
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2011/2012 Academic Session

June 2012

EME 401/3 – Applied Finite Element Analysis
[Analisis Unsur Terhingga Gunaan]

Duration : 2 hours
[Masa : 2 jam]

Please check that this paper contains **SIX (6)** printed pages, **TWO (2)** pages appendix and **THREE (3)** questions before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **ENAM (6)** mukasurat bercetak, **DUA (2)** mukasurat lampiran dan **TIGA (3)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.]*

Appendix/Lampiran :

1. Formulas in FEM [2 pages/mukasurat]

INSTRUCTIONS : Answer **ALL** questions. You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

[ARAHAN : Jawab **SEMUA** soalan. . Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.]

Answer to each question must begin from a new page.

[Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.]

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

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

Q1. [a] Provide brief answers to the following questions:

- (i) Sketch the basis functions for a quadratic 1-D element, and write down the functions.**
- (ii) A fixed-fixed beam has a constant distributed load along its length. Can a single linear beam element be used to calculate its displacement? Explain your answer.**

Jawab soalan-soalan di bawah dengan secara ringkas:

- (i) Lakarkan fungsi basis bagi unsur kuadratik 1-D, dan tuliskan fungsi-fungsinya.*
- (ii) Rasuk dengan kedua-dua hujung terikat mempunyai beban teragih yang malar. Bolehkan hanya satu unsur rasuk linear digunakan untuk mengira anjakannya? Terangkan jawapan anda.*

(20 marks/markah)

[b] Consider the heat conduction problem in an L-shaped domain as in Figure Q1[b] with the following boundary conditions:

- Temperature input on Γ_1
- 0 degree Temperature on Γ_2 - Γ_5

The contour lines refer to the temperature distribution.

- (i) Determine the type of the boundary condition on Γ_6 and explain your answer.**
- (ii) Determine whether linear or quadratic basis functions are used in the mesh.**
- (iii) Comment on the quality of the shape of the triangle elements**

Perhatikan masalah konduksi haba di dalam domain bentuk L di dalam Rajah S1[b] yang mempunyai syarat-syarat sempadan di bawah:

- *Suhu masuk di Γ_1*
- *0 darjah suhu di Γ_2 - Γ_5*

Garisan kontur menandakan penyebaran suhu

- (i) Tentukan jenis syarat sempadan di Γ_6 dan jelaskan jawapan anda.*
- (ii) Tentukan adakah fungsi basis linear atau kuadratik digunakan di dalam jejaring.*
- (iii) Komen ke atas kualiti bentuk unsur-unsur segitiga yang digunakan.*

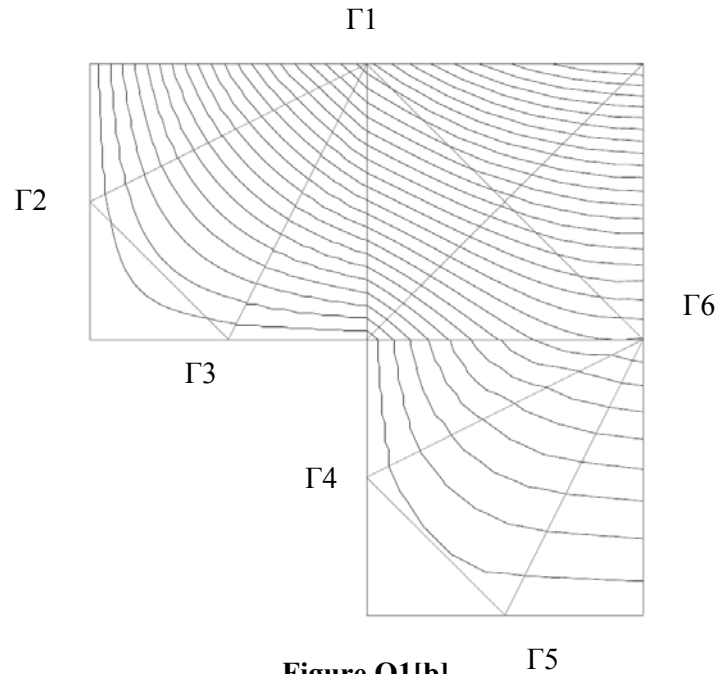


Figure Q1[b]
Rajah S1[b]

(40 marks/markah)

- [c] Consider another domain of triangular mesh for a heat conduction problem as depicted in Figure Q3. The (x,y) coordinates for the nodes are:

- | | |
|----------|--------------|
| 1. (1,1) | 4. (0.5,0.6) |
| 2. (0,0) | 5. (1,0) |
| 3. (2,0) | 6. (0,1) |

Suppose the solution vector is found to be $\mathbf{u} = [50 \ 0 \ 50 \ 30 \ 20 \ 20]^T$. Find T at these TWO (2) locations: (.4,0), (0.5,0.5)

Perhatikan domain lain dengan jejaring segitiga bagi masalah pengaliran haba seperti di dalam Rajah S3. Koordinat (x,y) bagi nod-nod ialah:

