

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2003/2004  
*First Semester Examination  
2003/2004 Academic Session*

September/Oktober  
*September/October*

**ESA423/3 – Bahan Aeroangkasa & Komposit**  
*(Aerospace Material & Composite)*

Masa : 3 jam  
*Hour : [3 hours]*

---

**ARAHAN KEPADA CALON :**  
*INSTRUCTION TO CANDIDATES:*

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH** mukasurat bercetak dan **TUJUH** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.  
*Please ensure that this paper contains **SEVEN** printed pages and **SEVEN** questions before you begin examination.*

Sila jawab **SEMUA** soalan.  
*Answer **ALL** questions.*

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.  
*Each questions must begin from a new page.*

- S1. [a] Terbitkan modulus membujur,  $E_L$  berdasarkan kepada interaksi lamina satu arah bagi gentian-matriks yang dikenakan bebanan tegangan untuk gentian selari yang berterusan.

*Derive the longitudinal modulus,  $E_L$ , based on fiber-matrix interactions of unidirectional lamina that has been subjected to tensile loading with respect to continuous parallel fiber.*

(40 markah)

- [b] Bincangkan andaian asas yang diambil bagi menerbitkan modulus,  $E_L$  tersebut.

*Discuss the assumption made to determine the above modulus,  $E_L$ .*

(20 markah)

- [c] Satu ujian tegangan yang dijalankan kepada gentian kaca epoksi dan matriks poliester menghasilkan keputusan seperti di dalam rajah berikut;

**Berdasarkan keputusan di atas dapatkan nilai modulus membujur bagi kepingan komposit yang mengandungi 0.65 pecahan berat gentian epoksi di dalam matriks poliester.**

**Data: ketumpatan gentian kaca,  $P_f = 2.54 \text{ kg/mm}^3$**

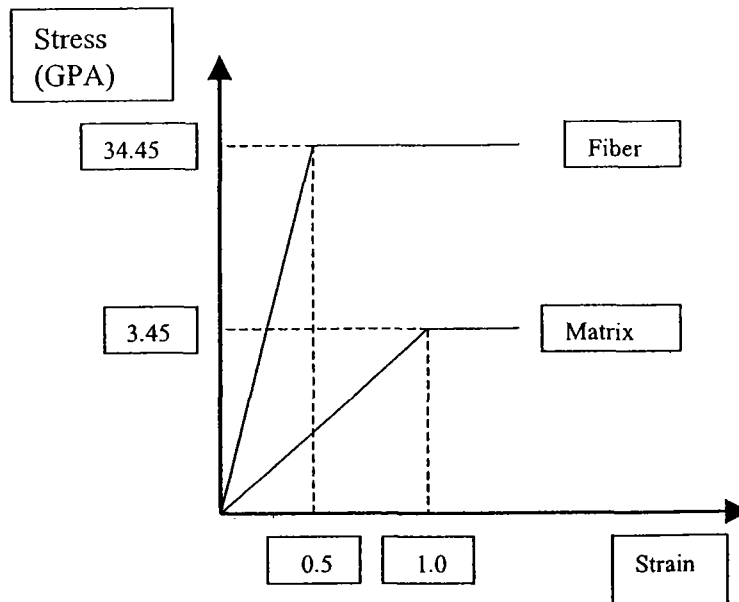
**Ketumpatan matriks,  $P_m = 1.1 \text{ kg/mm}^3$**

*The tensile test result carried out on a epoxy glass fiber and a polyester matrix is as shown in the graph.*

*Based on the above result determine the longitudinal modulus for composite plate with 0.65 weight fraction of epoxy glass in polyester matrix.*

*Data : density for glass fiber,  $P_f = 2.54 \text{ kg/mm}^3$ ,*

*Density for polyester,  $P_m = 1.1 \text{ kg/mm}^3$*



(40 markah)

- S2. [a] Bincangkan empat (4) proses penghasilan komposit matriks logam.

*Discuss four (4) manufacturing processes for metal matrix composites.*

(60 markah)

- [b] Berdasarkan kepada keperluan perkhidmatan produk, sebagai jurutera anda ditugaskan untuk memberi cadangan proses pengeluaran bagi komposit matriks logam yang tidak memberi kesan kepada sifat gentian.

