



**UTM**  
UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

Faculty of  
Mechanical Engineering

**FINAL EXAMINATION  
SEMESTER II, SESSION 2015/2016**

---

**COURSE CODE : SKMM 2713 / SME 2713**

**COURSE NAME: MANUFACTURING PROCESSES**

**PROGRAMME : SKMM/SKMP/SKMI/SKMB/SKMT/SKMV/SKMO**

**DURATION : 3 HOURS**

**DATE : JUNE, 2016**

**INSTRUCTION TO CANDIDATES:**

**PART A: ANSWER ALL QUESTIONS.  
(QUESTION 1, QUESTION 2, QUESTION 3, AND QUESTION 4)**

**PART B: ANSWER ONLY ONE (1) OF TWO (2) QUESTIONS.  
(QUESTION 5 OR QUESTION 6)**

**ANSWER EACH QUESTIONS IN A NEW PAGE OF ANSWERS SCRIPT**

---

**WARNING!**

Students caught copying/cheating during the examination  
are liable for disciplinary actions and the Faculty may recommend  
the students to be expelled from the University

---

**THIS EXAMINATION PAPER CONSISTS OF FOURTEEN (14) PRINTED PAGES  
ONLY**

**PART A (ANSWER ALL QUESTIONS)**

**QUESTION 1 (20 MARKS)**

A. In a car body assembly line, resistance spot welding is used to join steel workpiece with thickness of 3 mm. The expected weld nugget diameter of the spot welded workpiece is between 3.5 mm to 4 mm. Figure Q1A shows the weld nugget growth curve and weldability range of the steel workpiece. In May 2016, the assembly line did one (1) million spot welds per day. Let the total resistance ( $R$ ) of the workpiece is  $80 \times 10^{-6}$  Ohm and electricity cost is RM0.5/kW.h. Determine the range (minimum and maximum) of the electricity bill for the month of May 2016 of the assembly line from the spot welding process.

(8 marks)

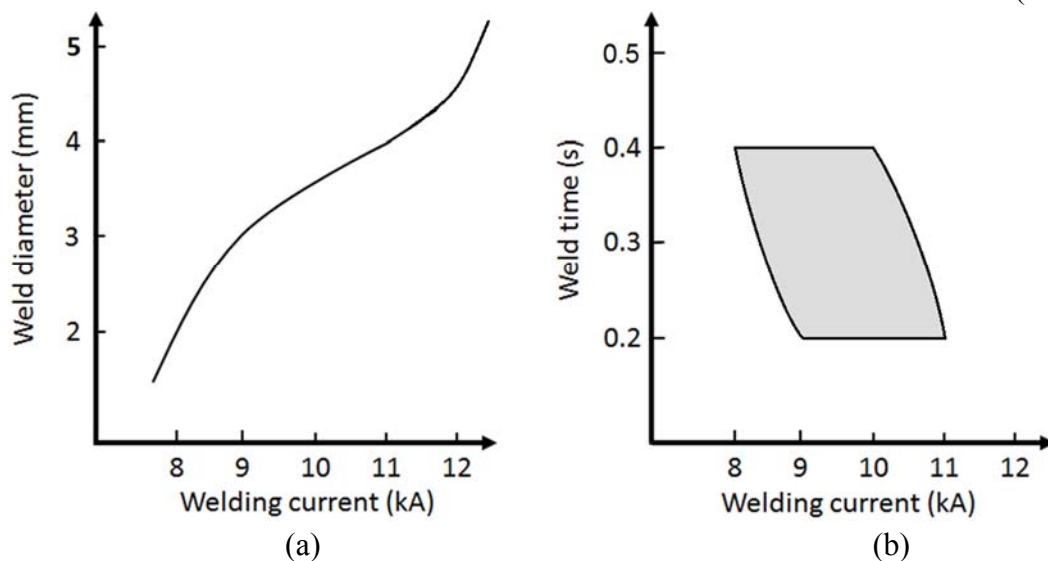


Figure Q1A: (a) Weld nugget growth curve and (b) Weldability range

B. A round bar of carbon steel is to be machined using CNC lathe (Figure Q1B). Its length is 300 mm and initial diameter is 105 mm. Its diameter after turning is 100 mm. The spindle speed is 400 rpm and the feed is set at 0.6 mm/rev. Specific energy of the carbon steel is  $3.0 \text{ W.s/mm}^3$ . Calculate:

- i. Cutting speed (m/min)
- ii. Material removal rate ( $\text{mm}^3/\text{min}$ )
- iii. Machining time (min)
- iv. Power required (kW)
- v. Cutting force (kN)

