
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2005/2006

November 2005

EBB 440/4 - Metalurgi Gunaan

Masa : 3 jam

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

Kertas soalan ini mengandungi **TUJUH** soalan, **EMPAT** soalan di **BAHAGIAN A** dan **TIGA** soalan di **BAHAGIAN B**.

Jawab **LIMA** soalan. Jawab **DUA** soalan dari **BAHAGIAN A**, **DUA** soalan dari **BAHAGIAN B** dan **SATU** soalan dari mana-mana bahagian. 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.

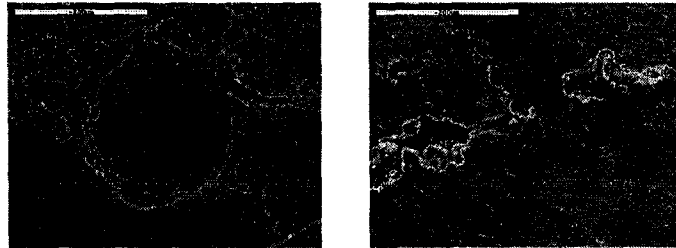
Semua soalan mesti dijawab dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

BAHAGIAN A

1. [a] Rajah 1 memberikan beberapa kecacatan lazim yang berlaku di dalam proses pembentukan logam (gelekan, tempaan dan penyemperitan). Terangkan mengapa ia terjadi dan apakah langkah-langkah yang boleh diambil untuk mengatasi masalah tersebut. (Sila rujuk Lampiran 1)
- (50 markah)
- [b] Produk P/M biasanya menghadapi masalah variasi ketumpatan dan juga keliangan yang agak tinggi berbanding proses pembentukan logam. Terangkan mengapa dan apakah yang boleh dilakukan bagi mengatasi masalah ini.
- (25 markah)
- [c] Terangkan mengapa komponen P/M biasanya digunakan untuk elemen-elemen mesin yang memerlukan ciri-ciri geseran dan haus yang baik dan untuk pengeluaran secara banyak (kadar keluaran tinggi).
- (25 markah)

2. [a] Rajah 2 di bawah memberikan 2 jenis kecacatan yang lazim dijumpai di dalam hasil tuangan. Terangkan mengapa kecacatan-kecacatan ini boleh terjadi dan apakah langkah-langkah yang boleh diambil untuk mengatasi masalah tersebut.



Rajah 2 - Dua kecacatan lazim tuangan.

(40 markah)

- [b] Seorang pelajar menjalankan eksperimen tuangan dengan menuangkan logam aluminum aloi A 356 ke dalam acuan pasir. Aras logam di dalam besin penuangan (*pouring basin*) ialah 20 cm di atas aras logam yang berada di dalam acuan. *Runner* berbentuk bulat digunakan dengan diameter 1.25 cm. Apakah halaju dan kadar alir logam memasuki acuan? Adakah aliran ini lamina atau bergelora? Diberi ketumpatan, $\rho = 2.71 \text{ g/cm}^3$ dan kelikatan, $\eta = 3 \times 10^5 \text{ Pa s}$.

(30 markah)

- [c] Kirakan daya tempaan bagi satu benda kerja keluli 1020 berbentuk silinder pejal dengan diameter 125 mm dan tinggi 90 mm. Ketinggian asal silinder tersebut akan dikurangkan kepada 30%. Diberi $\mu = 0.2$. Rajah 3 menunjukkan keluk tegasan-terikan sebenar dalam tegangan bagi beberapa logam pada suhu bilik. (Sila rujuk Lampiran 2)

(30 markah)

...4/-

3. [a] (i) Menggunakan Hukum Chvorinov dengan nilai $n = 2$, kirakan dimensi *riser* yang berkesan untuk hasil tuangan plat empat segi berukuran 5 cm x 10 cm x 15 cm. *Riser* adalah jenis *side riser (blind type)* di mana *riser* tidak bersambung dengan tuangan kecuali melalui get dan *runner*. *Riser* adalah berbentuk silinder dengan nisbah tinggi/diameter ialah $H/D = 1.5$.
- (ii) Tukarkan kedudukan *riser* kepada jenis *top riser (open type)* supaya *riser* terletak di atas plet empat segi tuangan, dengan permukaan bulat dasar *riser* adalah sebahagian daripada permukaan tuangan. Kirakan saiz *riser* yang baru ini. Yang mana satukah di antara kedua-dua jenis *riser* ini yang lebih berkesan?