*Based on the product service requirements and as an Engineer you are assign to proposed metal matrix manufacturing process that do not affect characteristic of the fiber.*

(40 markah)

- S3. [a] Bincangkan kaedah berikut bagi mengukur kekuatan ikatan antara muka gentian dan matriks;

- (i) Ujian gentian tunggal
- (ii) Ujian spesimen pukal
- (iii) Ujian penekanan mikro

*Discuss the following method used to measure the interfacial strength between fiber and matrix.*

- (i) Single fiber test
- (ii) Bulk specimen test
- (iii) Micro-Indentation test

(60 markah)

- [b] Data bagi satu ujian penekanan mikro ke atas komponen pesawat berasaskan matriks Al-Li dan gentian SiC bagi menentukan kekuatan ikatan antara muka adalah seperti berikut;

Bebanan tekanan,  $P = 5 \text{ kgf}$

Modulus gentian SiC,  $E_f = 406 \text{ GPa}$

Jejari SiC  $= 1.0 \text{ mm}$

Nilai ukuran,  $b = 1.2 \text{ mm}$

Nilai ukuran,  $a = 0.4 \text{ mm}$

Nilai kedalaman,  $u = 0.5 \text{ mm}$

Berdasarkan kepada gambarajah di bawah kirakan kekuatan terikan antara muka.

*The following data shows the result from micro indentation test perform on an aircraft component made of Al-Li based matrix reinforced with SiC to determine the interfacial bonding strength;*

*Indentation load,  $P = 5 \text{ kgf}$*

*SiC fiber Modulus,  $E_f = 406 \text{ GPa}$*

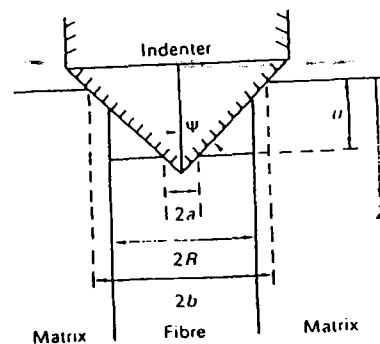
*SiC radius  $= 1.0 \text{ mm}$*

*Measurement of  $b = 1.2 \text{ mm}$*

*Measurment of  $a = 0.4 \text{ mm}$*

*Depth,  $u = 0.5 \text{ mm}$*

*Based from the diagram given below calculate the interfacial shear stress?*



(a)

(40 markah)

- S4. [a] Bincangkan kekuatan antaramuka yang berikut;

- (i) Ikatan mekanik
- (ii) Ikatan elektrostatik
- (iii) Ikatan kimia
- (iv) Ikatan tindakbalas/interdiffusion

Discuss the following interfacial strength;

- (i) Mechanical bonding
- (ii) Electrostatik bonding
- (iii) Chemical bonding
- (iv) Reaction/interdiffusion bonding

(40 markah)

- [b] Satu penyiasatan mengenai kemalangan maut sebuah pesawat Cesna disebabkan oleh kegagalan rekahan penyambung mekanik yang diperbuat daripada logam Kuprum. Rekod terperinci menunjukkan rekahan tersebut adalah disebabkan oleh ketidaksuaian sifat pengembangan terma logam kuprum ( $18 \times 10^6 \text{ k}^{-1}$ ) pada suhu tinggi. Kajian keatas sifat pengembangan terma menunjukkan kesesuaian pengembangan terma haruslah bernilai  $14 \times 10^6 \text{ k}^{-1}$ .

Sebagai seorang Jurutera Pesawat Kapal anda terlibat dalam proses untuk menggantikan logam kuprum kepada komposit berasaskan Al-SiC. Keputusan ujikaji keatas sifat pengembangan terma bagi Al-SiC adalah seperti berikut. Berdasarkan kepada keputusan ini, hitungkan peratusan isipadu SiC yang wajar digunakan untuk mencapai sifat pengembangan terma yang diperlukan ?

% isipadu	38	34	29	20	17	15	12
Pengembangan terma, ( $10^6 \text{ k}^{-1}$ )	11	12	13	15	16	17	18

Nyatakan andaian yang anda gunakan.

