contains a compound of metallic and non-metallic elements. Suggest a suitable class of materials and give a brief reason.  
(5 marks)
- (c) If X is an alloy composition in AB phase system which is given in **Figure S2(c)**, estimate the maximum processing temperature for forging process of X. Give suitable reasons.  
(5 marks)
- (d) A mysterious box consists a mixture of aluminium, steel, copper and polystyrene cubes. All cubes are supposed to have the same size and colour. Suggest a simple and low-cost method to separate all cubes without changing the materials' properties and physical conditions. The basic characteristics of the materials in the box are as follows:
- | <u>Material</u> | <u>Physical shape</u> | <u>Dimension</u>                                   | <u>Theoretical density</u> |
|-----------------|-----------------------|--|----------------------------|
| Aluminium       | Solid                 | 1 cm x 1 cm x 1 cm                                 | 2.70 g/cm <sup>3</sup>     |
| Steel           | Hollow (closed)       | 1 cm x 1 cm x 1 cm;<br>Cube wall thickness 0.1 cm  | 7.88 g/cm <sup>3</sup>     |
| Copper          | Hollow (closed)       | 1 cm x 1 cm x 1 cm;<br>Cube wall thickness 0.01 cm | 8.90 g/cm <sup>3</sup>     |
| Polystyrene     | Solid                 | 1 cm x 1 cm x 1 cm                                 | 1.05 g/cm <sup>3</sup>     |
- (10 marks)
- Q3** (a) Ferrous metals are divided into two main groups based on the contribution of the carbon content.
- (i) List major classes of ferrous metals with carbon content less than 2%.  
(4 marks)
- (ii) What is the difference between tool steel and stainless steel? Give the selection criteria of both materials.  
(5 marks)

- (b) Non-ferrous metals exhibit excellent physical and mechanical properties.
- (i) List FOUR(4) types of the non-ferrous metals with their major properties. (6 marks)
  - (ii) Explain the advantages of using titanium in the aircraft application (3 marks)
- (c) ABC company needs to determine the optimum steel to be used for their design on a miniature building. The design requires a 50 mm round with a maximum hardness of 1500 MPa tensile strength at about a  $\frac{3}{4}$  radius position in the cross section. The steel will be heat treated in non-scaling atmosphere and will be quenched in an agitated oil bath at velocity of 200 ft/min. **Note:** Please refer **Figure Q3(c)(i)-(iv)** and **Table 1**.
- (i) What is the value of as-quenched hardness? (2 marks)
  - (ii) What is the Jominy equivalent cooling rate,  $J_{ec}$ ? (2 marks)
  - (iii) List the possible alloy steels that can fulfil their requirement (3 marks)
- Q4** (a) The compounding process between Polyvinyl Chloride (PVC) and Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) resulted in PVC/ABS with a good flame and impact resistance behaviour.
- (i) Explain the difference between the alloying and blending process in the polymeric materials. (3 marks)
  - (ii) What is the main role of the additive or filler during the compounding process? Please indicate three (3) types of additive or filler group with the example. (5 marks)
- (b) A sample of sintered ceramic weight 385 grams when dry, 273 grams when suspended in water, and 391 grams when wet. The true density of a ceramic is  $3.71 \text{ Mg/m}^3$ . Calculate the percentage of:
- (i) apparent porosity. (3 marks)
  - (ii) total porosity. (3 marks)

(iii) fraction of closed porosity. (3 marks)

(c) Epoxy is filled with 40 weight percent of Kevlar-49. The density of Kevlar-49 is  $1.44 \text{ g/cm}^3$  and epoxy is  $1.25 \text{ g/cm}^3$ . Using the rules of mixtures, calculate:

(i) volume of epoxy (2 marks)

(ii) total volume of the mixture (3 marks)

(iii) the density of the mixture (3 marks)

**Q5** (a) A student wants to ease the application of burger-flippers by designing a better spatula. To work well, the burger flipping tool must meet two constraints:

- The end deflection ( $\delta$ ) while under load ( $F$ ) must be less than  $\delta_o$ , and
- The heat conducted ( $h$ ) up the handle from the cook surface must be less than  $h_o$  for the temperature difference of  $\Delta T$ .

