
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2004/2005

Mac 2005

**EMH 331E/3 – KAEDAH UNSUR TERHINGGA
DALAM KEJURUTERAAN MEKANIK**

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat dan **LAPAN (8)** soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Jawab **TIGA (3)** soalan daripada Bahagian A dan **DUA (2)** soalan daripada Bahagian B.

Jawab **LIMA (5)** soalan sahaja.

Jika calon ingin menjawab dalam **Bahasa Inggeris** sekurang-kurangnya **SATU (1)** soalan perlu dijawab dalam **Bahasa Malaysia**.

Jawapan bagi setiap soalan hendaklah dimulakan pada mukasurat yang baru.

BAHAGIAN A

- S1. [a] **Terbitkan rangkap bentuk untuk elemen segitiga kuadratik dalam bentuk koordinat tempatan untuk segitiga L_i , L_j dan L_k .**

Derive the shape functions for a quadratic triangular element in terms of local coordinates L_i , L_j and L_k for the triangle.

(50 markah)

- [b] **Sempadan untuk bentuk yang kompleks diwakili oleh satu sisi segitiga kuadratik. Jika sisi tersebut dikenakan fluks haba seragam q w/ sm^3 , tentukan daya-daya nod pada sempadan.**

The boundary of a complex shape is represented by a side of a quadratic triangle. If this side is subjected to a uniform heat flux q w/cm², determine the nodal forces on the boundary.

(50 markah)

- S2. [a] **Di dalam paip kembar sebuah penukar haba, bahagian bendalir panas mengalir di bahagian dalam tiub manakala bendalir sejuk mengalir pada bahagian luar ruang anulus. Penukaran haba antara kedua-dua bendalir diberikan oleh persamaan kebezaan :-**

In a double pipe parallel flow heat exchanger, hot fluid flows inside a pipe and cold fluids flows outside in the annular space. The heat exchange between the two fluids is given by the differential equations :-

(50 markah)

$$C_h \frac{dT_h}{dA} = -U(T_h - T_c)$$

$$C_c \frac{dT_c}{dA} = -U(T_h - T_c)$$

dan, **C = kapasiti haba bendalir**
U = pekali pemindahan haba keseluruhan
T = suhu bendalir
 subskrip **h = untuk bendalir panas, c = untuk bendalir sejuk**

Where C = heat capacity of fluid

U = Overall heat transfer coefficient

T = temperature of fluid

Subscript h = for hot fluid

c = for cold fluid

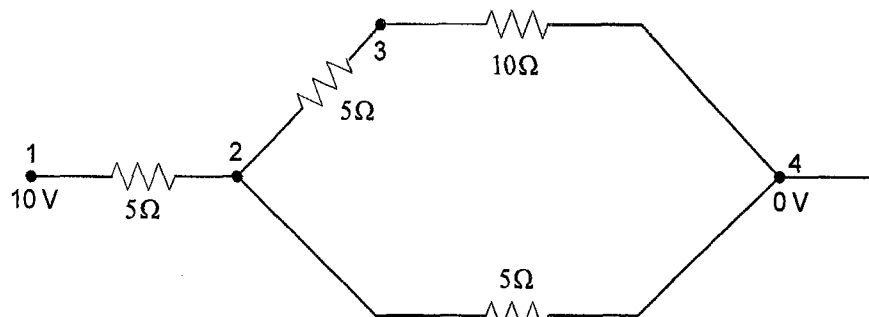
Bentukkan matriks kekakuan dan vektor daya menggunakan

Develop the stiffness matrix and force vector using

(i) **Kaedah Subdomain***Subdomain method*(ii) **Kaedah Galerkin***Galerkin's method*

- [b] **Rajah S2[b] menunjukkan litar arus terus yang mempunyai beberapa rintangan dan voltan pangkalan. Tentukan arus yang mengalir dalam setiap cabang dengan menggunakan analisis sistem tersendiri.**

Figure Q2[b] shows a direct current circuit with resistances in each of the circuit along with the voltages at the terminals. Calculate the current flowing in each branch using discrete system analysis.

