

SULIT



First Semester Examination
2024/2025 Academic Session

February 2025

EBB 113 – Engineering Materials
[Bahan Kejuruteraan]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains SIXTEEN (16) printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi ENAM BELAS (16) muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

Instructions : Answer **FIVE (5)** questions. **PART A is COMPULSORY.** Answer **ONE** question from each PART B, C, D and E. All questions carry the same marks.

[Arahan : Jawab **LIMA (5)** soalan. **Bahagian A WAJIB dijawab.** Jawab **SATU** soalan dari setiap Bahagian B, C, D dan E. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunakan].

...2/-

SULIT

PART A / BAHAGIAN A

- (1). (a). List FOUR (4) classifications of materials and describe the main properties (electrical, thermal and mechanical) of each classification of materials.

Senaraikan EMPAT (4) klasifikasi bahan dan terangkan sifat-sifat utama (elektrik, terma dan mekanikal) bagi setiap klasifikasi bahan.

(5 marks/markah)

- (b). Figure 1 shows dependency of diffusion coefficients of impurities in SiC from vapor phase (Li, Be_v, Be_s, B_v, Al_v, Ga and N) and from SiC solid phase (P, B_{sv}, Al_{sv}). Based on the figure, discuss the TWO (2) factors that influence diffusion.

Rajah 1 menunjukkan kebergantungan pekali resapan bahan bendasing dalam SiC dari fasa gas (Li, Be_v, Be_s, B_v, Al_v, Ga dan N) dan daripada fasa pepejal SiC (P, B_{sv}, Al_{sv}). Berdasarkan rajah tersebut, bincangkan DUA (2) faktor yang mempengaruhi resapan.

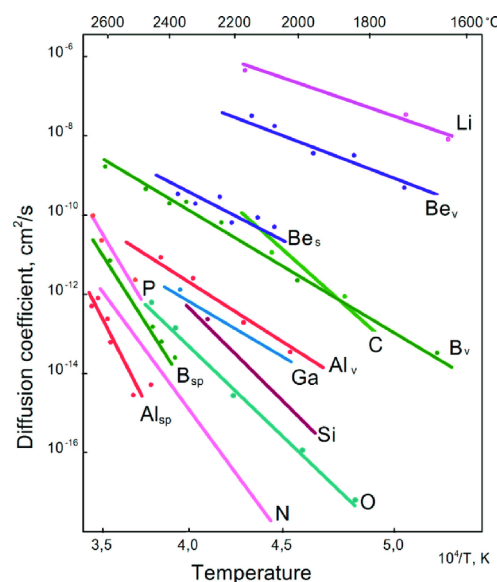


Figure 1 / *Rajah 1* : Dependencies of diffusion coefficients of several elements into SiC / *kebergantungan pekali resapan beberapa elemen di dalam SiC*

(5 marks/markah)

- (c). A cylindrical specimen of titanium alloy having an elastic modulus of 108 GPa and an original diameter of 3.9 mm will experience only elastic deformation when a tensile load of 2000 N is applied. Calculate the maximum length of the specimen before deformation if the maximum allowable elongation is 0.42 mm.

Satu spesimen silinder aloi titanium yang mempunyai modulus elastik 108 GPa dan diameter asal 3.9 mm akan mengalami hanya ubah bentuk elastik apabila beban tegangan 2000 N dikenakan. Hitung panjang maksimum spesimen sebelum ubah bentuk jika pemanjangan maksimum yang dibenarkan ialah 0.42 mm.

(5 marks/markah)

- (d). Polymers can be synthesized from two or more different monomers to tailor their properties for specific applications. Define a copolymer and describe the four main classifications of copolymers, using diagrams to illustrate each type.

Polimer boleh disintesis daripada dua atau lebih monomer yang berbeza untuk menyesuaikan sifatnya bagi aplikasi tertentu. Definisikan kopolimer dan huraikan empat klasifikasi utama kopolimer, gunakan gambarajah untuk menggambarkan setiap jenis.

(5 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

- (2). (a). (i). Briefly describe semiconductor materials.

Jelaskan secara ringkas bahan semikonduktor

(1 marks/markah)

- (ii). State TWO (2) examples of semiconductor materials.

