

PART A / BAHAGIAN A

- (1). (a). A titanium alloy is to be made into aerospace engine fan blade (see Figure 1). The product requirements include good dimensional accuracy, high strength, smooth surface finish (although this can be done via surface finish process later), and the shape is relatively complex. Based on the requirements, which process do you think is used in making the blades? Justify your selection – why the process is suitable, advantages of the said process, and some disadvantages which require careful consideration during the production process.

Satu aloi titanium akan dijadikan bilah kipas enjin kapal terbang (lihat Rajah 1). Keperluan produk termasuklah ketepatan dimensi yang baik, kekuatan tinggi, kemas permukaan halus (ini walaubagaimanapun boleh dilakukan dengan proses kemas permukaan kemudian), dan bentuknya secara relatifnya kompleks. Berdasarkan keperluan-keperluan ini, proses yang manakan anda rasa boleh digunakan untuk membuat bilah-bilah ini? Berikan kewajaran pilihan anda – mengapa proses ini sesuai, kelebihan proses yang disebutkan, dan beberapa kekurangan yang akan memerlukan pertimbangan yang teliti sewaktu proses pembuatan.



Figure 1 Aerospace engine titanium alloy fan blades

Rajah 1 Bilah kipas aloi titanium enjin kapal terbang

(8 marks/markah)

- (b). Explain why powder metallurgy technique is well suited in manufacturing gears from tin alloy powder.

Terangkan kenapa teknik metalurgi serbuk sangat sesuai untuk pembuatan gear daripada serbuk aloi tin.

(8 marks/markah)

- (c). A gear was made of steel alloy. After heat treatment process, the gear was grinded. The crack then was observed after the grinding process (Figure 2a). Tempered etching revealed the present of abusive grinding mark as shown in Figure 2 (b). Explain the formation of cracks and abusive grinding mark.

Gear diperbuat daripada aloi keluli. Selepas proses rawatan haba, gear dikisar. Retak kemudian didapati selepas proses pengisaran (Rajah 2a). Pembajaan punaran mendedahkan kehadiran tanda pengisaran kasar seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2 (b). Huraikan bagaimana retak terbentuk semasa proses pengisaran.

...4/-

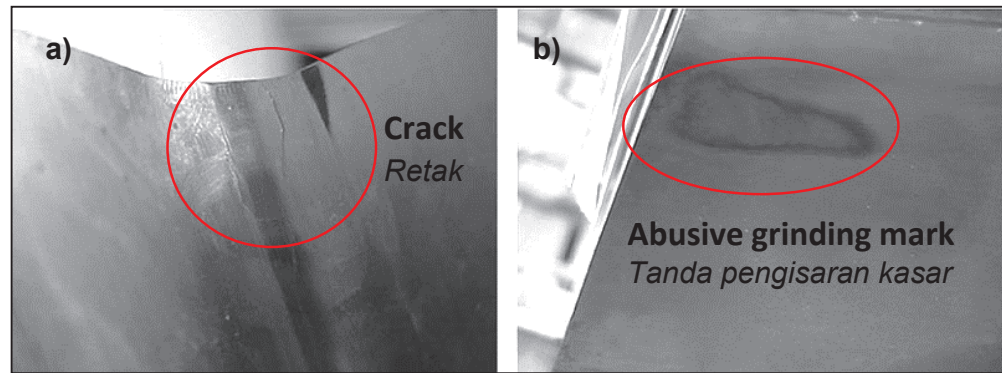


Figure 2 a) Crack formed on gear after grinding operation, and (b) abusive grinding mark

Rajah 2 a) Retak terbentuk pada gear selepas operasi pengisaran, dan (b) tanda pengisaran kasar

(9 marks/markah)

...5/-

PART B / BAHAGIAN B

- (2). (a). Steel Maker Berhad is producing carbon steel rods and wires. They recently decided to add niobium (Nb) into the steel to improve strength and toughness, as Nb refines microstructures and also form carbides which provides strengthening effect. However, they later realized that during hot rolling, martensite has higher tendency to form on the surface and this led to difficulty in forming at the customers' side as martensite is brittle and thus, make deformation difficult. This turns out as a very conflicting situation, i.e addition of Nb improve performance but led to problem in processing line. Help them in their engineering study to solve this problem by listing out what they need in their analysis. You need to write a plan for engineering study ; what information they need to gather, test or characterization they need to carry out, data to be analyzed, and other consideration that you think might be useful for the engineering study.