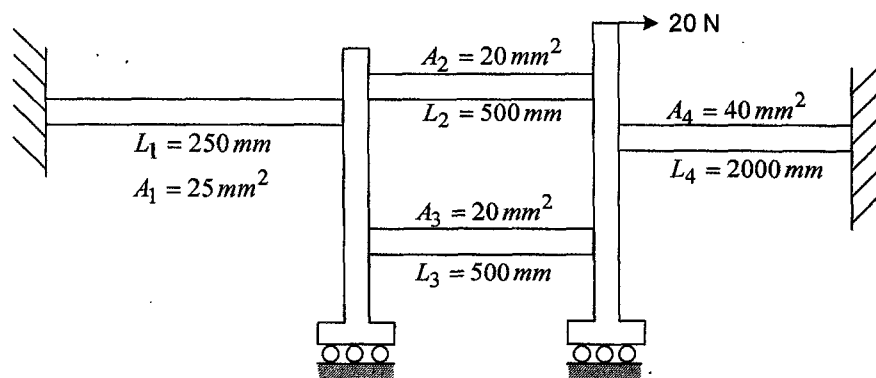


Rajah S2[b]
Figure Q2[b]

(50 markah)

- S3. [a] **Tentukan anjakan nod, daya dalam setiap anggota dan tindakbalas pada penyokong untuk sistem dalam Rajah S3[a] dengan menggunakan kaedah kekakuan terus.**

Determine the nodal displacements, the forces in each member and the reactions at the support using the direct stiffness method for the system shown in Figure Q3[a]. For all members, $E = 10^6 \text{ N/mm}^2$.



Rajah S3[a]
Figure Q3[a]

(50 markah)

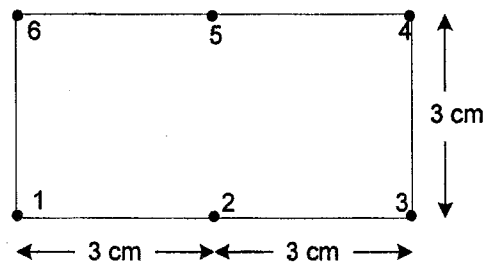
- [b] Agihan suhu dalam segitiga linear untuk suhu nod diberikan sebagai $T_i = 200^\circ \text{C}$, $T_j = 180^\circ \text{C}$ dan $T_k = 160^\circ \text{C}$. Koordinat untuk nod i, j, k adalah $x_i = 2 \text{ sm}$, $y_i = 2 \text{ sm}$, $x_j = 6 \text{ sm}$, $y_j = 4 \text{ sm}$, $x_k = 4 \text{ sm}$, $y_k = 6 \text{ sm}$. Jika keberaliran haba untuk bahan elemen segitiga adalah 0.5 W/mC , tentukan suhu, fluks suhu dalam arah x dan y pada lokasi $x = 3 \text{ sm}$ dan $y = 4 \text{ sm}$. Tunjukkan bahawa jumlah rangkap bentuk pada lokasi $x = 3 \text{ sm}$ dan $y = 4 \text{ sm}$ ialah 1.

The solution for temperature distribution in a linear triangle gives the nodal temperature as $T_i = 200^\circ\text{C}$, $T_j = 180^\circ\text{C}$ and $T_R = 160^\circ\text{C}$. The coordinates of the nodes i, j and k are $x_i = 2 \text{ cm}$, $y_i = 2 \text{ cm}$, $x_j = 6 \text{ cm}$, $y_j = 4 \text{ cm}$, $x_k = 4 \text{ cm}$, $y_k = 6 \text{ cm}$. Calculate the temperature, heat flux in x and y directions at a location given by $x = 3 \text{ cm}$ and $y = 4 \text{ cm}$ if the thermal conductivity of the material of the triangular element is $0.5 \text{ W/cm}^0\text{C}$. Also show that the sum of the shape functions at the locations $x = 3 \text{ cm}$, $y = 4 \text{ cm}$ is unity.