(40 markah)

- [b] Jadual 1 memberikan ciri beberapa komponen yang perlu dihasilkan oleh sebuah kilang pengeluaran. Sebagai jurutera kanan yang bertanggungjawab menguruskan projek penghasilan itu, cadangkan kaedah penghasilan yang paling baik bagi setiap komponen. Bincangkan cadangan anda dengan memberikan kelebihan dan kekurangan proses yang dipilih berdasarkan ciri komponen. Tulis laporan yang anda perlu berikan kepada pihak pengurusan syarikat.

...5/-

Jadual 1 : Ciri-Ciri Komponen

| Komponen | Saiz | Kerumitan Bentuk | Kadar Pengeluaran | Ketepatan Dimensi | Keperluan lain |
|--------------------------|---------------------|---|---------------------|-------------------|--|
| Komponen penyambung paip | kecil (< 2 kg) | rumit | tinggi | agak tinggi | Perlu mempunyai kemasan permukaan yang baik untuk pengaliran bendalir. |
| Komponen enjin automotif | kecil (< 2 kg) | sederhana | tinggi | tinggi | Sifat mekanikal yang baik diperlukan untuk menjalankan fungsinya. |
| Komponen motor | kecil (< 2 kg) | rendah | tinggi | tinggi | Peratus dan saiz liang terkawal untuk bahan pelincir. |
| Komponen enjin | Agak besar (> 5 kg) | Rumit dengan beberapa bahagian lompong. | sederhana ke tinggi | tinggi | Kemasan permukaan yang baik penting. |

(60 markah)

...6/-

4. [a] (i) Rajah 4 (a) dan (b) memberikan 2 rekabentuk tuangan. Rajah (ii) bagi setiap komponen adalah rekabentuk yang telah diubahsuai dari Rajah (i). Komen mengenai alasan perubahan tersebut.

(Sila rujuk Lampiran 2)

- (ii) Di dalam tuangan yang diberikan dalam Rajah 5, didapati masalah yang sering berlaku ialah liang pada bahagian atas (*boss*). Mengapakah masalah ini berlaku? Tunjukkan bahawa dengan mengubah posisi garis pemisah (*parting line*) acuan tuangan, masalah ini boleh di atasi. Terangkan. (Sila rujuk Lampiran 3)

(50 markah)

- [b] Satu stok wayar dengan diameter asal = 3.175 mm di tarik (*wire drawing*) melalui dua bukaan dai yang setiap satunya memberikan 0.20 pengurangan luas. Bahan logam mula mempunyai koefisien kekuatan, $K = 275.8 \text{ MPa}$ dan eksponen pengerasan terikan, $n = 0.15$. Setiap dai mempunyai sudut masukan (*entrance angle*), $\alpha = 12^\circ$, dan koefisien geseran, μ pada antara-muka bahan kerja - dai dianggarkan sebanyak 0.10. Motor yang menggerakkan drum penggulung wayar (*capstan*) setelah melalui dai setiap satunya boleh memberikan 1.5 kuasa kuda (hp) pada 90% keberkesanan. Tentukan halaju maksimum yang mungkin bagi wayar apabila ia keluar dari dai kedua. Diberi $1 \text{ hp} = 745.7 \text{ W}$ atau Nm/s .

(50 markah)

BAHAGIAN B

5. [a] Perihalkan proses penusukarbonan ke atas keluli karbon rendah. Terangkan mengapa lindapkejut adalah perlu dalam penusukarbonan dan tidak perlu dalam penitridaan.