Berikan DUA (2) contoh bahan semikonduktor.

(2 marks/markah)

- (b). Compute the percentage ionic character of the interatomic bond for each of the following compounds:

Kirakan peratusan karakter ion bagi ikatan interatomik bagi setiap sebatian berikut:

- i. MgO
- ii. GaP
- iii. CsF
- iv. CdS
- v. FeO

(5 marks/markah)

- (c). White (or β) tin, having a body-centered cubic crystal structure at room temperature, transforms at 13.2°C, to gray (or α) tin, which has a diamond crystal structure (Figure 2). This transformation is represented schematically as follows:

Tin putih (atau β), mempunyai struktur hablur padu berpusat jasad pada suhu bilik berubah, pada 13.2°C, kepada timah kelabu (atau α), yang mempunyai struktur hablur berlian (Rajah 2). Transformasi ini diwakili secara skematik seperti berikut:

...5/-

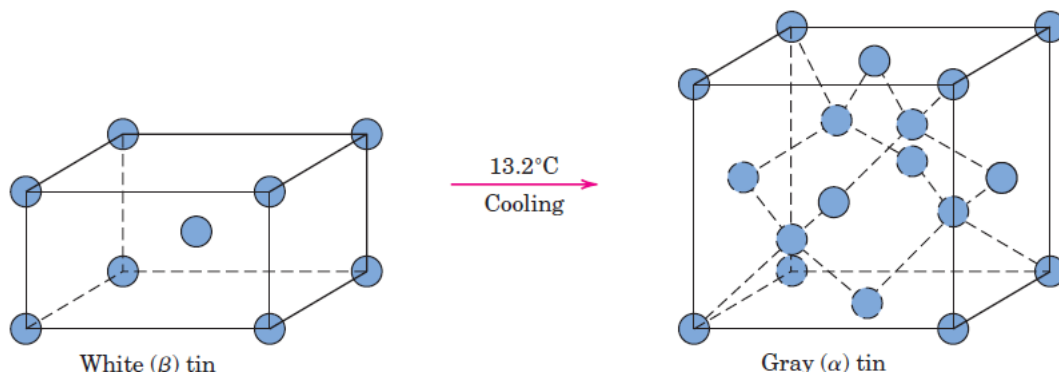


Figure 2: White (or β) tin at room temperature, transforms, at 13.2°C , to gray (or α) tin 13.2°C

Rajah 2: Tin putih (atau β) pada suhu bilik, berubah, pada 13.2°C , kepada tin kelabu (atau α) pada suhu 13.2°C

- (i) Describe this phenomenon.

Jelaskan fenomena ini.

(2 marks/markah)

- (ii) Calculate the theoretical density for β -tin and α -tin.

Given atomic weight of tin = 118.71 g/mol

Radius of tin = 0.151 nm

Kira ketumpatan teori bagi β -tin dan α -tin.

Diberi berat atomik bagi tin = 118.71 g/mol

Jejari tin = 0.151 nm

(8 marks/markah)

- (iii). Calculate the percentage of volume increment from β -tin to α -tin

Kirakan peratus penambahan isipadu dari β -tin ke α -tin

(2 marks/markah)

- (3). (a). (i). Define *nanomaterial*.

Takrifkan bahan nano

(1 marks/markah)

- (ii). Write some proposed advantages of using nanomaterials over their conventional counterparts.

Tulis beberapa kelebihan yang dicadangkan menggunakan bahan nano berbanding bahan konvensional.

(2 marks/markah)

- (b). (i). Write electronic configuration for silicon (Si). (Atomic number for Si is 14)

Tuliskan konfigurasi elektronik bagi silikon (Si). (No atom bagi Si adalah 14)

(1 marks/markah)

- (ii). With the help of schematic diagram, explain type of bonding that exists between silicon atoms.

Dengan bantuan gambarajah skematik, terangkan jenis ikatan yang terbentuk diantara atom-atom silikon. (No atom bagi Si adalah 14).

(2 marks/markah)

- (c). An energy-interatomic distance plot of element A and B are shown in Figure 3.

Satu plot tenaga-jarak antara atom bagi elemen A dan B ditunjukkan dalam Rajah 3.