(6 marks)

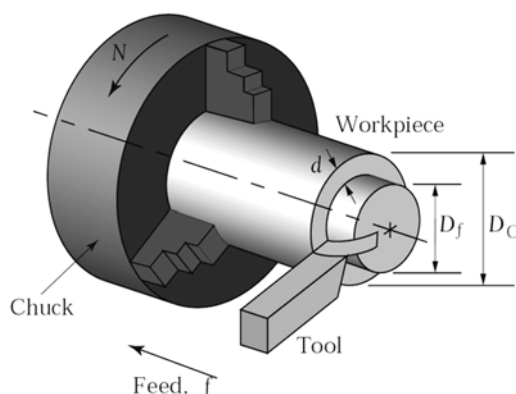


Figure Q1B: Schematics of turning process

- C. In metal casting process, solidification time is a function of the volume of a casting and its surface area as expressed by Chrovinov's rule ( $T_{TS} = C_m(V/A)^2$ ). This equation can also be used in designing the shape of the riser in casting mould. In a sand casting process, the calculated total solidification time of the cast part is 2.0 min. Generally, the riser's total solidification time is at least 20% longer than the total solidification time of the cast part. Given there are two (2) options for the riser shape:
- Rectangle, with sides of 50 mm x 50 mm x 46 mm, and
  - Cylinder, with diameter of 50 mm and height of 46 mm.
- The mold constant is 2.2 s/mm<sup>2</sup> and exponent is 2. Determine which shape is suitable for the riser. (6 marks)

**QUESTION 2 (20 MARKS)**

- A. A manufacturing company received an order to machine 800 parts. Using a CNC milling machine, the engineer in charge has the options to do machining at three (3) cutting speeds (100, 300, and 500 m/min) and using three (3) types of cutting fluids/cooling techniques (flood cooling, near dry machining/minimum quantity of lubricant (MQL), and dry machining (without cutting fluid)). After cost estimation on total tool cost and cutting fluid cost (including purchase, handling, and disposal costs), the data in Table Q2 is obtained.

You know that there are three (3) pillars/major aspects of sustainability, which are economy, society, and environment. From the data in Table Q2, recommend which type of machining condition to conduct the machining process. Justify your recommendation. (10 marks)

Table Q2: Costing estimate for machining 800 parts

Machining condition	Cutting speed (m/min)	Cooling technique	Tool cost (RM)	Cutting fluid cost (RM)
P	100	dry	1750	0
Q	100	MQL	1150	150
R	100	flood	800	600
S	200	dry	2000	0
T	200	MQL	1250	100
U	200	flood	900	450
V	300	dry	2250	0
W	300	MQL	1250	50
X	300	flood	1000	300

- B. A manufacturing company received an order to manufacture 1000 pieces of aluminum alloy part as shown in Figure Q2. The initial shape of the raw material is cylinder (round bar/rod). There are multiple options of manufacturing processes that can be applied to manufacture the part. Among the options are: (i) casting and (ii) machining (turning + drilling). If sustainability is the main consideration, suggest which process the company should choose. Justify your suggestion by giving at least four (4) reasons related to the sustainability aspects.

(6 marks)

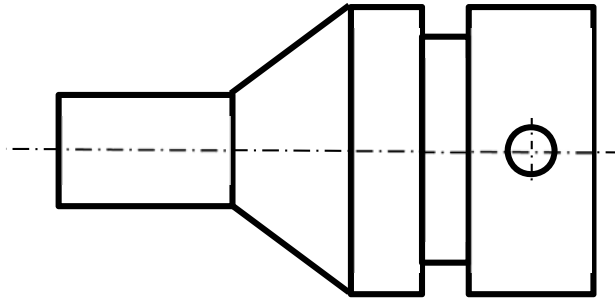


Figure Q2: Schematics of the part to be manufactured

- C. Welding process consumes a lot of energy. Choose one (1) type of many types of welding process. Propose at least four (4) methods or activities to improve the chosen welding process' sustainability. (Note: Briefly describe the current/common practice and how that practice should be improved.)

(4 marks)

### QUESTION 3 (20 MARKS)

- A. Describe (with sketch if necessary) reflow soldering process for bonding and packaging of electrical components to printed circuit boards. (example in Figure Q3).