(40 markah)

- [b] Kemerresapan, D , karbon semasa pengerasan selongsong ditakrifkan oleh perhubungan jenis - Arrhenius

$$D = D_o \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right)$$

iaitu D_o adalah konstan

Q adalah tenaga pengaktifan

R adalah konstan gas

T adalah suhu mutlak

Kepekatan karbon mematuhi hukum kedua resapan Fick, diberikan sebagai

$$\frac{C_s - C_x}{C_s - C_o} = \text{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)$$

iaitu C_s , C_x dan C_o adalah kepekatan di permukaan, di kedalaman x , dan di permulaan proses, menurut urutan, dan t adalah masa dalam saat.

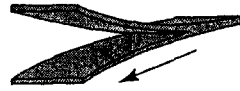
Kira kepekatan karbon di kedalaman 0.2 mm dalam keluli karbon rendah 0.2% C yang telah terkeras selongsong selama 10h pada 850°C. Andaikan kepekatan karbon permukaan adalah 0.9% ($D_o = 25 \text{ mm}^2\text{s}^{-1}$, $Q = 145 \text{ kJ mol}^{-1}$, $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$)

(60 markah)

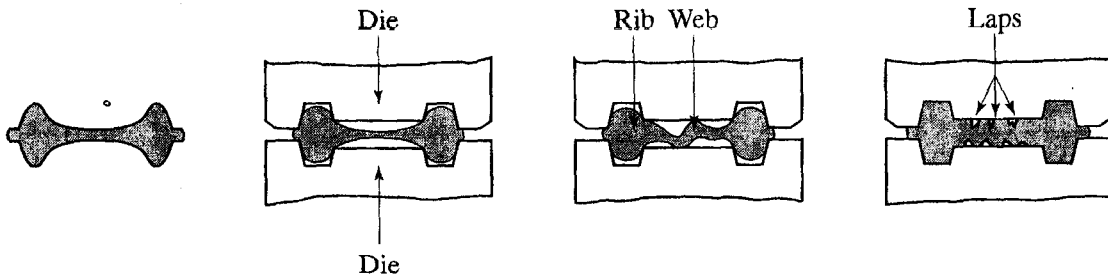
...8/-

6. [a] Senaraikan beberapa sebab penting mengapa bahagian terkilang mesti dibersihkan.
(25 markah)
- [b] Senaraikan proses salutan utama yang lazim digunakan.
(25 markah)
- [c] Bahagian keluli dengan luas permukaan $A = 125 \text{ cm}^2$ akan dilakukan saduran nikel. Apakah ketebalan purata saduran terhasil, jika arus 12 amp dikenakan selama 15 minit dalam mandian elektrolit asid sulfat.
(50 markah)
7. [a] Apakah kelebihan dan kekurangan proses kimpalan berbanding operasi-operasi pemasangan yang lain?
(25 markah)
- [b] Apakah zon terpengaruh haba (HAZ) dalam kimpalan pelakuran?
(25 markah)
- [c] Punca kuasa dalam suatu kelengkapan kimpalan khusus mampu menjana 3500 W yang boleh dipindahkan ke permukaan kerja dengan kecekapan $f_1 = 0.7$. Logam yang hendak dikimpal adalah keluli karbon rendah, yang mempunyai takat lebur $T_m = 1760 \text{ K}$. Kecekapan peleburan dalam operasi ini $f_2 = 0.5$. Suatu kimpal kambi (fillet weld) berterusan mahu dibina dengan luas keratan rentas $A_w = 200 \text{ mm}^2$. Dapatkan laju kembara pada mana operasi kimpalan dapat dicapai.
(50 markah)

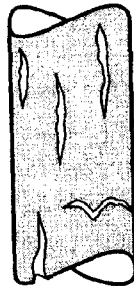
LAMPIRAN 1



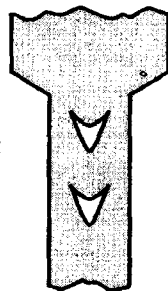
(i) Kecacatan 'Alligatoring'