- | | |
|----------|--------------|
| 1. (1,1) | 4. (0.5,0.6) |
| 2. (0,0) | 5. (1,0) |
| 3. (2,0) | 6. (0,1) |

Andaikan vektor penyelesaian $\mathbf{u} = [50 \ 0 \ 50 \ 30 \ 20 \ 20]^T$. Tentukan nilai T pada DUA (2) titik ini: (.4,0), (0.5,0.5)

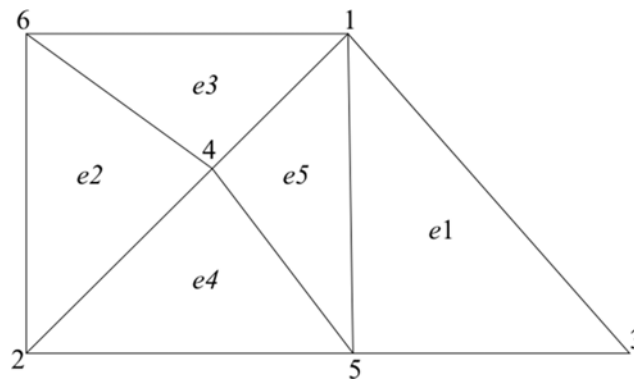


Figure Q1[c]
Rajah S1[c]

(40 marks/markah)

Q2. [a] Provide brief answers to the following questions:

- (i) What is the difference between plane stress and plane strain problems? Provide an example for each type.
- (ii) Explain why linear triangle elements are not preferred to be used for solving stresses.
- (iii) Provide example of an orthotropic material and explain why it is considered orthotropic.

Jawab soalan-soalan di bawah dengan secara ringkas:

- (i) Apakah perbezaan di antara masalah-masalah tegasan satah dan terikan satah? Berikan contoh bagi setiap kes.
- (ii) Jelaskan mengapa unsur-unsur segitiga linear tidak menjadi pilihan di dalam penyelesaian analisa tegasan
- (iii) Berikan contoh jenis bahan ortotrop dan jelaskan mengapa ia dianggap demikian.

(50 marks/markah)

- [b] Consider 3D FE stress analyses between iPhone 4 and Galaxy S II casings. The iPhone 4 casing is made of aluminum, while the Galaxy S II casing is made of an anisotropic plastic material. List out the material constants to be included in its FE analysis for each smartphone.

Perhatikan analisa tegasan FE 3D di antara bingkai-bingkai iPhone 4 dan Galaxy S II. Bingkai Iphone 4 dibuat daripada aluminum, manakala bingkai Galaxy S II dibuat daripada bahan plastik tak isotropi. Tentukan pekali-pekali bahan yang mesti disertakan bagi setiap telefon pintar di dalam analisis FE ini.

(50 marks/markah)

- Q3. [a] Provide brief answers to the following questions:

- (i) Describe how the elastic strain energy is estimated with the FEM.
- (ii) Which field variables are used to estimate errors for the following FE analysis?:
- strength analysis of a human spine
 - optimization of conduction heat loss in a heat sink

Jawab soalan-soalan di bawah dengan secara ringkas:

- (i) Terangkan bagaimana tenaga terikan kenyal dianggarkan dengan FEM.
- (ii) Apakah pemboleh ubah medan yang digunakan untuk menganggarkan ralat bagi analisa FE berikut?:
- analisa kekuatan tulang belakang manusia
 - pengoptimuman kehilangan haba pengaliran di dalam sebuah penanggalam haba

(20 marks/markah)

- [b] Sketch and label the convergence rate of discretization error in a logarithmic scales plot for linear and quadratic elements for the following mesh size $h = \{1, 1/10, 1/100, 1/1000\}$. Refer to the Appendix for the relevant formula.

Lakarkan berserta label kadar penumpuan ralat pendiskretan dalam plot berskala logaritma bagi unsur-unsur linear dan kuadratik bagi jejaring bersaiz berikut: $h = \{1, 1/10, 1/100, 1/1000\}$. Rujuk lampiran bagi formula yang berkaitan.

(30 marks/markah)

- [c] **Consider an analysis of an advanced bicycle frame design for road racing. The frame is made of a carbon composite material that provides a high strength-to-weight ratio. Your objective is to perform a frequency response analysis to minimize the vibration of the frame for different road surfaces. Explain how you would perform VERIFICATION and VALIDATION of this FE analysis.**

Perhatikan analisa rekabentuk rangka basikal termaju bagi kegunaan lumba basikal. Rangka tersebut dibuat daripada bahan rencam karbon yang memberikan nisbah kekuatan-berat yang yang tinggi. Objektif anda adalah melakukan analisa tindak balas frekuensi untuk meminimakan getaran rangka itu bagi permukaan-permukaan jalan yang berbeza. Jelaskan bagaimana anda akan melakukan PENGESAHAN dan PENGESAHSAHIHAN terhadap analisa FE ini.

(50 marks/markah)

-oooOOooo-