

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
2014/2015 Academic Session

December 2014 / January 2015

## EBB 427/3 – Technology & Application of Engineering Polymer *[Teknologi & Penggunaan Polimer Kejuruteraan]*

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

---

Please ensure that this examination paper contains FOURTEEN printed pages before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi EMPAT BELAS muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

This paper consists of SEVEN questions. THREE questions in PART A and FOUR questions in PART B.

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

**Instruction:** Answer FIVE questions. Answer ALL questions from PART A and TWO questions from PART B. If a candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

**[Arahan:** Jawab LIMA soalan. Jawab SEMUA soalan dari BAHAGIAN A dan DUA soalan dari BAHAGIAN B. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

The answers to all questions must start on a new page.

*[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]*

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

*[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]*

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

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

PART A / BAHAGIAN A

1. [a] Compare the process of extrusion blow moulding and injection blow moulding in plastic bottle manufacturing process.

*Bandingkan proses pengacuan penyemperitan tiup dan pengacuan suntikan tiup dalam proses penghasilan botol plastik.*

(25 marks/markah)

- [b] Figure 1 shows a child's toy. The toy is constructed from a playset, made up of many different parts such as heads, arms, bodies etc. When each part pushes in position, entire character is formed. A child using the playset to build a character, from any of the available interlocking parts. Study the photograph and answer the following questions;

*Rajah 1 menunjukkan mainan kanak-kanak. Mainan ini dibina dari set mainan yang terdiri daripada banyak bahagian yang berbeza seperti kepala, lengan, badan dan lain-lain. Setiap bahagian ini apabila ditolak ke dalam kedudukan akan membentuk watak keseluruhan. Kanak-kanak boleh menggunakan set mainan ini untuk membina watak daripada mana-mana bahagian saling kunci. Kaji gambar tersebut dan jawab soalan-soalan berikut:*

- (i) Name a specific polymer suitable for a manufacture of the toy.

*Namakan polimer yang sesuai untuk pembuatan mainan*



Figure 1: Photograph of a child's toy

*Rajah 1: Gambar mainan kanak-kanak*

(5 marks/markah)

...3/-

- (ii) Justify why this polymer is suitable for the toy.

*Wajarkan mengapa polimer ini sesuai untuk pembuatan mainan.*

(10 marks/markah)

- (iii) By using diagram and notes, explain how the toy is manufactured (various parts of the manufacturing machine and functions of each part should be included in the answer).

*Dengan menggunakan gambar rajah dan nota jelaskan bagaimana mainan ini dihasilkan (bahagian yang terlibat dalam mesin pembuatan dan fungsi setiap bahagian perlu dimasukkan dalam jawapan anda).*

(30 marks/markah)

- (iv) Discuss on the parameters that need to be controlled during the manufacturing process.

*Bincangkan parameter yang perlu dikawal semasa proses pembuatan.*

(20 marks/markah)

- (v) Predict failures that might exist in the product.

*Ramalkan kegagalan yang mungkin wujud dalam produk tersebut.*

(10 marks/markah)

2. [a] A material may be elastomeric at room temperature, however rigid at lower temperature. With an aid of appropriate diagram, explain why.

*Sesuai bahan boleh menjadi elastomer pada suhu bilik, tetapi tegar pada suhu yang lebih rendah. Dengan bantuan gambarajah yang sesuai, terangkan mengapa.*

(20 marks/markah)

- [b] Describe how waste minimization of manufactured products can be done at the design stage.

*Perihalkan bagaimana pengurangan sisa bagi produk pembuatan dapat dilakukan di peringkat reka bentuk.*

(30 marks/markah)

- [c] Many believe that paper bags are more environmentally friendly than plastic bags because they are made from a renewable resource, biodegradable, and are recyclable. Give your comment and justify your answer based on the issues related to environmental impacts of both plastic and paper bags.

*Ramai yang percaya bahawa beg kertas lebih mesra alam berbanding beg plastik kerana ia dihasilkan daripada sumber yang boleh diperbaharui, biodegradasi, dan boleh dikitar semula. Berikan komen anda dan terangkan jawapan anda berdasarkan isu-isu yang berkaitan dengan kesan persekitaran bagi beg plastik dan beg kertas.*

(50 marks/markah)



3. [a] Figures 2 and 3 show two different processes of manufacturing pre-preg. Describe each of the process separately and state the advantages and limitation of each process.

