
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2012/2013 Academic Session

June 2013

EBB 408/3 – Materials Selection and Design *[Pemilihan & Rekabentuk Bahan]*

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains **TEN** printed pages and **THREE** pages APPENDIX before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEPULUH** muka surat beserta **TIGA** muka surat LAMPIRAN yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

This paper consists of **SIX** questions. **THREE** questions in PART A and **THREE** questions in PART B.

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

Instruction: Answer **FIVE** questions. Answer **TWO** questions from PART A, **TWO** questions from PART B and **ONE** question from any sections. 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 **DUA** soalan dari **BAHAGIAN A**, **DUA** soalan dari **BAHAGIAN B** dan **SATU** soalan dari mana-mana bahagian. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]*

Please answer PART A and PART B in separate answer booklet.

*Sila jawab **BAHAGIAN A** dan **BAHAGIAN B** dalam buku jawapan yang berasingan.*

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, the English version shall be used.

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

PART A / BAHAGIAN A

1. [a] The selection of materials for use at high temperatures are based on the premise that "the higher the melting temperature, the higher is the creep resistance of a material". Justify this statement for metallic, polymeric and ceramic materials.

Pemilihan bahan untuk kegunaan suhu tinggi adalah berlandaskan hakikat "semakin tinggi suhu lebur, maka semakin tinggi rintangan rayap sesuatu bahan". Bincangkan kenyataan ini dengan merujuk kepada bahan-bahan logam, polimer dan seramik.

(60 marks/markah)

- [b] A case is required for a notebook computer. The sales department insists on an A4 footprint, and a thickness no greater than that of a paperback novel. Translated into more rational units, the dimensions of the case are 280 x 220 x 20 mm, with a wall thickness not exceeding 2 mm. It is to be made in two pieces (a base and a lid, each about the same size) and from a tough thermoplastic. The tolerance T on the larger dimensions is specified a ± 0.5 mm; the RMS roughness R must not exceed 0.2 μm . Use diagrams in Appendix 1 and 2 to determine possible ways of shaping the case.

Suatu kotak diperlukan untuk sebuah komputer riba. Bahagian pemasaran menetapkan bahawa ianya mesti berukuran A4, dan ketebalan tidak lebih daripada sebuah novel kulit lembut. Jika diterjemahkan dalam unit yang lebih rasional, dimensi kotak adalah 280 x 220 x 20 mm, dengan ketebalan dinding tidak melebihi 2 mm. Ianya perlu dibuat dalam dua keping (satu sebagai dasar dan satu lagi sebagai penutup, yang hampir sama saiz) dan daripada suatu termoplastik yang tahan lasak. Tolerans T pada dimensi yang lebih besar ditetapkan sebagai ± 0.5 mm; kekasaran RMS mesti tidak lebih daripada 0.2 μm . Sila guna rajah proses dalam Lampiran 1 dan 2 untuk mengenalpasti kaedah-kaedah yang mungkin bagi membentuk kotak tersebut.

(40 marks/markah)

2. [a] An engineering design process can be divided into various stages. Appraise the supporting engineering science, precision of data and the choices of materials at each stage.

Proses reka bentuk kejuruteraan terdiri beberapa peringkat. Berikan satu huraian mengenai sains kejuruteraan sokongan, ketepatan data dan pilihan bahan pada setiap peringkat.

(60 marks/markah)

- [b] An engine frame requires a material which is both stiff (modulus $E > 40$ GPa) and has a high damping. Damping is the ability of a material to dissipate elastic energy : vibration - deadening materials have high damping. It is measured by the loss coefficient, η . Distinguish a subset of four possible materials for the engine test frame. Comment on their suitability. Refer Appendix 3.

Kerangka enjin memerlukan suatu bahan yang bukan sahaja tegar (modulus $E > 40$ GPa) tetapi juga mempunyai redaman yang tinggi. Redaman adalah keupayaan suatu bahan untuk menyebarkan tenaga kenyal – bahan serap tenaga mempunyai nilai redaman yang tinggi. Ianya diukur menerusi pekali hilangan, η . Bezajelaskan suatu subset empat bahan yang berkemungkinan digunakan sebagai kerangka uji enjin. Bincangkan juga tentang kesesuaian setiap satu. Rujuk Lampiran 3.

(40 marks/markah)

3. [a] A drastic change in the use of building materials has been observed in this country in the last 30 years, especially in the rural areas. The advocates of traditional architecture lament this change as the demise of local wood architecture and the unique architectural designs of the various localities in Malaysia. Compare the selection of building materials by emphasizing the use of wood, fired bricks, cement bricks, concrete, structural steels and glass. Your discussion should also dwell on the environmental impact, recyclability and, where possible the carbon footprint.