(4 marks)

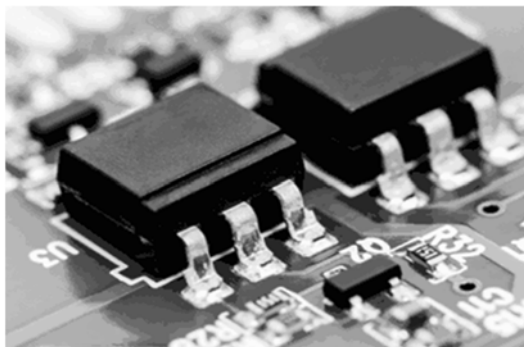


Figure Q3: Electrical components on printed circuit board

- B. Differentiate between Shielded Metal Arc Welding (SMAW) and Gas Tungsten Arc Welding (GTAW). Use sketches to clarify your answer.

(6 marks)

C. A component contains two (2) aluminum alloy sheets whose edges need to be joined to one (1) another. The joint must be strong and permanent (within component's service life). Suggest two (2) types of joint that can be used, with sketches of how the joints should look like.

(4 marks)

D. Two (2) thick steel plates (thickness=15 mm) were welded by shielded metal arc welding. The welding was done in multiple layers due to the thickness of the plates. The engineer in charge needs to perform inspection to ensure perfection of the welded joint. If defects occur, the engineer also needs to be able to identify their shape and location. Propose three (3) techniques of Non-Destructive Testing (NDT) that the engineer can use. Describe or sketch the Non-Destructive Testing (NDT) techniques to clarify your answer.

(6 marks)

#### QUESTION 4 (20 MARKS)

A. State four (4) considerations in selecting material for pattern making.

(4 marks)

B. Explain the manufacturing of products by selecting any two (2) of the techniques listed below;

- (a) Green sand Molding.
- (b) Carbon Dioxide–Silicate process. (CO<sub>2</sub> Process)
- (c) Lost wax technique.
- (d) Plaster Molding.
- (e) Centrifugal casting technique.
- (f) Hot and Cold Chamber die casting technique.

Within these scopes;

- i. Moulding/dies material and type of pattern used if related.
- ii. Provide explanation and sketches to show the mould/die making.

(10 marks)

C. Below are amongst casting defects that possibly occurred in the casting processes;

- (a) Scars
- (b) Erosion
- (c) Cold shut or cold lap
- (d) Inclusion
- (e) Penetration

Choose only two (2) of the above casting defects, and for each of them;

- i. Provide sketches for the selected defects.
- ii. State one (1) reason causing the defect, and
- iii. Suggest appropriate remedy to minimize or avoid the selected defects

(6 marks)

**PART B: ANSWER ONLY ONE (1) OF TWO (2) QUESTIONS.  
(QUESTION 5 OR QUESTION 6)**

**QUESTION 5 (20 MARKS)**

A. List four (4) properties that a good cutting material should have. Briefly explain the importance of each of properties.

(4 marks)

B. In the turning cutting process (Figure Q5A), rake angle can be used to control the chip thickness. Discuss how controlling rake angle can play an important role on the cutting tool life.

(4 marks)

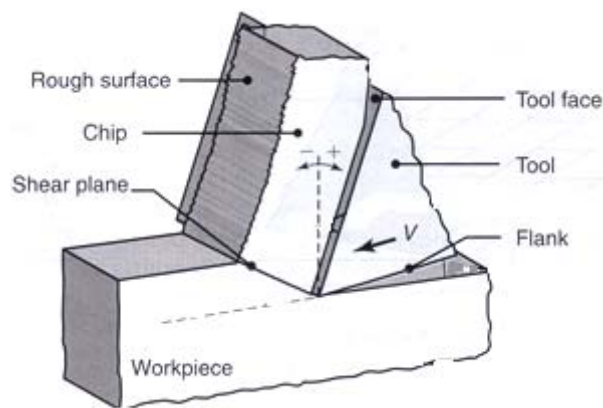


Figure Q5A: Merchant model of orthogonal cutting

C. A semi-finished aluminum block should be machined to produce cavities/pocket and holes, as shown in Figure Q5B. Suggest the most suitable machining process to produce the cavity/pocket and holes. Explain their steps processes.