To make the flipper useful, it must cost as little as possible. Assume the flipper to be a cylinder of radius ( $R$ ) and fixed length ( $L$ ). Identify the function, objective, constraint(s) and free variable(s) for this design case. Refer **Figure Q5(a)**.

(5 marks)

(b) You must choose a material for the cylindrical tie that acts as an elastic spring in a fish weighing scale. To optimize the performance, the elongation ( $\Delta L$ ) of the tie should be maximized for a given load ( $F$ ) in order to have a good sensitivity to small differences in fish weight. At the same time, the tie must not fail when holding the largest fish for which the scale is designed ( $F_{\max}$ ). As a second constraint, the weight of the tie must be less than  $Wt$ . The length

of the tie ( $L$ ) is fixed. For elastic tensile strain,  $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} = \frac{\sigma}{E}$ , the tensile stress

is  $\sigma = \frac{F}{\pi R^2}$ , and the volume of a cylinder is  $\pi R^2 L$ . Refer **Figure Q5(b)**

(i) Write an equation for the design goal (measure of performance) (4 marks)

(ii) Write an equation for constraint #1 (failure load) (3 marks)

(iii) Write an equation for constraint #2 (weight/mass) (4 marks)

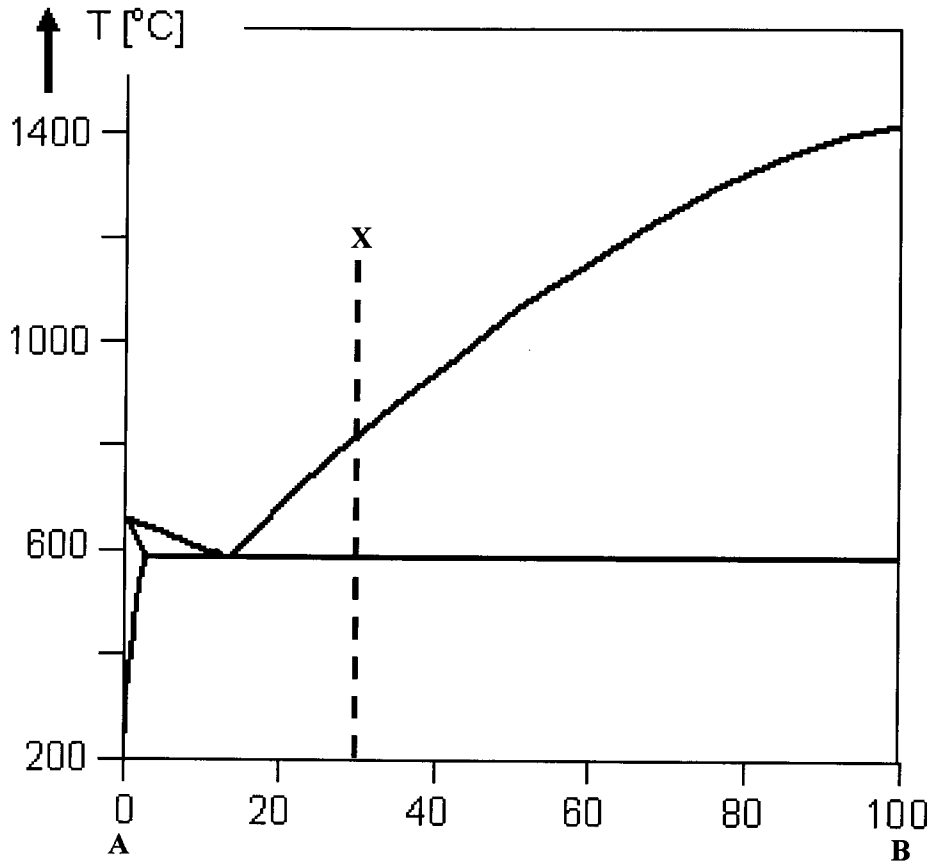


- iv) Derive the Materials Selection Criterion ( $M_1$ ) from constraint #1  
(5 marks)
- v) Derive the Materials Selection Criterion ( $M_2$ ) from constraint #2.  
(5 marks)