Steel Maker Berhad menghasilkan keluli karbon rod dan wayar. Baru-baru ini mereka mengambil keputusan untuk menambah niobium (Nb) ke dalam keluli bagi memperbaiki kekuatan dan ketahanan, kerana Nb menghaluskan mikrostruktur dan juga menghasilkan karbida yang memberikan kesan penguatan. Malangnya, mereka kemudiannya menyedari bahawa sewaktu gelekkan panas, martensit akan lebih mudah terbentuk pada permukaan dan ini menyukarkan proses pembentukan di pihak pelanggan kerana martensit sangat rapuh dan akan menyebabkan kesukaran proses pembentukan. Ini menjadikan keadaan yang sangat bercanggah, i.e penambahan Nb menambahbaik prestasi tetapi membawa kepada masalah dalam barisan pemprosesan. Bantu mereka dalam kajian kejuruteraan untuk menyelesaikan

...6/-

masalah ini dengan menyenaraikan apa yang mereka perlukan di dalam analisa tersebut. Anda perlu menulis pelan untuk kajian kejuruteraan : apakah maklumat yang perlu dikumpulkan, ujian atau pencirian yang mereka perlu lakukan, data yang perlu di analisa, dan lain-lain pertimbangan yang anda rasakan akan berguna di dalam kajian kejuruteraan ini.

(14 marks/markah)

- (b). Bulk metal deformation processes such as rolling, forging and extrusion can be done as hot or cold working. Discuss how would you choose the temperature of deformation, i.e what are the factors to be considered.

Proses-proses ubahbentuk logam pukal seperti geleskan, tempaan dan penyempritan boleh dilakukan secara kerja sejuk atau panas. Bincangkan bagaimana anda memilih suhu untuk ubah bentuk, i.e apakah faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan.

(6 marks/markah)

- (c). Figure 3 presents a pinholes defect found in a casting. To eliminate this defect, we need to figure out what causes the pores. Discuss what could cause pinhole defect in metal casting, and what can be done to eliminate it.

Rajah 3 memberikan kecacatan lubang kecil yang dijumpai di dalam satu tuangan. Untuk mengelakkan kecacatan ini, kita perlu mengetahui bagaimana ia berlaku. Bincangkan apakah yang mungkin menyebabkan kecacatan lubang kecil di dalam tuangan logam, dan apakah cara untuk mengelakkan ia berlaku.

(5 marks/markah)

...7/-

- 7 -

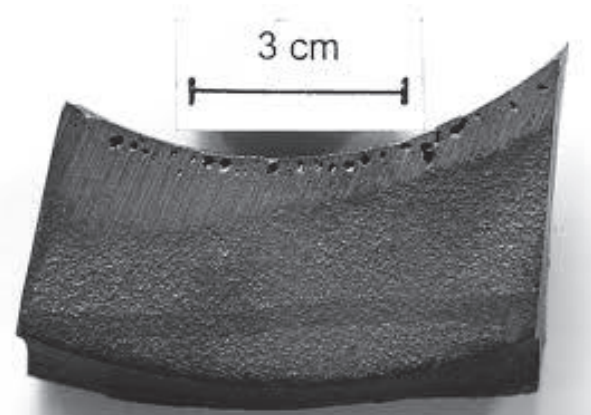


Figure 3: Pinhole defect in a casting

Rajah 3: kecacatan lubang kecil di dalam tuangan

- (3). (a). Discuss why springback occurs in bending of sheet metal. Propose methods to avoid it.

Bincangkan kenapa bidas berlaku apabila melentur kepingan logam. Cadangkan kaedah-kaedah mengelakkan ia daripada berlaku.

(8 marks/markah)

- (b). A round disk of 150 mm is to be blanked from a strip of 3.2 mm half cold-rolled steel whose shear strength is 310 MPa. Estimate (a) the appropriate punch and die diameters, and (b) blanking force. Given clearance allowance, $a = 0.075$.

Satu cakera bulat terhasil apabila dibuat blank daripada sekeping keluli tergelek sejuk dengan kekuatan ricihan ialah 310 MPa. Anggarkan (a) diameter penebuk dan dai yang sesuai, dan (b) daya blanking. Diberi kelegaan acuan, $a = 0.075$.