*(Hint: different machining process used to produce cavities and holes)*

(6 marks)

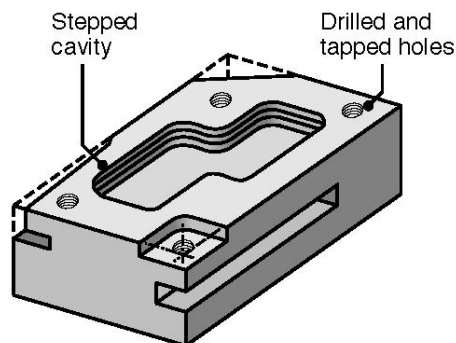


Figure Q5B : Aluminum Block

- D. In metal cutting operation, there are two (2) types of wear occurring on the cutting tool i.e. flank wear and crater wear.
- With the aid of appropriate sketches, clearly explain both types of wear.
  - State two (2) effects of each type of wear towards the metal cutting operation.
  - Name two (2) types of cutting tools that are hard, other than carbon steel and high speed steel.
- (6 marks)

### QUESTION 6 (20 MARKS)

- A. Sketch the shear plane diagram that is used in orthogonal cutting analysis. Label the rake angle, shear plane, shear angle, relief angle, and chip thickness. (4 marks)
- B. State three (3) types of chip formed in metal cutting.
- Which is the most preferred type of chip and give two (2) reasons why it is preferred.
  - Explain one (1) disadvantage of each of the other two (2) types of chip.
- (6 marks)
- C. Explain two (2) advantages of climb milling as compared to up milling and why climb milling is less recommended when using an old milling machine? (4 marks)



Figure Q6A: Illustration of up and climb milling

- D. A semi-finished aluminum block should be machined to produce cavities/pocket and holes, as shown in Figure Q6B. Suggest the most suitable machining process to produce the cavity/pocket and holes. Explain their steps processes.. (Hint: different machining process used to produce cavities and holes) (6 marks)

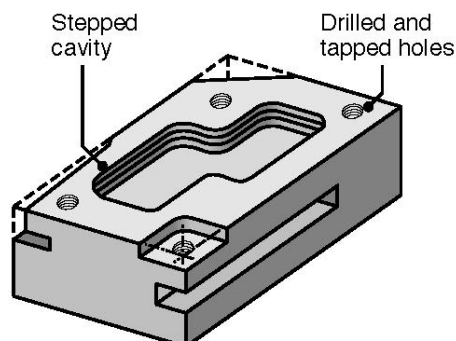


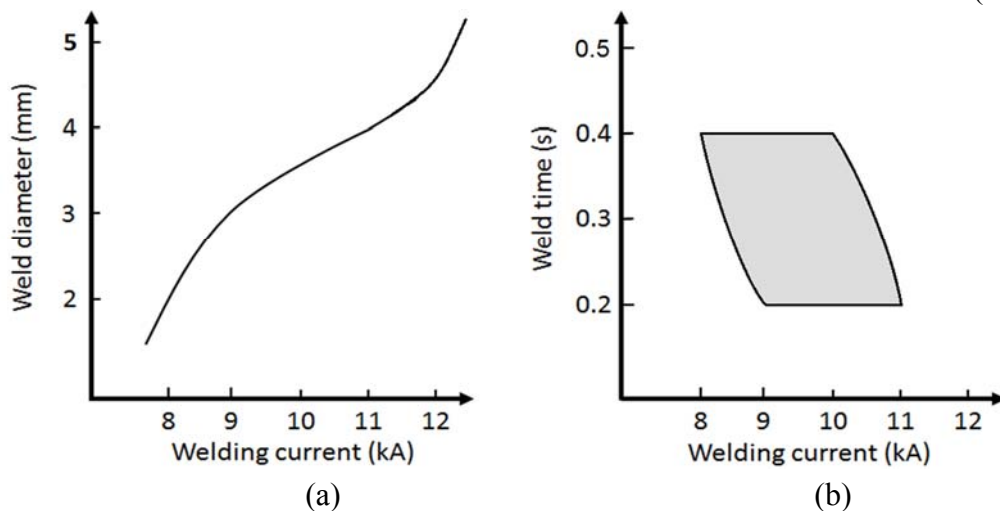
Figure Q6B: Aluminum block

**BAHAGIAN A (JAWAB SEMUA SOALAN)**

**SOALAN 1 (20 MARKAH)**

A. Pada sesebuah barisan pemasangan (*assembly line*) badan kereta, kimpalan titik digunakan untuk mencantumkan benda kerja keluli dengan ketebalan 3 mm. Diameter kimpalan (*weld nugget*) yang dikehendaki adalah dari 3.5 mm ke 4 mm. Rajah Q1A menunjukkan lengkung pertumbuhan *nugget* kimpalan dan kawasan kebolehkimpalan bendakerja keluli berkenaan. Pada bulan Mei 2016, barisan pemasangan ini melakukan satu (1) juta kimpalan titik sehari. Diketahui jumlah rintangan (R) benda kerja adalah  $80 \times 10^{-6}$  Ohm dan kos elektrik adalah RM0.5/kW.jam. Tentukan banjaran (iaitu minimum dan maksimum) bil elektrik bulan Mei 2016 untuk proses kimpalan titik barisan pemasangan ini.