**PEPERIKSAAN AKHIR**

SEMESTER / SESI : SEM I / 2010/2011  
KURSUS : PEMILIHAN BAHAN  
KEJURUTERAAN

PROGRAM : 2 BDD  
KOD KURSUS : BDA 20402 / BDA 2042

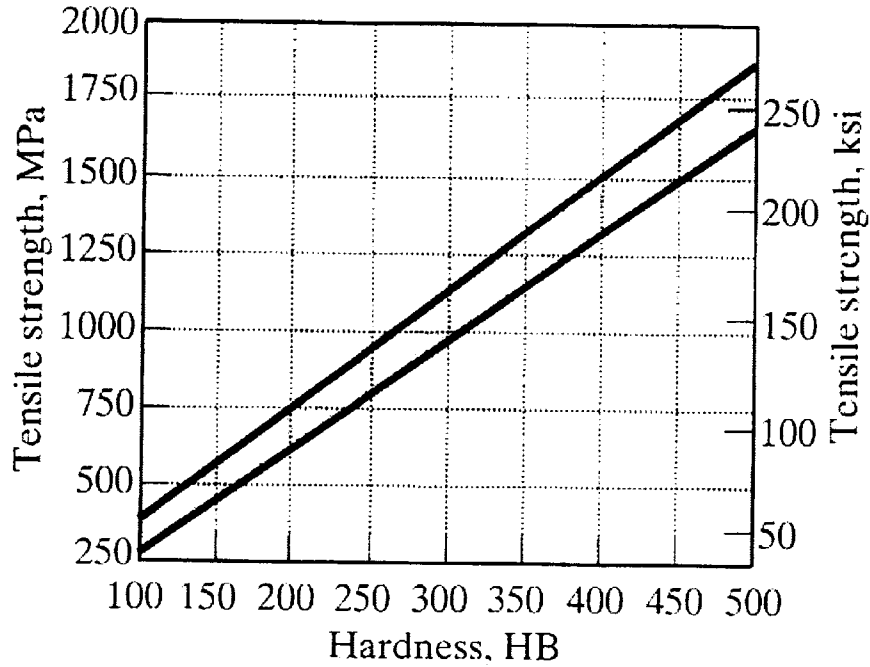


**RAJAH S2(c) / FIGURE Q2(c)**

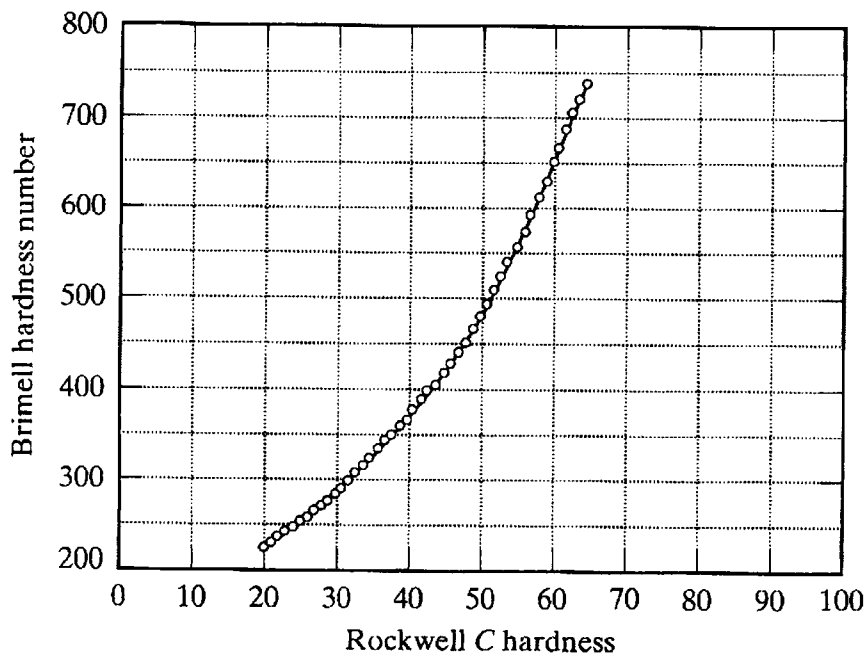
**PEPERIKSAAN AKHIR**

SEMESTER / SESI : SEM I / 2010/2011  