Suatu perubahan ketara dalam penggunaan bahan telah diperhatikan di negara ini sejak 30 tahun kebelakangan ini, khususnya di kawasan-kawasan desa. Pencinta seni reka tradisional meratapi perubahan ini sebagai berkuburnya seni bina kayu tempatan dan ciri-ciri unik binaan di setiap daerah dalam negara ini. Bandingkan pemilihan bahan untuk binaan dengan memberi tumpuan kepada penggunaan kayu, bata bakar, bata simen, konkrit, keluli struktur dan kaca. Perbincangan anda juga harus menyentuh tentang kesan persekitaran, kebolehtaran, dan jika boleh, jejak karbon.

(60 marks/markah)

[b] Four different types of materials are being evaluated for use as a tennis racquet. You may assume that the handle of the racquet can be considered as a cantilever beam (of square cross-section, width t and length l) that can withstand a specific force F without excessive deflection, δ . Choose a material that is most suited to produce:

- (i) the lightest racquet
- (ii) the cheapest racquet

You are informed that the deflection that took place is:

$$\delta = 4 l^3 F/Et^4 \dots\dots\dots(1)$$

The values of length l and the force F are fixed, whilst t is a variable.

The data given are as follows:

Empat jenis bahan yang berlainan sedang dinilai untuk kegunaan sebagai bahan raket tenis. Anda boleh andaikan bahawa pemegang raket tersebut adalah suatu rasuk julur (keratan rentas segi empat sama, lebar t dan panjang l) yang berupaya menahan suatu daya tertentu (F) tanpa berlaku pesongan (δ) yang berlebihan. Pilih bahan yang paling sesuai untuk menghasilkan:

- (i) *suatu raket yang paling ringan*
- (ii) *suatu raket yang paling murah*

Anda diberi maklum pesongan yang diberlaku adalah:

$$\delta = 4 l^3 F/Et^4 \dots\dots\dots(1)$$

Nilai panjang l dan daya F adalah tetap, sementara t adalah boleh ubah.

Data yang diberi adalah seperti berikut:

Materials <i>Bahan</i>	Young' Modulus <i>Modulus Young</i> GNm⁻²	Density Mgm⁻³ <i>Ketumpatan Mgm⁻³</i>	Cost per tone RM <i>Kos per tan RM</i>
Steel / Keluli	190	7.8	1,030
CFRP / CFRP	154	1.6	450,000
Aluminium / Aluminium	69	2.7	5,300
Wood / Kayu	12	0.6	980

(40 marks/markah)

...6/-

PART B / BAHAGIAN B

4. [a] Keyboard surface of laptop looks stained and dirty after long usage due to sweat & other contaminations that spill onto the surface. This gives unpleasant feeling to user as it is dirty and unappealing. To avoid this problem, current material has to be improved or replaced. Suggest probable solution – change to new material, alternative design or any other alternatives that can eliminate the problem (current alternative offered in market shall not be used – ideas have to be novel).

Permukaan papan kekunci komputer riba akan kelihatan kotor dan kusam selepas lama digunakan akibat kesan peluh dan lain-lain bendasing yang tumpah ke atas permukaan tersebut. Ini akan memberikan perasaan yang tidak selesa kepada pengguna kerana ia kotor dan tidak menarik. Untuk mengelakkan masalah ini, bahan yang digunakan sekarang perlu ditambah baik atau ditukarkan. Cadangkan penyelesaian yang mungkin – bertukar kepada bahan baru, rekabentuk alternatif atau alternatif lain yang mampu menyelesaikan masalah (alternatif sedia ada yang ditawarkan dipasaran tidak boleh digunakan – idea mestilah baru).

(50 marks/markah)

- [b] Small lightweight aircraft (1 to 2 seats) uses mostly (if not all) composite material for structural and body parts. Discuss the reason for this, advantages and disadvantages of a full composite aircraft. Your discussion must include most issues related to the application; fabrication stage, during service and maintenance, and safety.

Kapal terbang ringan dan kecil (1 atau 2 tempat duduk) menggunakan kebanyakannya (kalau tidak semua) bahan komposit untuk bahagian struktur dan badan. Bincangkan alasan untuk perkara ini, kebaikan dan keburukan satu kapal terbang yang sepenuhnya komposit. Perbincangan anda mestilah merangkumi kebanyakan isu-isu berkaitan aplikasi; tahap pembuatan, sewaktu penggunaan dan pembaikan, dan keselamatan.