*Rajah 2 dan 3 menunjukkan lakaran skematik dua cara berbeza untuk menghasilkan pra-preg. Terangkan setiap proses secara berasingan dan juga berikan kelebihan dan kekurangan untuk setiap proses.*

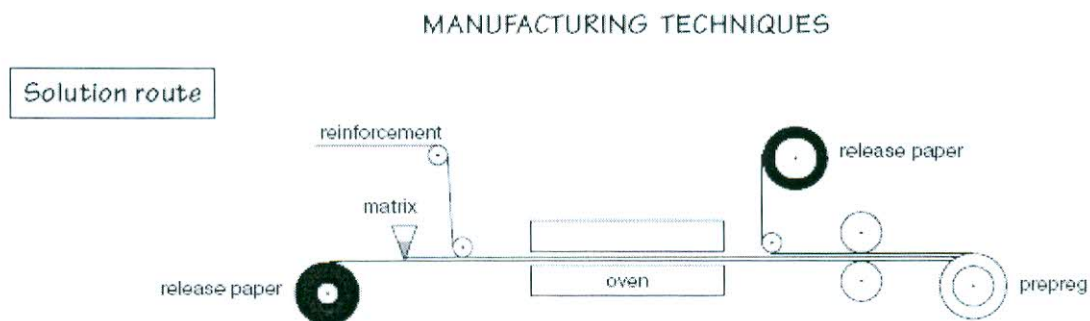


Figure 2: Schematic diagram of solution route to produce pre-preg

*Rajah 2: Rajah skematik penghasilan pra-preg menggunakan cara larutan*

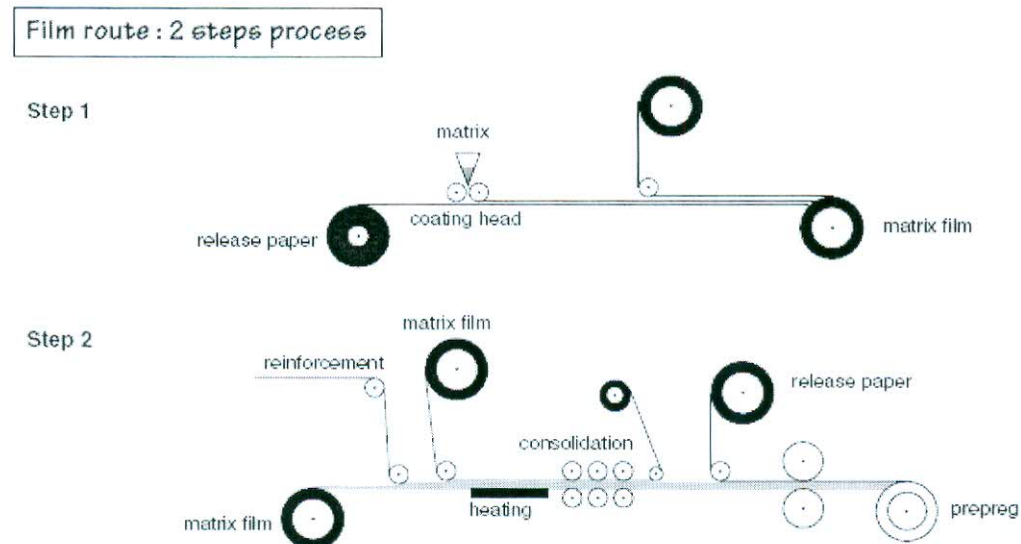


Figure 3: Schematic diagram of film route to produce pre-preg

*Rajah 3: Rajah skematik penghasilan pra-preg menggunakan cara filem*

(40 marks/markah)

...6/-

- [b] Autoclave curing is always recommended when high quality composite is required especially for an aircraft and automotive components. Justify why autoclave curing is capable for producing high quality composites and compare your answer with ordinary curing method such as compression moulding.