 KURSUS : PEMILIHAN BAHAN  
 KEJURUTERAAN

PROGRAM : 2 BDD  
 KOD KURSUS : BDA 20402 / BDA 2042



**RAJAH S3(c)(i) / FIGURE Q3(c)(i)**

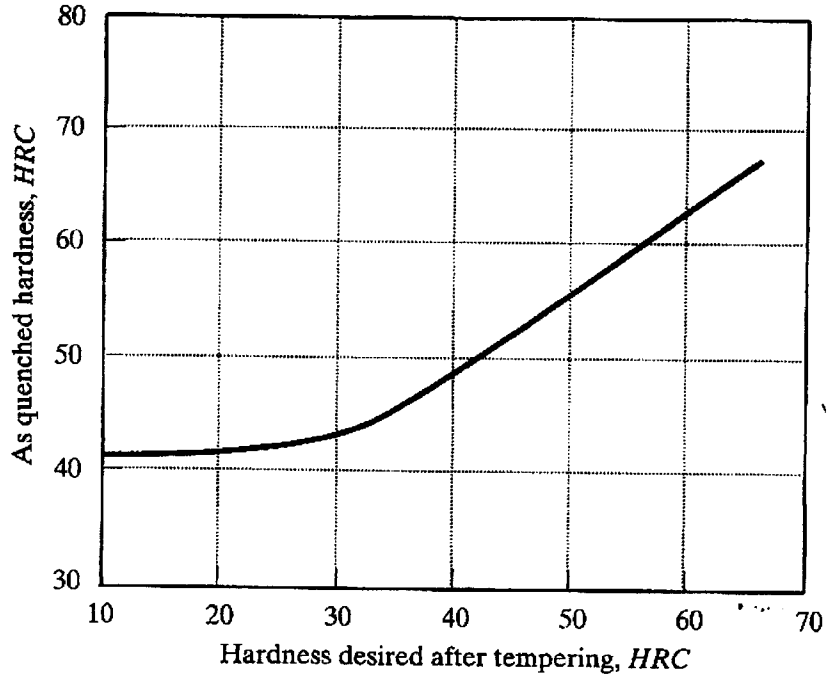


**RAJAH S3(c)(ii) / FIGURE Q3(c)(ii)**

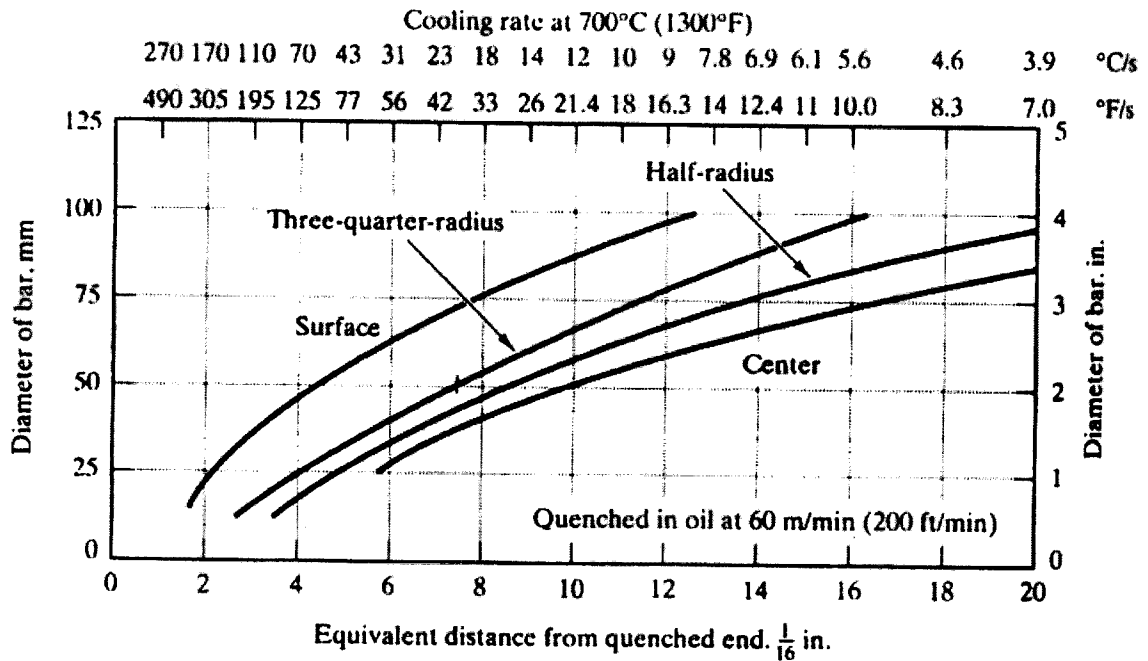
**PEPERIKSAAN AKHIR**

SEMESTER / SESI : SEM I / 2010/2011  
 KURSUS : PEMILIHAN BAHAN  
 KEJURUTERAAN

PROGRAM : 2 BDD  
 KOD KURSUS : BDA 20402 / BDA 2042



**RAJAH S3(c)(iii) / FIGURE Q3(c)(iii)**



**RAJAH S3(c)(iv) / FIGURE Q3(c)(iv)**

## PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER / SESI : SEM I / 2010/2011  
 KURSUS : PEMILIHAN BAHAN  
 KEJURUTERAAN