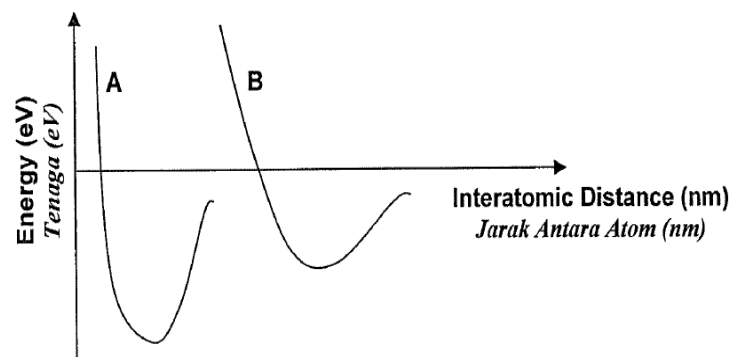


Figure 3: An energy-interatomic distance plot of element A and B.

Rajah 3: Plot tenaga-jarak antara atom bagi elemen A dan B.

- (i). Define binding energy and equilibrium interatomic distance.

Takrifkan tenaga pengikatan dan jarak keseimbangan antara atom.

(2 marks/markah)

- (ii). Which plot has a higher strength and higher melting point? Justify your answer.

Plot manakah yang mempunyai kekuatan dan takat lebur yang tinggi?

Jelaskan jawapan anda.

(3 marks/markah)

- (iii). Compare your answer with a low strength and low melting temperature sample.

Bandingkan jawapan anda dengan sampel yang mempunyai kekuatan dan takat lebur yang rendah.

(3 marks/markah)

- (d). With help of a schematic diagram, explain FOUR (4) stages of solidification for polycrystalline material

Dengan bantuan gambarajah skematik, terangkan EMPAT (4) peringkat pemejalan bagi bahan polihablur.

(6 marks/markah)

PART C / BAHAGIAN C

- (4). (a). Answer all the following questions in relation to imperfections in solids.
Each questions carry 3 marks.

Jawab kesemua soalan yang berikut yang berkait dengan kecacatan dalam pepejal. Setiap soalan membawa 3 markah.

- (i). Draw the point defects typically present in solid.

Lukiskan kecacatan titik yang biasa wujud di dalam pepejal.

(3 marks/markah)

- (ii). Explain the FOUR (4) factors that govern substitutional solid solution (Hume Rothery ruling)

Terangkan EMPAT (4) faktor yang menentukan keadaan larutan pepejal gentian (faktor Hume Rothery)

(3 marks/markah)

- (iii). Figure 4 illustrates the edge and screw dislocation, which are linear defects defined as one-dimensional defects around which atoms are misaligned in solid materials. Using edge dislocation, draw and explain about dislocation motion in solids.

Rajah 4 menggambarkan kehelan tepi dan skru, yang mana merupakan kecacatan liner didefinisikan sebagai kecacatan satu-dimensi yang mana atom-atom menjadi tidak sejajar di dalam bahan pepejal. Menggunakan kehelan tepi, lukis dan terangkan mengenai pergerakan kehelan di dalam pepejal.

(3 marks/markah)

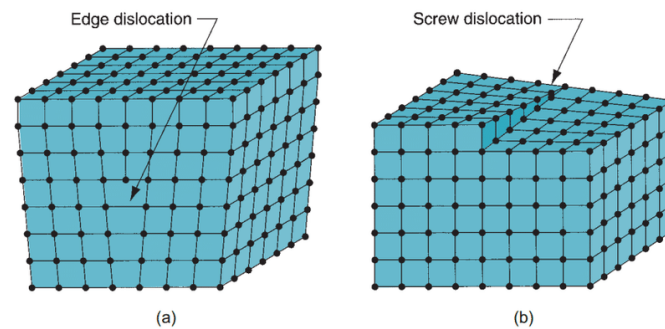


Figure 4 / *Rajah 4* : Edge and screw dislocation / *kehelan tepi dan skru*

- (iv). Figure 5 shows coarse and fine grain structures. Explain why grain boundaries are also imperfection in solids and does it affect property of materials?

Rajah 5 menunjukkan struktur butir kasar dan halus. Terangkan mengapa sempadan butir juga merupakan kecacatan dalam pepejal dan adakah ia mempengaruhi sifat bahan-bahan?