*Pematangan autoklaf adalah kaedah pilihan apabila komposit berkualiti tinggi diperlukan terutamanya untuk komponen-komponen kapal terbang dan automotif. Terangkan mengapa kaedah pematangan autoklaf mampu menghasilkan komposit berkualiti tinggi dan bandingkan jawapan anda dengan kaedah pematangan biasa seperti acuan mampatan.*

(20 marks/markah)

- [c] Table 1 shows the typical values for various properties of unfilled castings prepared from a liquid bisphenol A-based epoxy resin and various curing agents. Based on the values given, comment on how the type and structure of curing agent influence the properties of cured epoxy resin with respect to the properties listed.

*Jadual 1 menunjukkan nilai-nilai sifat cecair resin epoksi bisfenol A dimatangkan menggunakan pelbagai agen pematangan. Berdasarkan kepada nilai-nilai tersebut, komen bagaimana struktur dan jenis agen pematangan mempengaruhi sifat-sifat resin epoksi yang telah dimatangkan berdasarkan kepada sifat-sifat yang disenaraikan*

Table 1 : Typical values for various properties of unfilled castings prepared from a liquid bisphenol A-based epoxy resin and various curing agents

*Jadual 1: Nilai-nilai tipikal bagi pelbagai sifat resin yang diperbuat dari resin bisfenol A menggunakan pelbagai agen pematangan*

Properties (Sifat)	Curing agent (Agen pematangan)			
	Aliphatic amines	Aromatic amines	Fatty polyamides	Anhydrides
Tensile strength (MPa) <i>Kekuatan regangan</i>	48-69	69-90	31-45	83-90
Compressive strength (MPa) <i>Kekuatan mampatan</i>	83-100	120-130	48-62	120-130
Flexural strength (MPa) <i>Kekuatan lenturan</i>	83-100	120	48-62	120-130
Impact strength (J/m) <i>Kekuatan hentaman</i>	21-27	27-32	53-64	21
Heat deflection temperature (°C) <i>Suhu pelenturan haba</i>	70-110	145-150	40-60	125-135

(40 marks/markah)

**PART B / BAHAGIAN B**

4. [a] Differentiate between commodity and engineering polymers.

*Bezakan antara polimer-polimer komoditi dan kejuruteraan*

(20 marks/markah)

- [b] Explain the following observations;

- (i) At room temperature, poly(methylmethacrylate) is transparent, while polyethylene is translucent. At temperature above 135°C, both polymers are transparent
- (ii) The percentage of moisture absorption of the following polyamides  
Nylon 6: 1.3-1.9  
Nylon 12: 0.25-0.3
- (iii) Teflon is used in non-stick pan
- (iv) Nylon 6 has a higher melting point than polyethylene

*Terangkan pemerhatian berikut:*

- (i) *Pada suhu bilik, poli (metilmetakrilat) adalah lutsinar, manakala polietilena adalah lutcahaya. Pada suhu melebihi 135°C, kedua-dua polimer tersebut adalah lutsinar*
- (ii) *Peratusan penyerapan kelembapan yang poliamida adalah seperti berikut*  
*Nilon 6: 1.3-1.9*  
*Nilon 12: 0.25-0.3*
- (iii) *Teflon digunakan dalam kuali tidak melekat*
- (iv) *Nilon 6 mempunyai takat lebur yang lebih tinggi daripada polietilena*

(40 marks/markah)



- [c] Poly(ethylene terephthalate) is cooled rapidly from 300°C (state 1) to room temperature (state 2). The resulting material is rigid and perfectly transparent. The sample is then heated to 100°C and maintained at that temperature during which time it gradually becomes translucent (state 3) rather than transparent (state 4). For this polymer,  $T_m=267^\circ\text{C}$  and  $T_g=69^\circ\text{C}$ . Describe the molecular mechanisms responsible for the behaviour of the polymer in each state.

*Poli (etilena teraftalat) disejukkan dengan cepat daripada 300°C (keadaan 1) ke suhu bilik (keadaan 2). Bahan yang terhasil adalah kaku dan lutsinar sempurna. Sampel tersebut kemudiannya dipanaskan hingga 100°C dan dikedalkan pada suhu tersebut di mana ia beransur-ansur menjadi lutcahaya (keadaan 3) dan bukannya lutsinar (keadaan 4). Untuk polimer ini,  $T_m = 267^\circ\text{C}$  dan  $T_g = 69^\circ\text{C}$ . Terangkan mekanisma molekul yang bertanggungjawab terhadap kelakuan polimer pada setiap keadaan.*