(50 marks/markah)

5. [a] Manufacturing cost can be divided into fixed and variable cost. Manufacturer always try to reduce cost and increase profit.
- (i) List down the typical items in variable cost category, for example in a plant producing powder metallurgy components.
 - (ii) In relation to materials selection, discuss how alternative material can be selected in order to reduce cost but still maintain the required performance. For example, current material is X with certain alloying elements, but Y material with different composition can be purchased at a lower cost. What are the considerations for the changes? Would it be practical to always go for the cheaper alternative?

Kos pembuatan boleh dibahagikan kepada kos tetap dan kos berubah. Pembuat selalunya akan sentiasa cuba mengurangkan kos dan meningkatkan keuntungan.

- (i) Senaraikan item-item tipikal dalam kategori kos berubah, sebagai contoh di dalam kilang menghasilkan komponen metalurgi serbuk.*
- (ii) Berkaitan dengan pemilihan bahan, bincangkan bagaimana bahan alternatif boleh dipilih untuk mengurangkan kos tetapi masih mengekalkan prestasi yang dikehendaki. Sebagai contoh, bahan sedia ada ialah X dengan beberapa elemen pengaloiian, tetapi bahan Y dengan komposisi berbeza boleh dibeli dengan kos yang lebih rendah. Adakah pertimbangan untuk perubahan ini? Adakah ia praktikal untuk sentiasa memilih alternatif yang lebih murah?*

(40 marks/markah)

- [b] Recycling has become important issue in recent years as more solid waste are generated every year and we are running out of land to dispose them. Some materials are also non-degradable or toxic to human/environment raising concern of their effects on the sustainability of our planet. Polymer materials being one of the most frequently used material especially for household and everyday items (which contributed to most of the solid waste) has now become the target of research work to find out more environmentally friendly substitute, i.e biodegradable plastic bags, paper-based containers, etc.
- (i) Using your own examples, suggest at least 2 items that have now been successfully changed to a more environmentally friendly material. Note; examples given above should be avoided, please use your own examples.
 - (ii) OR, if you cannot think of existing product, make suggestion for items that can be made more environmentanlly friendly and discuss how it can be done.

Kitar semula telah menjadi isu penting dalam beberapa tahun kebelakangan ini apabila lebih banyak sisa pepejal dijana setiap tahun dan kita semakin kehilangan tanah atau kawasan untuk membuang sisa-sisa tersebut. Sesetengah bahan juga tidak terurai atau menjadi toksik untuk manusia/persekitaran meningkatkan kebimbangan akan kesannya terhadap kelestarian planet kita. Bahan-bahan polimer sebagai salah satu bahan yang paling banyak digunakan terutamanya untuk kegunaan rumah dan barangan harian (yang menyumbang kepada kebanyakan sisa pepejal) kini menjadi sasaran usaha penyelidikan bagi mencari gantian yang lebih mesra alam, contohnya beg plastik bio-urai, bekas berasaskan kertas, dan sebagainya.

- (i) Menggunakan contoh-contoh anda sendiri, cadangkan sekurang-kurangnya 2 item yang sekarang ini sudah berjaya ditukar kepada bahan yang lebih mesra alam. Nota; contoh-contoh yang diberi di atas perlu dijauhi, sila guna contoh-contoh anda sendiri.*
- (ii) ATAU, sekiranya anda tidak boleh memikirkan produk sedia ada, cadangkan barangan-barangan yang boleh dibuat lebih mesra alam dan bincangkan bagaimana ia boleh dilakukan.*

(40 marks/markah)

- [c] Define embodied energy and carbon footprint. Briefly discuss how they have become important factors in material selection and design.

Takrifkan tenaga terpendam dan jejak karbon. Bincangkan secara ringkas bagaimana mereka menjadi faktor penting dalam rekabentuk dan pemilihan bahan.

(20 marks/markah)

6. [a] In the old days, bicycle wheel spokes were made of wood, and they can only be loaded in compression. The modern day spokes are made of metal and they are loaded only in tension. Spokes' main task is to add strength to the wheel rim, and transfer leg power during cycling from hub to wheel. They also support the rider's weight on wheel and distribute it evenly along the rim. On the other hand, bicycle frame is now typically made of polymer composite to make it lighter (the more expensive varieties), but can bicycle be made entirely out of polymer composite? Justify your reason. This includes the wheel spokes, rim, brake, body frame, saddle set, etc (except for tyre and all stuff made of rubber which cannot be changed).