(50 markah)

- S4. [a] Tentukan rangkap bentuk untuk segiempat tepat 6-nod seperti dalam Rajah S4[a].

Calculate the shape functions for the six-node rectangle shown in Figure Q4[a].



Rajah S4[a]
Figure Q4[a]

(50 markah)

- [b] Nilaikan terbitan separa $\frac{\partial N_1}{\partial x}$ dan $\frac{\partial N_1}{\partial y}$ pada $\xi = \frac{1}{4}$ dan $\eta = \frac{1}{2}$ untuk elemen 'quadrilateral' seperti dalam Rajah S4[b]. Anjakan hampir diandaikan oleh:

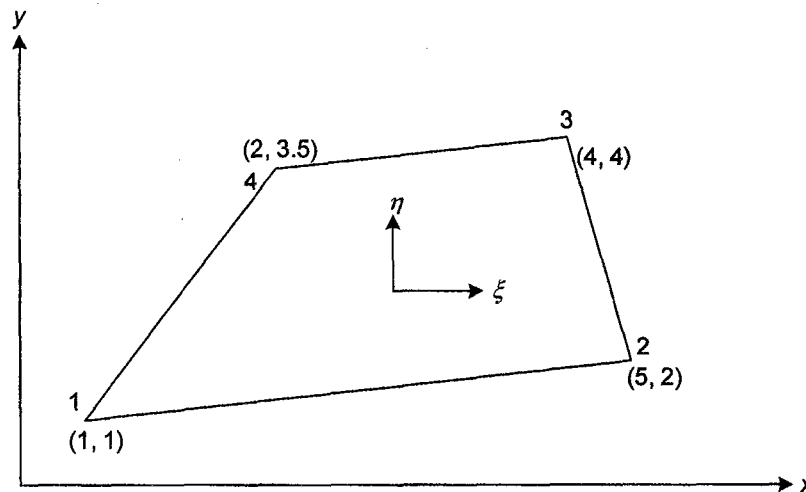
Evaluate the partial derivatives $\frac{\partial N_1}{\partial x}$ and $\frac{\partial N_1}{\partial y}$ at $\xi = \frac{1}{4}$ and $\eta = \frac{1}{2}$ of a quadrilateral element shown in Figure Q4[b] assuming that the displacement is approximated by a :

(i) sistem dwilelurus

Bilinear system

(ii) 'Quadratic interpolating polynomials'

'Quadratic interpolating polynomials'



Rajah S4[b]
Figure Q4[b]

(50 markah)

S5. [a] Nilai kamiran berikut bila diaplikasikan pada elemen segitiga linear ditandai oleh nod i , j , dan k . N_i , N_j dan N_k adalah rangkap bentuk, L ialah panjang sisi ij manakala A adalah luas segitiga.

Evaluate the following integrals as applicable to a linear triangular element denoted by nodes i , j and k . N_i , N_j and N_k are shape functions, L_{ij} is the length of a side ij and A is the area of the triangle.

(i) $\int N_k^2 dl_{ij}$

(ii) $\int N_i^2 dl_{ij}$

(iii) $\int N_i^2 N_j dl_{ij}$

(iv) $\int N_i^3 dl_{ij}$

(v) $\int N_i^2 dA$

(50 markah)

- [b] Terbitkan satu skema dua aras langkah masa bagi konduksi haba fana satu dimensi dalam papak menggunakan kaedah unsur terhingga. Persamaan kebezaan diberikan oleh:

Derive a two-level time stepping scheme for a one dimensional transient heat conduction in a slab using finite element method. The applicable differential equation is given by

$$K \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \rho C \frac{\partial T}{\partial t}$$

(50 markah)