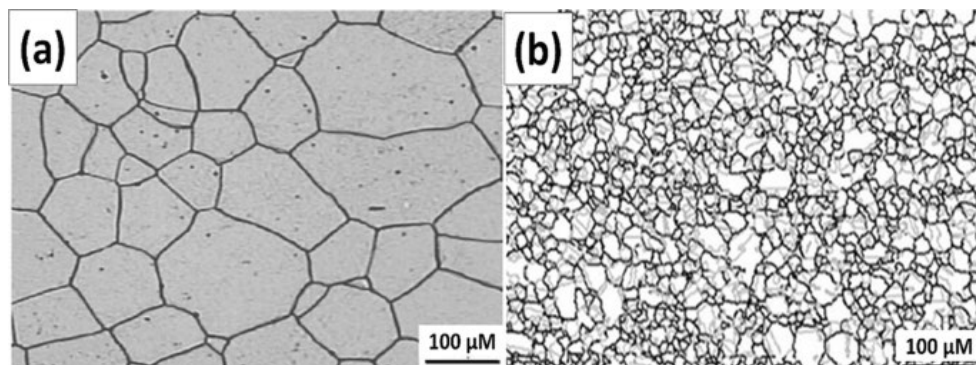


Figure 5 / *Rajah 5* : Coarse grain structure (a) and Fine grain structure (b) / *struktur butir kasar (a) dan struktur butir halus (a)*

(3 marks/markah)

- (b). A sheet of steel 1.5 mm thick has nitrogen atmosphere on both sides at 1000 °C and is permitted to achieve a steady-state diffusion condition. The diffusion coefficient for nitrogen in steel at this temperature is $6 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$, and the diffusion flux is found to be $1.2 \times 10^{-7} \text{ kg/m}^2.\text{s}$. Also, it is known that the concentration of nitrogen in the steel at the high-pressure surface is 4 kg/m^3 . Calculate how far into the sheet from this high-pressure side will the concentration be 2.0 kg/m^3 . Assume a linear concentration.

Satu kepingan keluli dengan tebal 1.5 mm terdedah dengan atmosfera nitrogen pada kedua-dua sisi pada 1000 °C, dan dibiarkan untuk mencapai keadaan resapan mantap. Pekali resapan bagi nitrogen di dalam keluli pada suhu ini ialah $6 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$, dan fluks resapan didapati ialah $1.2 \times 10^{-7} \text{ kg/m}^2.\text{s}$. Juga, diketahui bahawa kepekatan nitrogen di dalam keluli pada permukaan tekanan tinggi ialah 4 kg/m^3 . Kirakan sejauh manakah kedalaman di dalam keluli daripada permukaan tekanan tinggi ini kepekataannya menjadi 2.0 kg/m^3 . Andaikan kepekatan adalah linear.

(8 marks/markah)

- (5). (a). Purification of hydrogen gas can be done by steady-state diffusion through a palladium sheet. On one side of the sheet is impure gas composed of hydrogen and other gases. And on the other side is maintained a constant and lower hydrogen pressure, allowing hydrogen to pass through by diffusion. Compute the number of kilograms of hydrogen that pass per hour through a 5 mm thick sheet of palladium having an area of 0.40 m^2 at 500 °C. Assume a diffusion coefficient of $1.0 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$, and the concentration at the high- and low-pressure sides of the plate are 2.4 and 0.6 kg of hydrogen per cubic meter.

...11/-

Penulenan gas hidrogen boleh dilakukan melalui resapan keadaan mantap melalui satu kepingan paladium. Pada satu sisi kepingan ialah gas tidak tulen yang terdiri daripada gas hidrogen dan lain-lain gas. Dan pada sisi satu lagi dikekalkan pada tekanan hidrogen rendah dan malar, membolehkan hidrogen melepasi paladium secara resapan. Kirakan jumlah kilogram hidrogen yang melepasi paladium per jam melalui tebal 5 mm kepingan paladium dengan keluasan kawasan 0.40 m^2 pada 500°C . Andaikan pekali resapan $1.0 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$, dan ketumpatan pada sisi tekanan tinggi dan rendah kepingan tersebut adalah 2.4 dan 0.6 kg hydrogen per meter kubik.