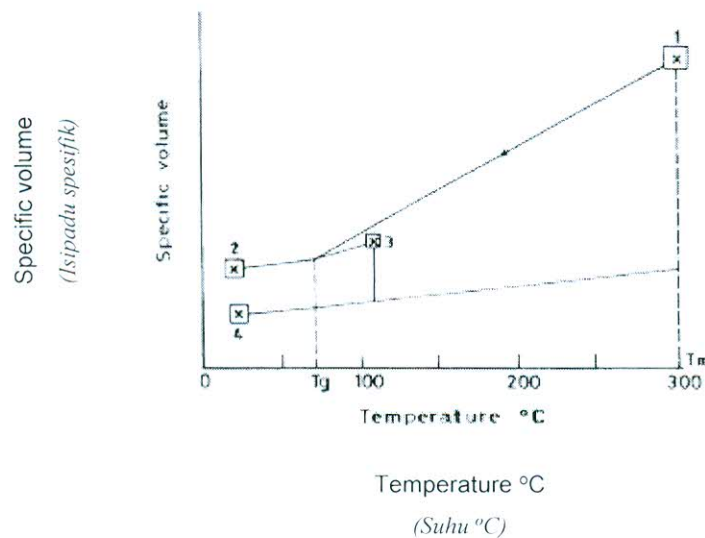


Figure 4: Specific volume vs. temperature curve indicating  $T_g$ ,  $T_m$  and location of States 1-4

*Rajah 4: Isipadu spesifik melawan keluk suhu yang menunjukkan  $T_g$ ,  $T_m$  dan lokasi keadaan 1-4*

(40 marks/markah)

...10/-

5. [a] Styrene butadiene rubber (SBR) represents half of synthetic rubber production and is much consumed in tyres, where it competes with and complements natural rubber. State the advantages and limitations of SBR as compared to natural rubber. Suggest other two typical applications of SBR besides tyres.

*Getah stirena butadiena (SBR) mewakili separuh daripada pengeluaran getah sintetik dan banyak digunakan dalam penghasilan tayar, yang bersaing dengan dan melengkapi getah asli. Nyatakan kelebihan dan kekurangan SBR berbanding getah asli. Cadangkan dua aplikasi tipikal SBR selain tayar.*

(40 marks/markah)

- [b] Elastomers are usually thermosets but may also be thermoplastic. Compare the differences in terms of characteristics between thermoset and thermoplastic elastomers. State three benefits of thermoplastic elastomer over thermoset elastomer.

*Elastomer biasanya termoset tetapi mungkin juga termoplastik. Bandingkan perbezaan dari segi ciri-ciri antara elastomer termoset dan termoplastik. Nyatakan tiga kelebihan elastomer termoplastik berbanding elastomer termoset.*

(35 marks/markah)

- [c] The crosslink density of an elastomer can be determined from swelling or mechanical measurements. What is the importance of the determination of crosslink density after curing. Outline briefly the procedure involve in either one of the two methods to measure crosslink density.

*Ketumpatan tautsilang elastomer boleh ditentukan melalui pengukuran pembengkakan atau mekanikal. Apakah kepentingan penentuan ketumpatan tautsilang selepas pematangan. Perincikan secara ringkas prosedur yang terlibat dalam salah satu daripada dua kaedah tersebut untuk mengukur ketumpatan tautsilang .*

(25 marks/markah)

6. [a] You are required to produce a long and continuous profile of fibre reinforced unsaturated polyester composite in a large quantity within a reasonable time. Recommend a suitable manufacturing technique of the profile and justify your choice by outlining the main reason of your selection.

*Anda diminta untuk menghasilkan profil komposit diperkuat gentian poliester taktepu di dalam kuantiti yang besar dan jangkamasa yang singkat. Cadangkan kaedah yang sesuai untuk menghasilkan profil tersebut dan bincangkan pilihan anda beserta dengan alasan yang sesuai.*

(40 marks/markah)