*An investigation on fatal crash report involving a Cesna aircraft indicates that it is due to fracture failure of the mechanical connectors made of copper based alloy. Details record shows that the fracture is due to the incompatibility of the thermal expansion characteristic at elevated temperature. Research carried out on the thermal expansion suitability shows that the thermal expansion should be in the range  $14 \times 10^6 \text{ k}^{-1}$ .*

*As an Aircraft Engineer you are involved in the process to substitute the copper based alloy to an Al-SiC based composite. Experimental result carried on the thermal expansion characteristic of Al-SiC is as follows. Based on the result, determine the volume fraction in order to achieve the required thermal expansion characteristic.*

Volume, %	38	34	29	20	17	15	12
Thermal expansion, ( $10^6 \text{ k}^{-1}$ )	11	12	13	15	16	17	18

State the assumption made.

(60 markah)

S5. [a] Bincangkan proses-proses berikut dengan bantuan lakaran carta aliran

- (i) Proses Sol-Gel
- (ii) Teknik Pengeapan Wap

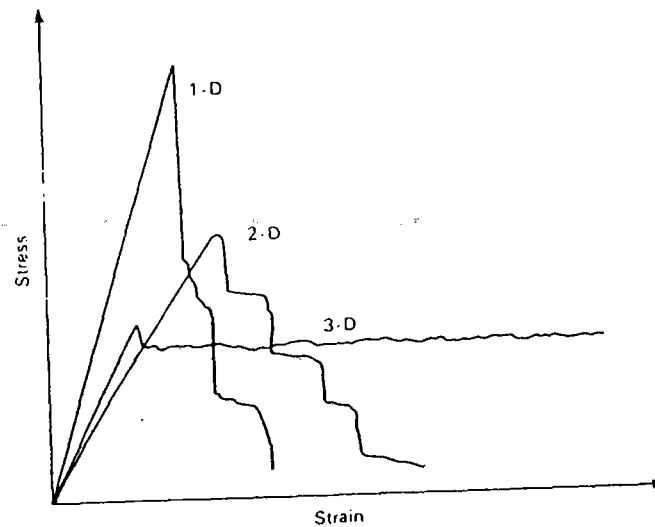
*Discuss the following processes with the aid of flow chart.*

- (i) *Sol-Gel Process*
- (ii) *Vapour deposition techniques*

(60 markah)

[b] Data dalam bentuk graf di bawah menunjukkan ujian tegangan ke atas komposit karbon bertenunan gentian karbon. Kaedah tenunan dilakukan secara 1-D, 2-D dan 3-D. Uraikan sifat-sifat mekanik yang boleh diperolehi.

*Graph shown below is a plot of data obtained from a tensile test carried out on a carbon composite woven with carbon fiber. Woven techniques were performed with three different dimension namely 1-D, 2-D and 3-D. Elaborate the possible mechanical properties from the graph.*



(40 markah)

S6. [a] Bincangkan dua (2) kaedah yang digunakan di dalam Ujian Tak Musnah ke atas komposit.

*Discuss two (2) methods used in Non Destructive testing on composite.*

(50 markah)

- [b] Laporan kawalan mutu terhadap komponen struktur pelantar utama payload micro-satelit aero-USM yang diperbuat dari komposit berasaskan Al-Li mengandungi kecacatan sebesar 0.5 mm jejari. Kecacatan tersebut telah ditentukan dengan kaedah Ultrasonik menggunakan kaur (probe) 3MHz. Kelajuan gelombang bunyi di dalam komposit berasaskan Al-Li ialah 6km per saat. Anda ditugaskan untuk menilai semula laporan tersebut. Jelaskan dengan perkiraan samada laporan tersebut boleh diterimapakai atau pun tidak dan kenapa. Anda harus sokong cadangan anda dengan kiraan matematik

*A quality control report on the main payload structure of aero-USM micro satellite made from Al-Li based composite contained 0.5mm defect in radius. The defect were determined by ultrasonic method with 3 MHz probe and the sound wave velocity in the Al-Li based composite is 6 km per sec. You are assigned to re-evaluate the report. Explain whether the report is valid or not valid and why. You must support your argument with mathematical calculation.*

(40 markah)

- [c] Bezakan jarak gelombang jika gelombang bunyi itu melalui air dan komposit. Terangkan kenapa?

*Differentiate the sound wave length when it passed through water and composite and why.*

(10 markah)

- S7. [a] Bincangkan klasifikasi polimer yang digunakan sebagai matriks di dalam komposit matrik polimer.

*Discuss the polymer matrix classification used in polymer composite matrix.*

(60 markah)

- [b] Bincangkan kebaikan dan keburukan sifat-sifat komposit matrik polimer.

*Discuss the advantage and disadvantage of polymer matrix composite characteristics.*

(40 markah)