(8 markah)

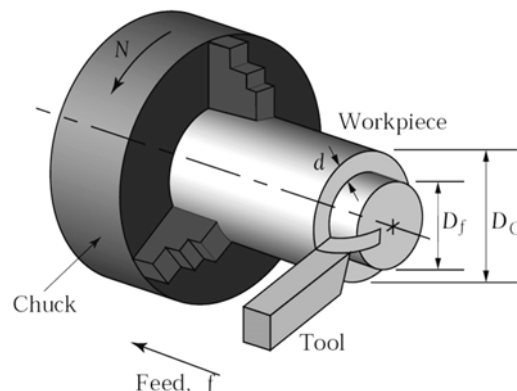


Rajah Q1A. (a) Lengkung pertumbuhan *nugget* kimpalan and (b) kawasan kebolehkimpalan

B. Sebuah bar bulat keluli karbon hendak dimesin menggunakan mesin larik CNC (Rajah Q1B). Panjangnya ialah 300 mm, diameter awal adalah 105 mm dan diameter selepas proses melarik ialah 100 mm. Kelajuan gelendong ialah 400 rpm dan suapan ialah 0.6 mm/pus. Tenaga spesifik keluli karbon ialah  $3.0 \text{ W.s/mm}^3$ . Kira:

- i. Kelajuan pemesinan (m/min)
- ii. Kadar pembuangan bahan ( $\text{mm}^3/\text{min}$ )
- iii. Masa pemesinan (min)
- iv. Kuasa yang diperlukan (kW)
- v. Daya pemotongan (kN)

(6 markah)



Rajah Q1B: Rajah skematik proses melarik



- C. Dalam proses tuangan logam, masa pemejalan adalah fungsi dari isi padu dan luas permukaan tuangan seperti yang dinyatakan dalam aturan Chvorinov ( $T_{TS} = C_m(V/A)^2$ ). Persamaan ini juga boleh digunakan dalam merekabentuk penaik (*riser*) dalam acuan tuangan. Pada sebuah proses tuangan pasir, jumlah masa pemejalan untuk komponen tuangan ialah 2 min. Secara umumnya, jumlah masa pemejalan penaik (*riser*) adalah sekurang-kurangnya 20% lebih lama daripada jumlah masa pemejalan komponen tuangan. Didapati terdapat dua (2) pilihan untuk bentuk penaik (*riser*):
- Segi empat tepat, bersisi 50 mm x 50 mm x 46 mm, dan
  - Selinder, dengan diameter 50 mm dan tinggi 46 mm.
- Pemalar acuan ialah 2.2 s/mm<sup>2</sup> dan eksponen ialah 2. Tentukan bentuk yang paling sesuai untuk penaik (*riser*).

(6 markah)

### SOALAN 2 (20 MARKAH)

- A. Sebuah syarikat pengeluaran menerima tempahan untuk memesin 800 komponen. Dengan menggunakan mesin pengisar CNC, jurutera yang bertanggungjawab mempunyai pilihan untuk melakukan pemesinan dengan tiga (3) kelajuan pemotongan (100, 300, dan 500 m/min) dan menggunakan tiga (3) jenis cecair pemotongan / teknik penyejukan (penyejukan banjir, pemesinan hampir kering / pelincir kuantiti minimum (MQL), dan pemesinan kering (tanpa cecair pemotongan)). Selepas pengiraan anggaran kos ke atas jumlah kos alat dan kos cecair (termasuk kos pembelian, pengendalian, dan pelupusan), data dalam Jadual Q2 diperolehi. Anda tahu bahawa terdapat tiga (3) tiang / aspek utama kelestarian, iaitu ekonomi, masyarakat, dan alam sekitar. Dari data dalam Jadual Q2, cadangkan keadaan pemesinan untuk menjalankan proses pemesinan tersebut. Jelaskan cadangan anda.