(ii) Pembentukan Lipatan Pada Bahagian 'Web'



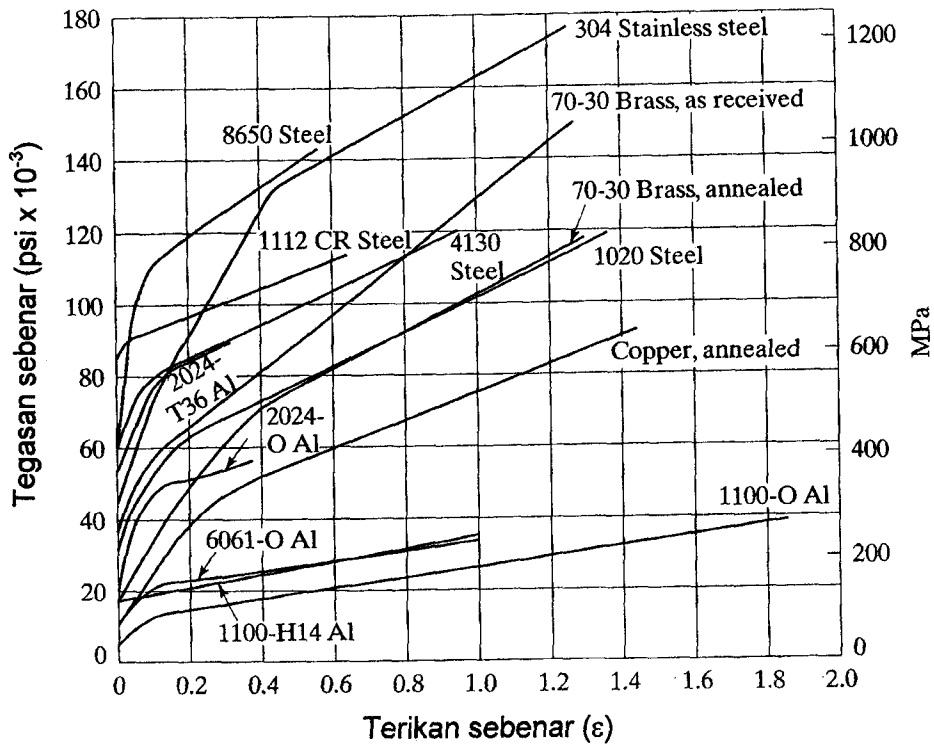
(iii) Retak Permukaan



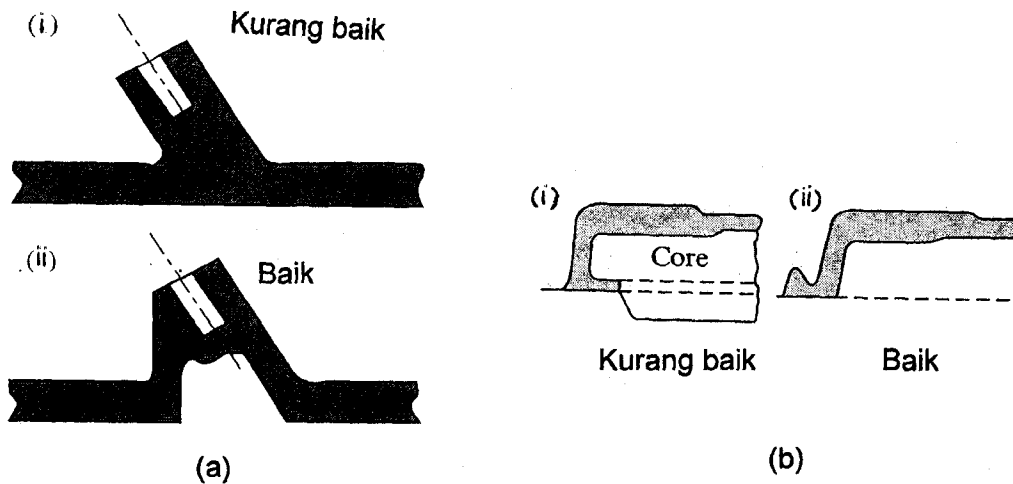
(iv) Pecah Pada Tengah (*Centerburst*)