(8 marks/markah)

...8/-

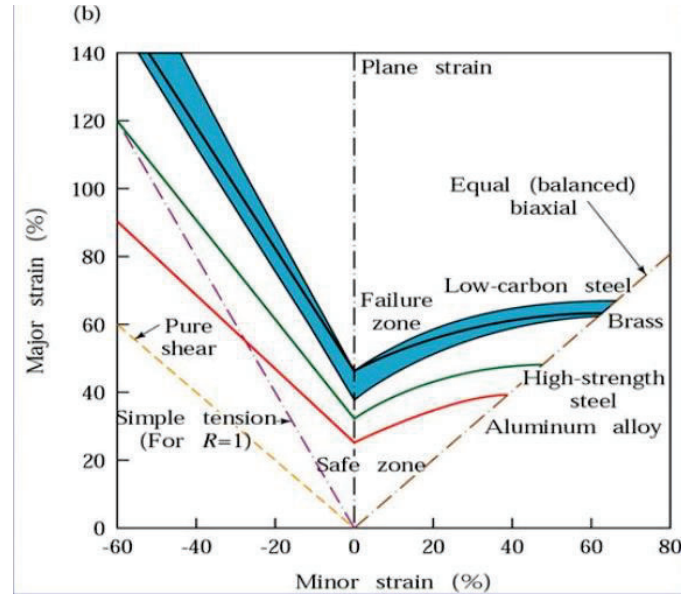


Figure 4 / Rajah 4

- (c). (i). Explain the use of Figure 4.

Terangkan kegunaan Rajah 4.

(4 marks/markah)

- (ii). An Erichson test is done on low carbon steel of 5 mm thickness and causing stretching of the grid circles into ellipses. Measurement in major and minor axes of an ellipse shows major and minor strains of plus 40% and plus 20%, respectively. Predict and justify the possibility of crack formation in the steel.

Satu ujian Erichson dijalankan terhadap keluli karbon rendah dengan ketebalan 5 mm dan menyebabkan grid bulat mengembang menjadi bujur. Pengukuran paksi utama dan minor sebuah bulatan yang membujur menghasilkan terikan utama dan minor yang setiap satunya bernilai positif 40% dan positif 20%. Jangkakan dan beri justifikasi kemungkinan berlakunya retak dalam keluli tersebut.

(5 marks/markah)

...9/-

- (4). (a). Two gas pipelines were joined according to Figure 5. There are many numbers of welded joints in gas pipelines. Each welded joint is composed of the base metal, the weld metal, and the heat-affected zone. The gas pipeline was reported leaking after 2 months in operation. After investigation, it was found that cracks appeared in the heat-affected area of the weld of the pipeline (Figure 6 and 7). The macroscopic analysis yielded the weld height is significantly greater than the standard minimum requirement. Non-destructive testing showed many cracks with varying degrees of extension along the weld circumference on the inner surface of the weld. The chemical composition, mechanical properties of the pipe and the weld met the requirements. The microstructure of the base metal met the standard. There are no inclusions, holes, unfused areas, or other welding defects in the weld zone. The tensile properties of the pipe material meet the requirements of GB/T9711-2017 steel pipe for pipeline transportation system of petroleum and natural gas industry. The results also show that the bending performance and the hardness of the pipe meets the standard requirements.

Dua saluran paip gas disambung bersama mengikut Rajah 5. Terdapat banyak bilangan sendi kimpal di paip saluran gas. Setiap sendi kimpal terdiri daripada logam asas, logam kimpalan, dan zon yang terjejas haba. Paip saluran gas dilaporkan bocor selepas 2 bulan beroperasi. Selepas penyiasatan, didapati bahawa keretakan muncul di kawasan yang terkena haba kimpalan pada paip saluran gas (Rajah 6 dan 7). Analisis makroskopik menunjukkan ketinggian kimpalan jauh lebih besar daripada keperluan minimum yang ditetapkan. Ujian tidak musnah menunjukkan banyak retakan dengan pelbagai tahap pada sambungan di sepanjang lilitan kimpalan pada permukaan dalaman kimpalan. Komposisi kimia,

...10/-

sifat mekanikal paip dan kimpalan memenuhi keperluan yang ditetapkan. Mikrostruktur logam asas memenuhi keperluan yang ditetapkan. Tiada rangkuman, lubang, kawasan yang tidak lebur, atau kecacatan kimpalan lain di zon kimpalan. Sifat tegangan bahan paip memenuhi keperluan paip keluli GB / T9711-2017 untuk sistem pengangkutan saluran paip industri petroleum dan gas asli. Hasilnya juga menunjukkan bahawa prestasi lenturan dan kekerasan paip memenuhi keperluan yang ditetapkan.