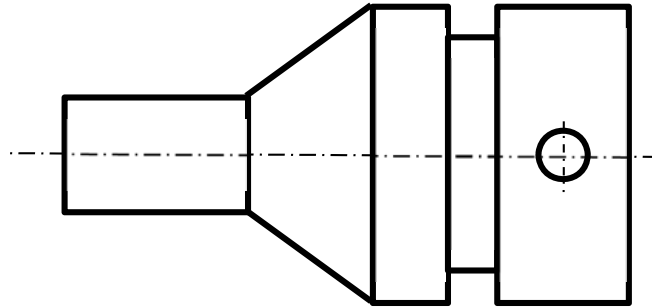
(10 markah)

Jadual Q2: Anggaran kos untuk memesin 800 komponen

Keadaan pemesinan	Laju pemotongan (m/min)	Teknik penyejukan	Kos mata alat (RM)	Kos cecair pemotongan (RM)
P	100	dry	1750	0
Q	100	MQL	1150	150
R	100	flood	800	600
S	200	dry	2000	0
T	200	MQL	1250	100
U	200	flood	900	450
V	300	dry	2250	0
W	300	MQL	1250	50
X	300	flood	1000	300

- B. Sebuah syarikat pengeluaran menerima tempahan untuk mengeluarkan 1000 keping komponen aloi aluminium seperti yang ditunjukkan dalam Rajah Q2. Bentuk awal bahan mentahnya adalah silinder (bar bulat/rod). Terdapat beberapa pilihan proses pembuatan yang boleh digunakan untuk mengeluarkan komponen berkenaan. Antara pilihan adalah: (i) tuangan dan (ii) pemesinan (pengisaran + penggerudian). Jika kelestarian adalah pertimbangan utama, cadangkan proses pembuatan yang syarikat itu perlu pilih. Jelaskan cadangan anda dengan memberi sekurang-kurangnya empat (4) sebab yang berkaitan dengan aspek-aspek kelestarian.

(6 markah)



Rajah Q2: Rajah komponen yang hendak dikeluarkan

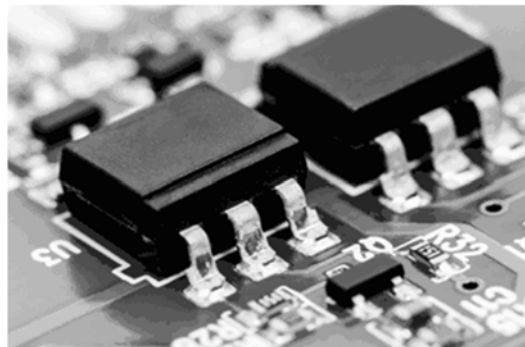
- C. Proses kimpalan menggunakan cukup banyak tenaga. Pilih satu (1) jenis dari pelbagai jenis proses kimpalan. Cadangkan sekurang-kurangnya empat (4) kaedah atau aktiviti yang boleh meningkatkan kelestarian proses kimpalan yang dipilih. (*Nota: Secara ringkas huraikan amalan semasa/biasa dan bagaimana amalan yang perlu dibuat untuk perbaiki.*)

(4 markah)

### SOALAN 3 (20 MARKAH)

- A. Terangkan (jika perlu dengan lakaran) proses pematerian *reflow* untuk pengikatan dan pembungkusan komponen elektrik pada papan litar bercetak. (contoh seperti yang ditunjukkan pada Rajah Q3).

(4 markah)



Rajah Q3: Komponen elektronik di papan litar bercetak

- B. Bezakan antara Kimpalan Arka Logam (SMAW) terselindung dan Kimpalan Arka Tungsten Gas (GTAW). Gunakan lakaran sesuai untuk menjelaskan jawapan anda.

(6 markah)

C. Sebuah komponen mengandungi dua (2) kepingan aloi aluminium yang bahagian tepinya perlu saling bercantum. Cantuman ini mestilah kuat dan kekal (sepanjang jangka hayat komponen). Cadangkan dua (2) jenis cantuman yang boleh digunakan, dengan lakaran bentuk cantuman berkenaan.

(4 markah)

D. Dua (2) plat keluli yang tebal (ketebalan=15 mm) telah dikimpal dengan kimpalan arka logam terselindung. Kimpalan itu dilakukan dengan beberapa lapisan kerana tebalnya plat. Jurutera yang bertanggungjawab perlu melakukan pemeriksaan untuk memastikan kesempurnaan kimpalan. Jika ada sebarang kecacatan, jurutera berkenaan juga perlu dapat mengenal pasti bentuk dan lokasinya. Cadangkan tiga (3) teknik pengujian tanpa musnah (NDT) yang boleh digunakan oleh jurutera berkenaan. Gambarkan atau lakarkan teknik ujian tanpa musnah (NDT) berkenaan untuk menjelaskan jawapan anda.