Dalam zaman dahulu, jaring roda basikal diperbuat daripada kayu, dan ia hanya boleh dibebankan secara mampatan. Jaring roda pada zaman moden diperbuat dari bahan logam dan ia hanya boleh dibebankan secara regangan. Tugas utama jaring roda ialah untuk menambah kekuatan kepada rim roda, dan memindahkan kuasa kaki sewaktu mengayuh daripada hub kepada roda. Jaring-jaring roda juga menyokong berat penunggang pada roda dan mengedarkannya secara rata sepanjang rim. Sebaliknya, rangka basikal sekarang ini diperbuat daripada komposit polimer untuk menjadikannya ringan (jenis yang lebih mahal), tetapi adakah basikal boleh diperbuat sepenuhnya dari komposit polimer? Justifikasikan alasan anda. Ini termasuklah jaring-jaring roda, rim, brek, rangka badan, set tempat duduk, dan sebagainya (kecuali tayar dan lain-lain bahagian yang diperbuat dari getah yang tidak boleh ditukar).

(60 marks/markah)

- [b] Using appropriate example(s), discuss the role of material selection in engineering design. The discussion should include the material – process - properties triangle and their relation to product performance.

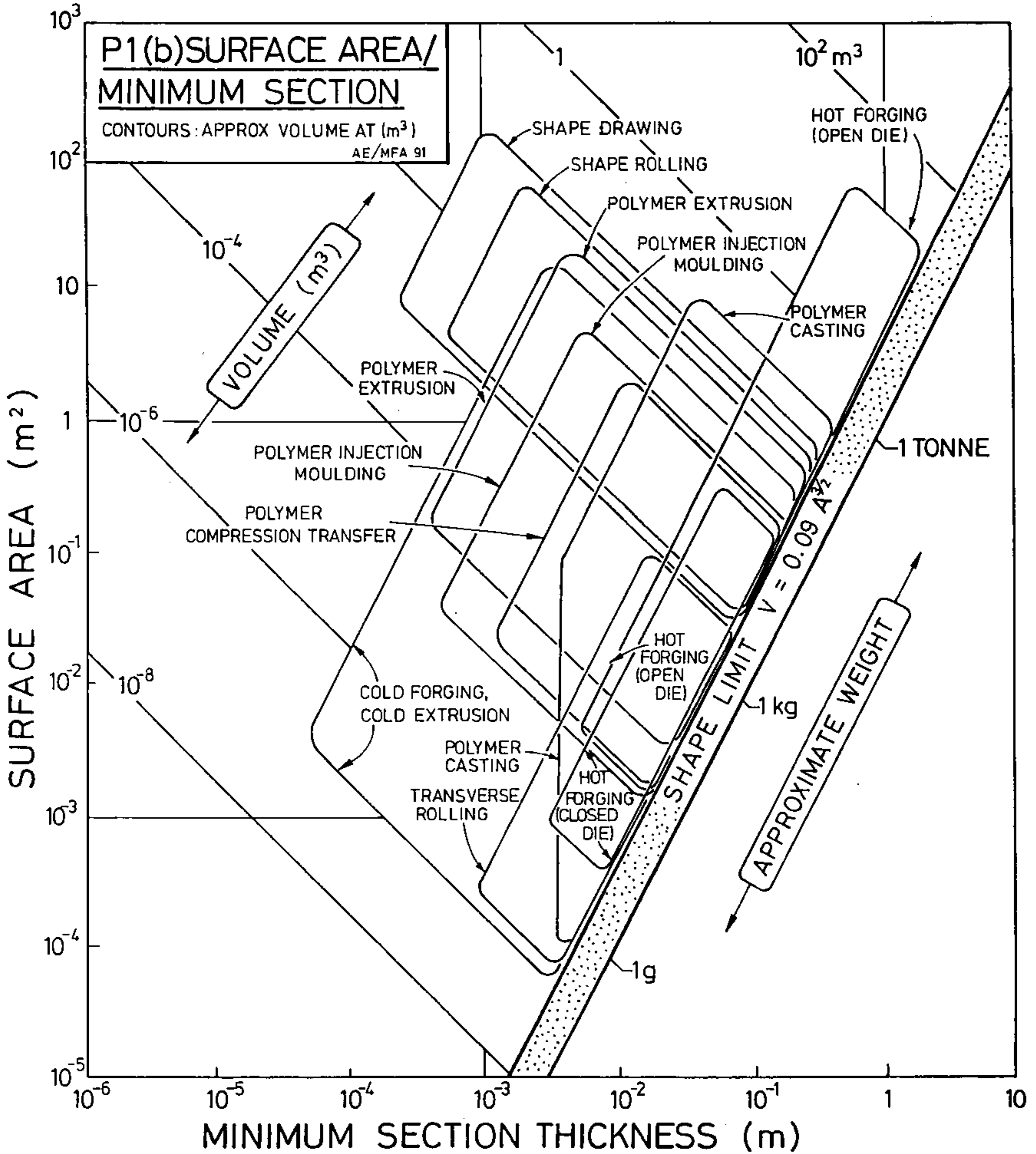
Menggunakan contoh-contoh yang sesuai, bincangkan peranan pemilihan bahan dalam rekabentuk kejuruteraan. Perbincangan ini perlu merangkumi segitiga bahan-proses-sifat-sifat dan hubungan mereka dengan prestasi produk.