(8 marks/markah)

- (b). Severe deformation techniques have been reported to effectively refined grain structure, and refinement of grains as shown in Figure 6 via high pressure torsion is one example of these techniques. The refinement is the result of dislocation movement during deformation which leads to sub-grain formation following the dislocation accumulation within original grains. Based on your understanding of dislocation motion, discuss how dislocation motion enables ductility in metals. Would the ductility depend on the crystal structure? Use suitable sketches to illustrate your discussion.

Teknik-teknik ubahbentuk teruk telah dilaporkan dapat menghaluskan struktur butir dengan berkesan, dan penghalusan butir yang ditunjukkan dalam Rajah 6 melalui kilasan tegasan tinggi adalah satu daripada contoh teknik-teknik tersebut. Penghalusan ini merupakan hasil daripada pergerakan kehelan sewaktu ubahbentuk yang membawa kepada pembentukan sub-butir akibat pengumpulan kehelan di dalam butir asal. Berdasarkan pemahaman anda di dalam pergerakan kehelan, bincangkan bagaimana pergerakan kehelan membolehkan kemuluran di dalam bahan logam. Adakah kemuluran bergantung kepada struktur hablur? Gunakan lakaran yang sesuai untuk menggambarkan perbincangan anda.

...12/-

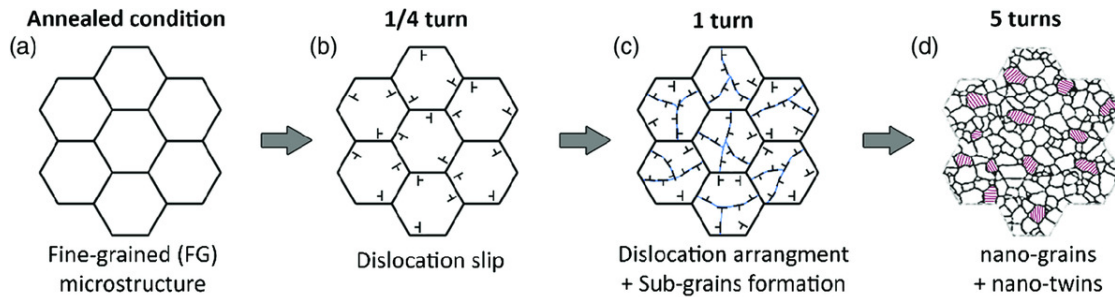


Figure 6 / *Rajah 6* : Refinement of grains during high pressure torsion of alloy /
Penghalusan butir sewaktu kilasan tegasan tinggi aloi

(8 marks/markah)

- (c). Figure 7 shows the comparison between images captured using optical microscope (OM) and that of scanning electron microscope (SEM). Use your own example to discuss how the different imaging capabilities can be used to characterize materials.

Rajah 7 menunjukkan perbandingan antara imej-imej yang diambil menggunakan mikroskop optikal (OM) dan mikroskop imbasan elektron (SEM). Gunakan contoh anda sendiri untuk membincangkan bagaimana keupayaan pengimejan yang berbeza ini boleh digunakan untuk pencirian bahan-bahan.

(4 marks/markah)

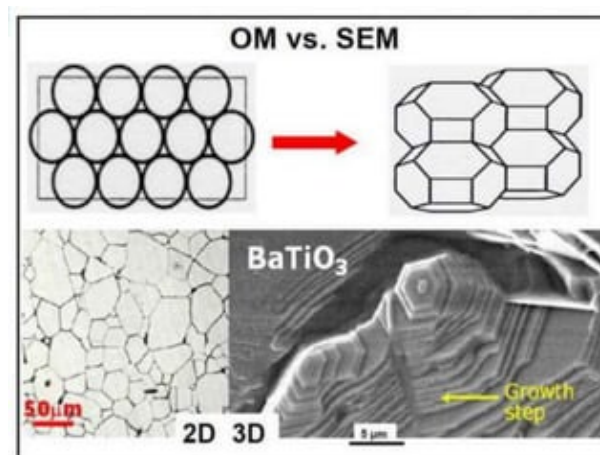


Figure 7 / *Rajah 7* : Comparison between images captured using optical microscope (OM) and scanning electron microscope (SEM) / *Perbandingan antara imej diambil menggunakan mikroskop optik (OM) dan mikroskop imbasan elektron (SEM)*

...13/-

PART D / BAHAGIAN D

- (6). (a). List the FOUR (4) classifications of steels and briefly describe the properties and typical applications for each classification.