(6 markah)

#### SOALAN 4 (20 MARKAH)

A. Jelaskan empat (4) pertimbangan penting dalam memilih bahan untuk membuat paten.

(4 markah)

B. Jelaskan pembuatan barangan dengan dua (2) daripada senarai teknik-teknik di bawah:

- (a) Pengacuanan pasir lembab
- (b) Proses karbon dioksid-Silikat
- (c) Teknik lilin hilang
- (d) Pengacuanan plaster
- (e) Teknik tuangan emparan
- (f) Teknik tuangan tekanan (kebuk sejuk dan panas)

Meliputi skop-skop ini:

- i. Bahan acuan/dai dan jenis paten yang digunakan.
- ii. Penjelasan dan lakaran bagi menunjukkan pembuatan acuan/dai.

(10 Markah)

C. Berikut adalah senarai kecacatan yang berlaku di dalam proses tuangan logam:

- (a) Parut (*Scar*)
- (b) Hakisan (*Erosion or wash*)
- (c) Tindihan sejuk (*Cold shut or lap*)
- (d) Rangkuman (*Inclusion*)
- (e) Penusukan (*Penetration*)

Pilih hanya dua (2) dari kecacatan tuangan di atas, dan bagi setiap satu:

- i. Lakarkan kecacatan yang dipilih tersebut.
- ii. Nyatakan satu (1) sebab ia berlaku, dan
- iii. Berikan satu penyelesaian bagi mengelakan/mengatasi masalah yang dipilih.

(6 Markah)

**BAHAGIAN B (JAWAB HANYA SATU (1) DARI DUA (2) SOALAN)  
(SOALAN 5 ATAU SOALAN 6)**

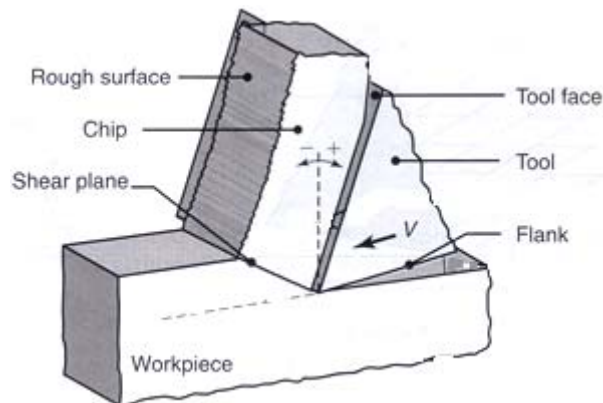
**SOALAN 5 (20 MARKAH)**

A. Senaraikan empat (4) sifat yang harus dipunyai oleh suatu bahan alat pemotong yang baik. Terangkan dengan ringkas setiap sifat tersebut.

(4 markah)

B. Di dalam proses pemotongan logam (Rajah Q5A), sudut sadak (*Rake angle*) boleh digunakan untuk mengawal ketebalan serpihan. Bincangkan bagaimana kawalan sudut sadak boleh memainkan peranan penting untuk mengawal hayat alat pemotong.

(4 markah)

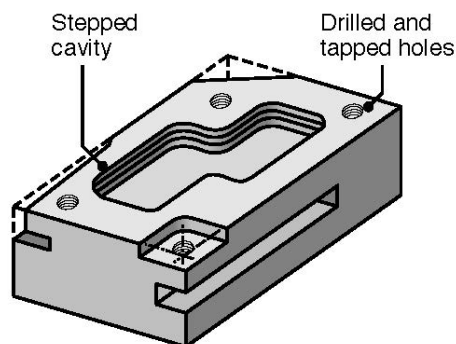


Rajah Q5A: Model Merchant untuk pemotongan tepat

C. Satu blok aluminium separa siap perlu dimesin untuk menghasilkan kaviti/poket dan lubang-lubang tembus, sebagaimana yang ditunjukkan dalam Rajah Q5B. Cadangkan proses pemesinan yang paling sesuai untuk menghasilkan kaviti dan lubang-lubang tersebut. Terangkan.