PROGRAM : 2 BDD  
 KOD KURSUS : BDA 20402 / BDA 2042

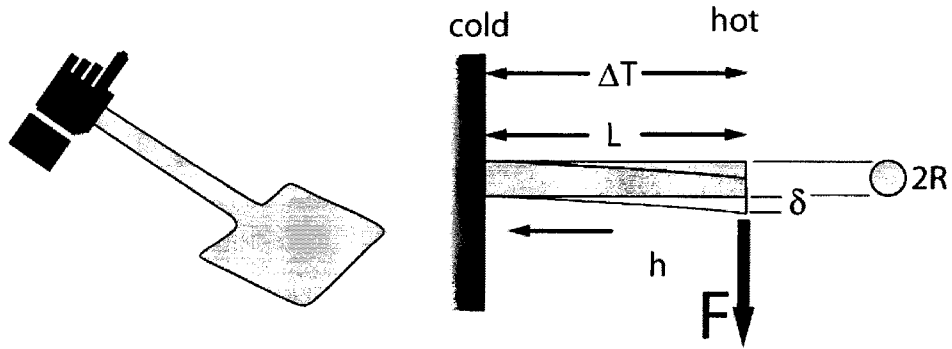
JADUAL 1 / TABLE 1

Distance from quenched end, 1/16th in.	H steels with a minimum hardenability curve that intersects the specified hardness at the indicated distance from the quenched end of the hardenability specimen	Distance from quenched end, 1/16th in.	H steels with a minimum hardenability curve that intersects the specified hardness at the indicated distance from the quenched end of the hardenability specimen
<b>40 HRC (Continued)</b>		<b>45 HRC (Continued)</b>	
10 $\frac{1}{2}$	6150, 50B60	13	8653, 8660
11	4140	14	9840, 4145
11 $\frac{1}{2}$	81B45, 8650, 5152	16	85B45, 4147
12	86B30	17	4337
13	51B60	18	4150
14	8655	22	4340
15	4142	26	4161
15 $\frac{1}{2}$	8750	30	E4340
18	4145, 8653, 8660	36	9850
19	9840, 86B45		<b>50HRC</b>
20	4147	1	4032, 5132, 1038
24	4337, 4150	1 $\frac{1}{2}$	1335, 5135, 8635, 4037, 1042, 1146, 1045
32	4340	2	4135, 1541, 15B35, 15B37
36+	E4340, 9850	2 $\frac{1}{4}$	1050
<b>45 HRC</b>		2 $\frac{1}{2}$	4042
1	4027, 4028, 8625	3	8637, 5140, 5046, 4047
1 $\frac{1}{2}$	8627, 1038	3 $\frac{1}{2}$	4137, 1141, 1340
2	4032, 1042, 1146, 1045	4	4640, 5145, 50B46
2 $\frac{1}{2}$	4130, 5130, 8630, 4037, 1050, 5132	4 $\frac{1}{2}$	8640, 8740, 4053, 9260
3	1330, 5046, 1541	5	8642, 4063, 1345, 50B40
3 $\frac{1}{4}$	1050	5 $\frac{1}{2}$	8742, 6145, 5150, 4068
3 $\frac{1}{2}$	1335, 5135, 4042, 4047	6	4140, 8645
4	8635, 1141	6 $\frac{1}{2}$	9261, 50B44, 5155
5	8637, 1340, 5140, 50B46, 4053, 9260, 15B37	7	5147, 6150
5 $\frac{1}{2}$	5145, 4063	7 $\frac{1}{2}$	5160, 9262, 50B50
6	4135, 4640, 4068, 1345	8	4142, 81B45, 8650
6 $\frac{1}{2}$	8640, 8740, 5150, 94B30	8 $\frac{1}{2}$	5152, 50B60
7	4137, 8642, 6145, 9261, 50B40	9 $\frac{1}{2}$	4337, 8750, 8655
7 $\frac{1}{2}$	8742, 50B44, 5155	10	4145, 51B60
8	8645, 5147	10 $\frac{1}{2}$	9840
8 $\frac{1}{2}$	4140, 6150, 5160, 9262, 50B50	11	8653, 8660
9	50B60	11 $\frac{1}{2}$	8645
9 $\frac{1}{2}$	81B45, 8650, 86B30	12	85B45
10	5152	13	4340, 4147
11	51B60, 8655	14	4150
11 $\frac{1}{2}$	4142	20	E4340
12	8750	22	9850, 4161

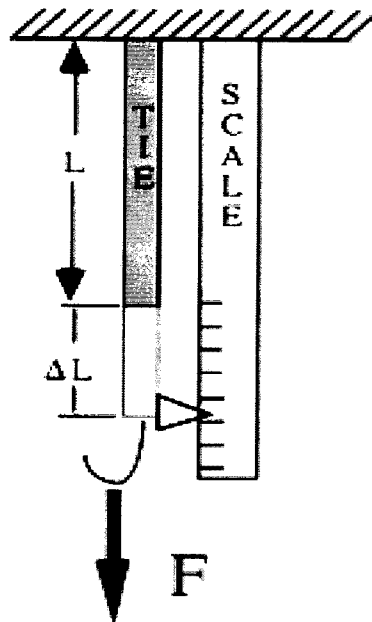
**PEPERIKSAAN AKHIR**

SEMESTER / SESI : SEM I / 2010/2011  
KURSUS : PEMILIHAN BAHAN  
KEJURUTERAAN

PROGRAM : 2 BDD  
KOD KURSUS : BDA 20402 / BDA 2042



**RAJAH S5(a) / FIGURE S5(a)**



**RAJAH S5(b) / FIGURE S5(b)**