Senaraikan EMPAT (4) klasifikasi keluli dan terangkan secara ringkas sifat-sifat dan aplikasi biasa bagi setiap klasifikasi.

(8 marks/markah)

- (b). Define ferrous alloy and briefly describe the importance of ferrous alloy as engineering construction material.

Nyatakan aloi ferus dan perihalkan secara ringkas kepentingan aloi ferus sebagai bahan pembinaan kejuruteraan.

(6 marks/markah)

- (c). Describe the THREE (3) stages in the ductile fracture of a metal.

Terangkan TIGA (3) peringkat dalam kegagalan logam mulur.

(6 marks/markah)

- (7). (a). Define a ceramic material.

Takrifkan bahan seramik.

(5 marks/markah)

- (b). State FIVE (5) properties that is common to ceramic materials.

Nyatakan LIMA (5) sifat yang umum dengan bahan seramik.

(5 marks/markah)

- (c). With the aid of a schematic diagram, briefly describe the slip casting method for producing ceramic products.

Dengan bantuan gambarajah, terangkan secara ringkas kaedah tuangan slip untuk penghasilan produk seramik.

(5 marks/markah)

- (d). List the properties of refractory ceramics and give examples of their applications.

Senaraikan sifat-sifat seramik refraktori and berikan contoh aplikasi mereka.

(5 marks/markah)

PART E / BAHAGIAN E

- (8) (a). The mechanical properties of polymers are closely related to their molecular structure, including molecular weight. Explain how the molecular weight of a polymer influences its mechanical strength.

Sifat mekanikal polimer berkait rapat dengan struktur molekulnya, termasuk berat molekul. Terangkan bagaimana berat molekul polimer mempengaruhi kekuatan mekanikalnya.

(6 marks/markah)

- (b). The failure mode of thermoplastic polymers is influenced by external factors. Discuss how changes in temperature and strain rate impact the failure behavior of thermoplastic polymers.

Mod kegagalan polimer termoplastik dipengaruhi oleh faktor luaran. Huraikan bagaimana perubahan suhu dan kadar regangan mempengaruhi tingkah laku kegagalan polimer termoplastik.

(8 marks/markah)

- (c). List down ONE (1) processing method for production of composite materials and briefly describe the processing steps involved.

Senaraikan SATU (1) kaedah pemprosesan untuk penghasilan bahan-bahan komposit dan perihalkan secara ringkas langkah-langkah pemprosesan yang terlibat.

(6 marks/markah)

- (9). (a). The degree of crystallinity in semicrystalline polymers play a crucial role in determining their mechanical and thermal properties. Discuss FOUR (4) factors that can enhance the degree of crystallinity in a semicrystalline polymer.

Darjah kehabluran dalam polimer semihablur memainkan peranan penting dalam menentukan sifat mekanikal dan terma mereka. Huraikan EMPAT (4) faktor yang boleh meningkatkan tahap kehabluran dalam polimer semihablur.

(8 marks/markah)

- (b). Extrusion is a widely used manufacturing process for shaping polymeric materials into continuous profiles. With the help of a schematic diagram, briefly explain the steps involved in the polymer extrusion process.

Penyemperitan adalah proses pembuatan yang digunakan secara meluas untuk membentuk bahan polimer menjadi profil berterusan. Dengan bantuan gambarajah, terangkan secara ringkas langkah-langkah yang terlibat dalam proses penyemperitan polimer.

(6 marks/markah)

- (c). The alignment of fibers in a composite material plays a crucial role in determining its mechanical properties. Explain the effect of fiber alignment on the properties of discontinuous fiber-reinforced composites in the transverse and longitudinal directions.

Susunan gentian dalam bahan komposit memainkan peranan penting dalam menentukan sifat mekanikalnya. Terangkan kesan susunan gentian terhadap sifat komposit gentian terputus dalam arah melintang dan membujur.

(6 marks/markah)

-oooOooo-