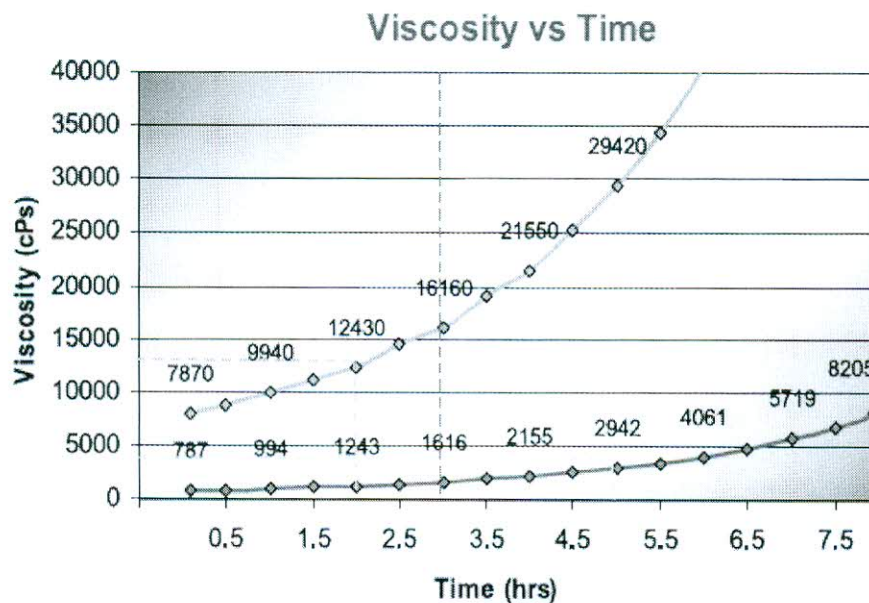
- [b] Outline the selection criteria for a good thermosetting adhesive. Consequently, suggest a suitable thermosetting adhesive system for room curing temperature application.

*Gariskan kriteria pemilihan bagi perekat termoset yang baik. Seterusnya, cadangkan sistem perekat termoset untuk kegunaan pematangan pada suhu bilik.*

(30 marks/markah)

- [c] Define the meaning of pot life and shelf life of thermosetting resin. Consequently, compare the pot life and shelf life of resin 'A' and 'B' as shown in Figure 5.

*Jelaskan maksud jangka hayat 'pot' dan jangka hayat 'shelf' bagi resin termoset. Seterusnya, bandingkan jangka hayat 'pot' dan jangka hayat 'shelf' bagi resin 'A' dan 'B' dengan merujuk rajah 5.*



4

Figure 5 : Variation of viscosity against time for resin 'A' and 'B'

*Rajah 5 : Variasi kelikatan melawan masa bagi resin 'A' dan 'B'*

(30 marks/markah)



7. [a] Plastics are often used to replace traditional materials such as wood, ceramic and metal in products today. Describe two different products that have been made with plastics to replace traditional materials. You should make reference to the material used, the method of manufacture, and the benefit they bring to the manufacture and the consumer.

*Plastik sering digunakan untuk menggantikan bahan-bahan tradisional seperti kayu, seramik dan logam dalam penghasilan produk dewasa ini. Terangkan dua produk yang berbeza yang telah dihasilkan dengan menggunakan plastik untuk menggantikan bahan-bahan tradisional. Anda perlu merujuk kepada bahan yang digunakan, kaedah pembuatan, dan manfaat terhadap pembuatan dan pengguna.*

(40 marks/markah)

- [b] Recycling used products is one of the best ways to save the environment. Discuss the steps involve in reprocessing and refabrication of post-consumer recycle (PCR) materials.

*Kitar semula barangan terpakai merupakan salah satu cara terbaik untuk menyelamatkan alam sekitar. Bincangkan langkah-langkah yang terlibat dalam pemprosesan semula dan penghasilan semula bahan kitar semula lepas guna (PCR).*

(30 marks/markah)

- [c] Linear unsaturated polyesters are prepared commercially by the reaction of a saturated diol with a mixture of an unsaturated dibasic acid and corresponding anhydrides. Outline the procedure of preparing the linear unsaturated polyesters commercially and recommend a typical ratio of those saturated diol and anhydride.

*Poliester linear taktepu dihasilkan secara komersil melalui tindakbalas antara campuran diol tepu dan dibasik asid tak tepu beserta anhydrid yang sesuai. Perincikan kaedah pernghasilan Poliester linear tak tepu secara komersil dan cadangkan ratio tipikal antara dibasik asid tak tepu dan anhydrid.*

(30 marks/markah)