- (i). Assess the crack formation in the weld zone.

Terangkan pembentukan retak di zon kimpalan.

(8 marks/markah)

- (ii). Recommend the way to prevent the occurrence of similar failure.

Cadangkan cara mencegah berlakunya kegagalan yang sama.

(7 marks/markah)

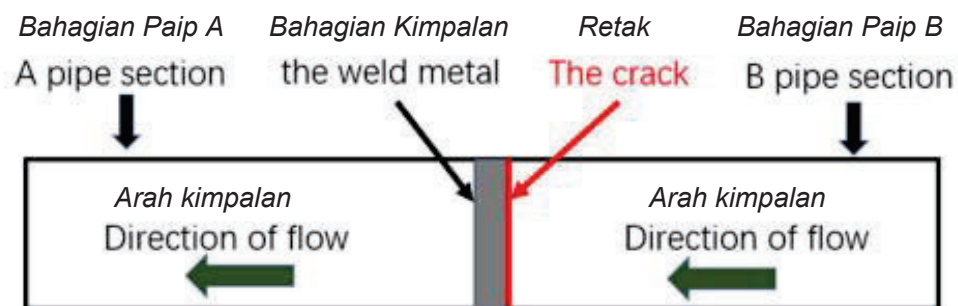


Figure 5 : Schematic diagram of A and B pipe sections

Rajah 5 : Gambarajah skematik bahagian paip A dan B

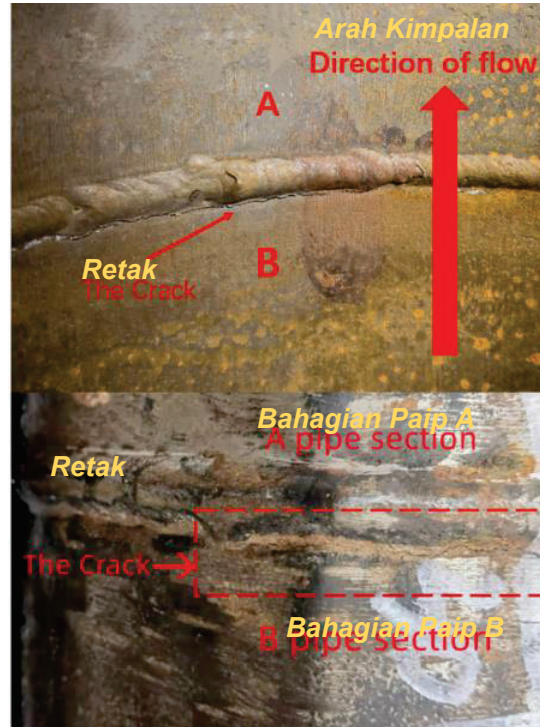


Figure 6: Macroscopic appearance of pipeline weld position
Rajah 6: Makroskopik kedudukan kimpalan saluran paip

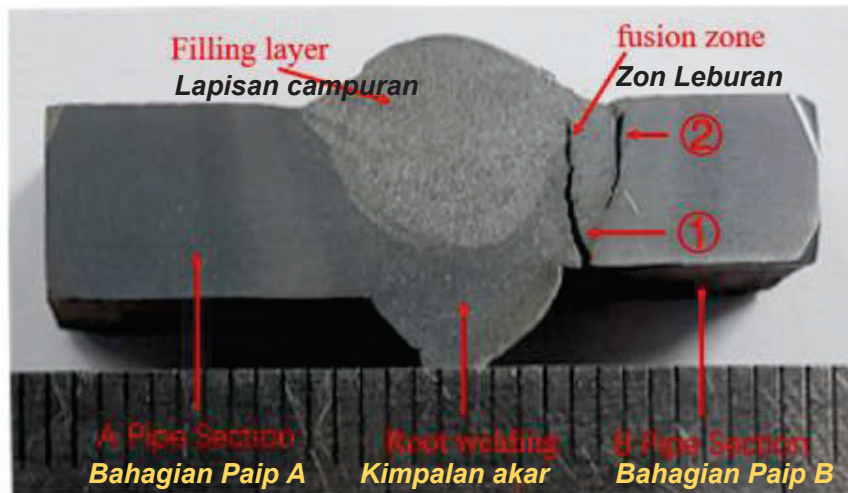


Figure 7: Failure weld
Rajah 7: Kegagalan kimpalan

- 12 -

- (b). A batch of 160 parts are to be nickel plated in a barrel plating operation. The parts are not identical. 60 parts, each part has surface area, $A = 55 \text{ cm}^2$, while 100 parts, each part has surface area, $A = 54 \text{ cm}^2$. The plating process applies a current $I = 100$ amps, and the batch takes 60 minutes to complete. Calculate the average plating thickness on each part. Given, $C = 3.42 \times 10^{-2} \text{ mm}^3/\text{amp-s}$, cathode efficiency $E = 95\%$.