Rajah 1

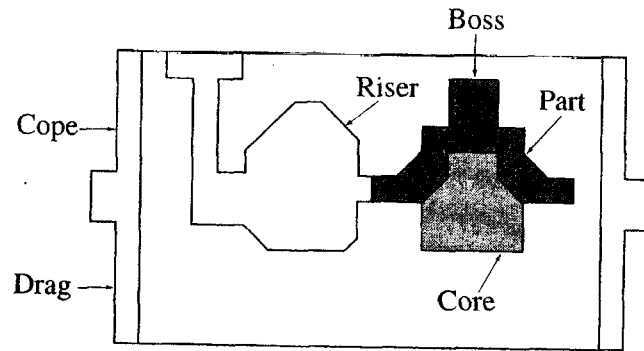
LAMPIRAN 2



Rajah 3



Rajah 4



Rajah 5

LAMPIRAN 4**Table 1 - Table of Error Function**

| y | Erf y |
|-----|--------|
| 0.0 | 0.0000 |
| 0.1 | 0.1125 |
| 0.2 | 0.2227 |
| 0.3 | 0.3286 |
| 0.4 | 0.4284 |
| 0.5 | 0.5205 |
| 0.6 | 0.6039 |
| 0.7 | 0.6778 |
| 0.8 | 0.7421 |
| 0.9 | 0.7969 |
| 1.0 | 0.8427 |
| 1.1 | 0.8802 |
| 1.2 | 0.9103 |
| 1.3 | 0.9340 |
| 1.4 | 0.9523 |
| 1.5 | 0.9661 |
| 1.6 | 0.9764 |
| 1.7 | 0.9838 |
| 1.8 | 0.9891 |
| 1.9 | 0.9928 |
| 2.0 | 0.9953 |

Table 2 - Typical cathode efficiencies in electroplating and values of plating constant C

| Plate Metal ^a | Electrolyte | Cathode Efficiency % | Plating Constant C ^a |
|--------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------|
| | | | mm ³ /amp-s |
| Cadmium (2) | Cyanide | 90 | 6.73×10^{-2} |
| Chromium (3) | Chromium-acid-sulfate | 15 | 2.50×10^{-2} |
| Copper (1) | Cyanide | 98 | 7.35×10^{-2} |
| Gold (1) | Cyanide | 80 | 10.6×10^{-2} |
| Nickel (2) | Acid sulfate | 95 | 3.42×10^{-2} |
| Silver (1) | Cyanide | 100 | 10.7×10^{-2} |
| Tin (4) | Acid sulfate | 90 | 4.21×10^{-2} |
| Zinc (2) | Chloride | 95 | 4.75×10^{-2} |

^aMost common valence given in parenthesis (); this is value assumed in determining the plating constant C. For a different valence, compute the new C by multiplying C value in the table by the most common valence and then dividing by the new valence.

LAMPIRAN 5

Some important equations for heat transfer in welding operations.

$$U_m = KT_m^2$$

U_m is unit energy for melting

K is constant, 3.33×10^{-6} when Kelvin scale is used

T_m absolute melting temperatures

$$H_w = f_1 f_2 H$$

H_w is net heat available for welding

f_1 is heat transfer efficiency,

f_2 is melting efficiency,

H is total heat generated by the welding process,

$$H_w = U_m V$$

V is volume of metal melted

$$HR_w = U_m WVR$$

HR_w is rate of heat energy delivered to the operation,

WVR is volume rate of metal welded,

$$HR_w = f_1 f_2 HR = U_m A_w v$$

HR is rate of input energy generated by welding power source,

A_w is weld cross-sectional area,

v is travel velocity of the welding operation