Bahagian B

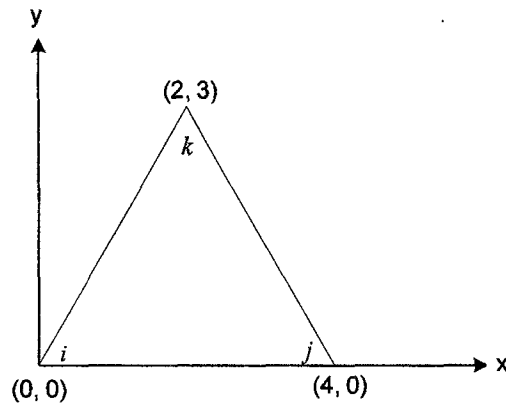
- S6. Plat segiempat sama 100 sm x 100 sm dikenakan keadaan sempadan sesuhu sebanyak 500° C pada bahagian atas dan persekitaran olakan sebanyak 100° C pada bahagian yang lain dengan pekali pemindahan haba adalah 10 W/ m²K. Keberaliran haba dalam plat ialah 2 W/ sm³. Didapati penjanaan haba seragam sebanyak 2 W/sm³ dan sumber talian sebanyak 5 W/ sm pada lokasi x = 30 sm dan y = 30 sm. Ambil tebal plat sebagai 1 sm. Tentukan agihan suhu dalam plat menggunakan elemen dua segitiga

A square plate of size 100 cm by 100 cm is subjected to an isothermal boundary condition of 500°C on the top and to a convection environment on all the remaining three sides of 100°C with a heat transfer coefficient of 10 W/m²K. The thermal conductivity of the plate is 10 W/mK. Assume the thickness of the plate is 1 cm. There is a uniform heat generation of 2 W/cm³ and a line source of 5 W/cm at a location of x = 30 cm and y = 30 cm. Calculate the temperature distribution in the plate using two triangular elements.

(100 markah)

- S7. Detil elemen segitiga ditunjukkan dalam Rajah S7. Tentukan matriks kekakuan, vektor daya terma dan tegasan dalam elemen apabila segitiga ditetapkan pada nod i dan pergerakan menegak dikekang pada nod j.

The details for a triangular element is given in Figure Q7. Calculate the stiffness matrix, thermal force vector and stresses in the element when the triangle is fixed completely at node i and restrained to move vertically at node j.



Thickness = 1 cm

$$E = 10(10^6) \text{ N/cm}^2$$

$$\mu = 0.25$$

$$\alpha = 6(10^{-6})/^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = 20^{\circ}\text{C}$$

Rajah S7
Figure Q7

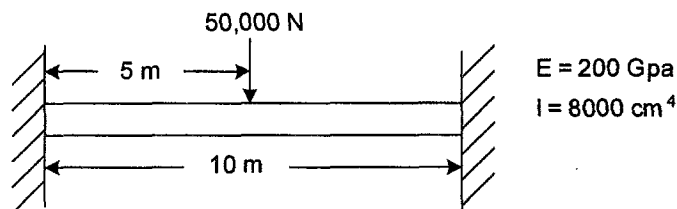
(100 markah)

- S8. Tentukan anjakan nod untuk rasuk hujung terikat (seperti Rajah S8) yang menanggung beban tumpu 50000 N di tengah rasuk. Lakarkan rajah daya ricih dan rajah momen lentur untuk rasuk. Kekukuhan rasuk diberikan oleh :

Calculate the nodal displacements for a beam (shown in Figure Q8) fixed at both ends, carrying a concentrated load of 50,000 N at the centre of the beam. Construct the shear force and bending moment diagrams for the beam. The stiffness for the beam is

$$\text{given by } [K] = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 12 & 6L & -12 & 6L \\ & 4L^2 & -6L & 2L^2 \\ \text{symmetric} & & 12 & -6L \\ & & & 4L^2 \end{bmatrix} \quad \text{The Young's modulus of the material of the}$$

beam is 200 GPa and the moment of inertia of the cross section of the beam is 8000 cm⁴.



(100 markah)

-oooOOooo-