Satu kelompok mengandungi 160 bahagian akan disadurkan nikel dalam operasi penyaduran tong. Bahagian-bahagian adalah tidak sama. 60 bahagian mempunyai setiap luas permukaan, $A = 55 \text{ cm}^2$, manakala 100 bahagian mempunyai setiap luas permukaan, $A = 54 \text{ cm}^2$. Proses penyaduran mengaplikasi arus $I = 100$ amps, dan kelompok itu mengambil masa 60 minit untuk disiapkan. Kira purata ketebalan penyaduran pada setiap bahagian. Diberi, $C = 3.42 \times 10^{-2} \text{ mm}^3/\text{amp-s}$, kecekapan katod $E = 95\%$.

(10 marks/markah)

- (5). (a). AAS Sdn Bhd is manufacturing industry that specialized on metal coating and electroplating services. They are facing issues of blistering, oxidation and water spots/stain on zinc plating product as shown in Figure 8 (a), (b), (c). The product was scheduled for shipment next week and they are struggling to meet the output. You have been assigned to investigate the causes of defects and suggest a solution to overcome the problems.

AAS Sdn Bhd ialah industri pembuatan yang mengkhusus pada saduran logam dan perkhidmatan elektro saduran. Syarikat menghadapi isu lepuh, pengoksidaan dan bintik-bintik air/cacat warna pada produk saduran zink seperti yang ditunjukkan dalam

...13/-

Rajah 8 (a), (b), (c). Produk dijadualkan untuk penghantaran pada minggu hadapan dan mereka bertungkus lumus untuk menyiapkan tempahant. Anda telah ditugaskan untuk menyiasat sebab-sebab kecacatan dan memberi cadangan penyelesaian untuk mengatasi masalah itu.

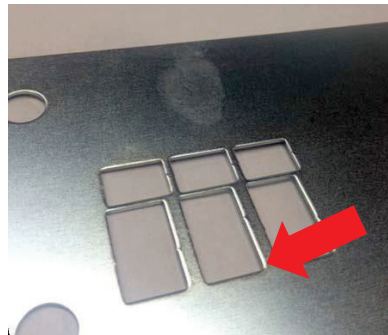
(12 marks/markah)



(a) Blistering
Lepuh



(b) Oxidation
Pengoksidaan



(c) water spots/stain
Bintik-bintik air/cacat warna

Figure 8 : Deformed of electroplating

Rajah 8 : Cacat-cacat elektro salutan

- (b). The following data in Table 1 are from orthogonal cutting experiments. In both cases depth of cut (feed), $t_0 = 0.15$ mm, width of cut, $b = 2.8$ mm, rake angle, $\alpha = -7^\circ$, and cutting speed $V = 2.5$ m/s.

Data berikut dalam Jadual 1 dari eksperimen-eksperimen potongan ortogonal. Dalam kedua-dua kes kedalaman potongan (suapan), $t_0 = 0.15$ mm, lebar pemotongan, $b = 2.8$ mm, sudut sadak, $\alpha = -7^\circ$, dan kelajuan pemotongan $V = 2.5$ m / s.

Table 1: Orthogonal cutting

	Workpiece Material	
	Aluminium	Steel
Chip thickness, t_c , mm	0.25	0.62
Cutting force, F_c , N	445	995
Thrust force, F_t , N	320	830

Calculate the shear angle ϕ , shear stress τ and shear strain γ on the shear plane.

Kirakan sudut ϕ , tegasan ricih τ dan terikan ricih γ di satah ricihan.

Jadual 1: Pemotongan ortogonal

	Bahan kerja	
	Aluminium	Keluli
Ketebalan cip, t_c , mm	0.25	0.62
Daya pemotong, F_c , N	445	995
Daya "thrust", F_t , N	3200	830

(13 marks/markah)