(40 marks/markah)

- 0000000 -

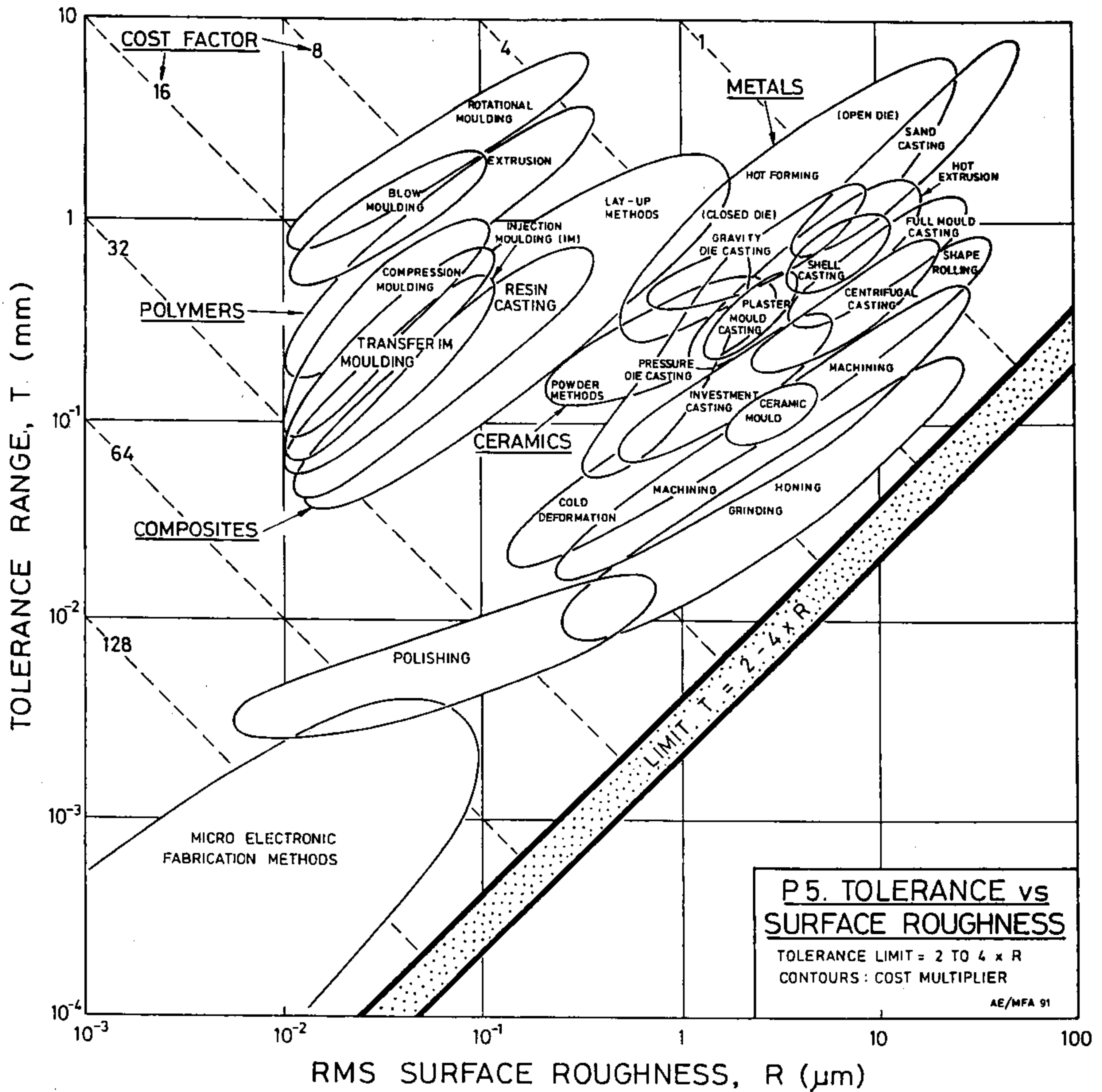
APPENDIX 1

LAMPIRAN 1



APPENDIX 2

LAMPIRAN 2



APPENDIX 3

LAMPIRAN 3