(Petunjuk: Proses pemesinan yang berbeza digunakan untuk menghasilkan kaviti dan lubang)

(6 markah)



Rajah Q5B: Blok Aluminium

- D. Dalam operasi memotong logam, terdapat dua (2) jenis kehausan yang berlaku pada alat pemotongan iaitu kehausan rasuk dan kehausan kawah;
- Dengan bantuan lakaran yang sesuai, terangkan dengan jelas kedua-dua jenis kehausan tersebut.
  - Nyatakan dua (2) kesan setiap jenis kehausan keatas operasi pemotongan logam..
  - Namakan dua (2) jenis alat pemotong yang keras, selain daripada keluli karbon dan keluli kelajuan tinggi.
- (6 markah)

**SOALAN 6 (20 MARKAH)**

- A. Lakarkan rajah satah ricih yang digunakan dalam analisis pemotongan ortogonal. Labelkan sudut sadak, satah ricih, sudut ricih, sudut kelegaan, dan tebal tatal.
- (4 markah)
- B. Nyatakan tiga (3) jenis tatal yang terbentuk dalam pemotongan logam.
- Apakah jenis tatal yang lazimnya dikehendaki dan berikan dua (2) alasan ia disukai.
  - Terangkan satu (1) kekurangan bagi setiap jenis tatal yang tidak dikehendaki.
- (6 markah)
- C. Terangkan dua (2) kelebihan mengisar daki dibandingkan dengan mengisar konvensional dan kenapakah mengisar konvensional tidak digalakkan jika menggunakan mesin kisar yang telah lama?
- (4 markah)

Pengisaran konvensional



Bendakerja

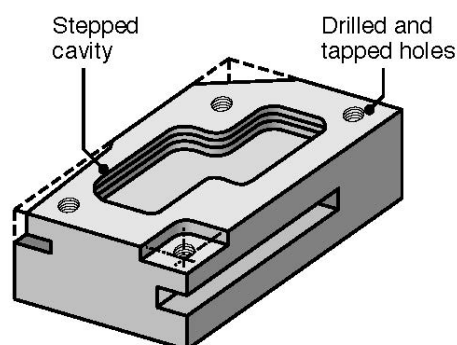
Pengisaran daki



Bendakerja

Rajah Q6A: Ilustrasi Pengisaran Kovenisional dan Daki

- D. Satu blok aluminium separa siap perlu dimesin untuk menghasilkan kaviti/poket dan lubang-lubang tembus, sebagaimana yang ditunjukkan dalam Rajah 4. Cadangkan proses pemesinan yang paling sesuai untuk menghasilkan kaviti dan lubang-lubang tersebut. Terangkan.
- (Petunjuk: Proses pemesinan yang berbeza digunakan untuk menghasilkan kaviti dan lubang)



(6 markah)

Rajah Q6B: Blok Aluminium

## APPENDIX /LAMPIRAN

- A. In resistance spot welding, the amount of heat generated in the workpiece is:  
*Pada kimpalan bintik, jumlah haba yang dijana dalam benda kerja ialah:*

$$Q = I^2 R t$$

Where:

Q is heat (Joule), I is current (Amp), R is total resistance (Ohm), and t is weld time (s). The unit of Q is W.s; and 1 Joule = 1 W.s.

*Di mana:*

*Q ialah haba (Joule), I ialah arus (Amp), R ialah jumlah rintangan (Ohm), dan t ialah masa pengimpalan (s). Unit Q adalah W.s dan 1 Joule = 1 W.s.*

- B. For casting, Chrovinov's rule is:  
*Untuk proses tuangan, aturan Chrovinov ialah:*

$$T_{TS} = C_m (V/A)^n$$

Where:

$T_{TS}$  is total solidification time,  $C_m$  is mould constant (depending on the mould material, metal properties, and temperature), V is volume, A is surface area, and n is exponent.

*Di mana:*

*$T_{TS}$  ialah jumlah masa pemejalan,  $C_m$  ialah pemalar acuan (bergantung kepada bahan acuan, sifat logam, dan suhu), V adalah isi padu, A ialah luas permukaan dan n ialah eksponen.*

- C. For turning:  
*Untuk proses melarik:*

$$\begin{aligned}V_c &= \pi N D_0 \\ \text{MRR} &= V_c f d \\ t &= l / f N \\ P &= \text{MRR} \mu = F_c V_c\end{aligned}$$

Where:

$V_c$  is cutting speed, N is spindle speed,  $D_0$  is initial diameter, MRR is material removal rate, f is feed, d is depth of cut, t is machining time, l is length of workpiece, P is power required,  $\mu$  is specific energy, and  $F_c$  is cutting force.

*Di mana:*

*$V_c$  ialah kelajuan pemotongan, N ialah kelajuan gelendong,  $D_0$  ialah diameter awal, MRR ialah kadar pembuangan bahan, f ialah suapan, d ialah kedalaman pemotongan, t ialah masa pemesinan, l ialah panjang benda kerja, P ialah kuasa yang diperlukan,  $\mu$  ialah tenaga spesifik, dan  $F_c$  ialah daya pemotongan.*