
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2005/2006

April/Mei 2006

EMM 462E/3 – Stress Analysis

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat bercetak, **2 (DUA)** mukasurat lampiran dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.

Sila jawab **LIMA (5)** soalan sahaja.

Calon boleh menjawab dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.

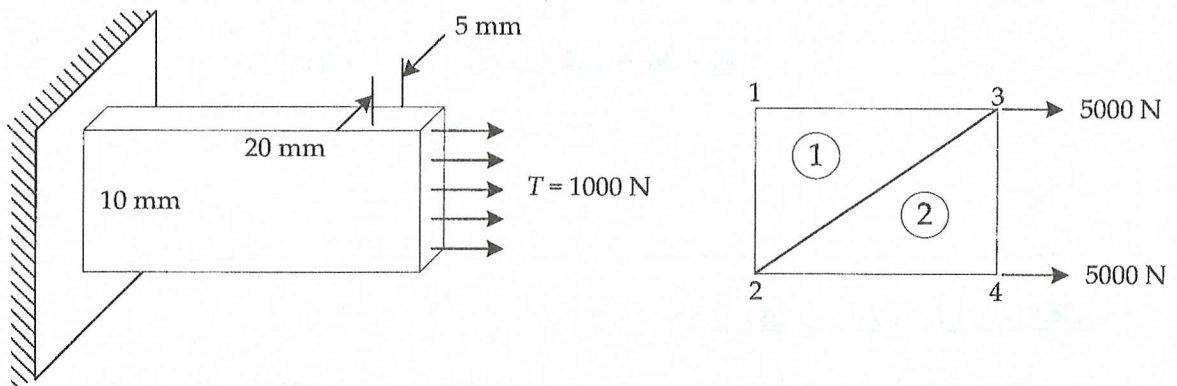
Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

Lampiran

1. Formula [2 mukasurat]

- S1. Untuk plat nipis yang dikenakan tekanan permukaan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S1, gabungkan matriks kekakuan global, $F = Kd$ dan nyatakan syarat sempadan. Tebal plat $t = 5 \text{ mm}$, $\nu = 0.3$ and $E = 210 \text{ GPa}$. Gunakan 2 elemen segitiga terikan pemalar dengan daya nod yang diubahsuaikan seperti dalam Rajah S1. (Anda tidak perlu selesaikan persamaan $F = Kd$)

For a thin plate subjected to the surface traction shown in Figure Q1, assemble the global stiffness matrix, $F = Kd$ and state the boundary conditions. Given the plate thickness $t = 5 \text{ mm}$, $\nu = 0.3$ and $E = 210 \text{ GPa}$. Use the constant strain triangle with 2 elements with converted nodal forces as shown in Figure Q1. (You do not need to solve the equation $F = Kd$)



Rajah S1
Figure Q1

(100 markah)

- S2. [a] Untuk tiga nod terikan linear satu dimensi elemen isoparametrik yang ditunjukkan dalam Rajah S2[a], tentukan
- Fungsi bentuk N_1, N_2 dan N_3
 - Matriks terikan/anjakan [B].

Andaikan $u = a_1 + a_2s + a_3s^2$ dan x diberikan oleh :

$$x = x_3 + \frac{x_2 - x_1}{2}s + \left(\frac{x_1 + x_2 - 2x_3}{2}\right)s^2$$

Dan matrik Jacobian, J diberikan oleh :

$$J = \frac{dx}{ds} = \frac{L}{2}$$

$u =$ fungsi anjakan

$a_1, a_2 =$ pemalar

$s =$ koordinat jati/asli

For the three-noded linear-strain one dimensional isoparametric element shown in Figure Q2[a], determine

- (i) the shape functions N_1 , N_2 and N_3
 (ii) the strain/displacement matrix $[B]$.

Assume $u = a_1 + a_2s + a_3s^2$ and

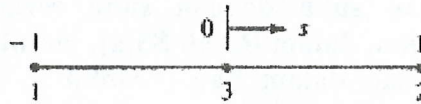
$$x \text{ is given by: } x = x_3 + \frac{x_2 - x_1}{2}s + \left(\frac{x_1 + x_2 - 2x_3}{2}\right)s^2$$

$$\text{Jacobian matrix, } J \text{ is given as } J = \frac{dx}{ds} = \frac{L}{2}$$

u = displacement function

a_1, a_2 = coefficient

s = natural coordinate



Rajah S2[a]
Figure Q2[a]

(40 markah)

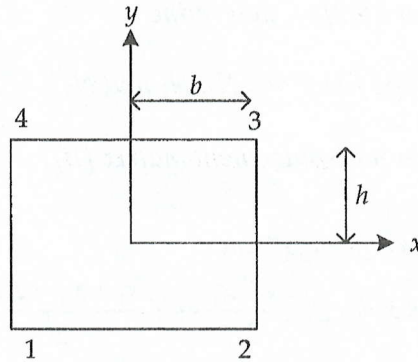
- [b] Untuk elemen segiempat dalam Rajah S2[b], anjakan nod diberikan oleh

For the rectangular element of Figure 2[b], the nodal displacements are given by

$$\begin{array}{llll} u_1 = 0 & v_1 = 0 & u_2 = 0.1 \text{ mm} & v_2 = 0.05 \text{ mm} \\ u_3 = 0.025 \text{ mm} & v_3 = -0.075 \text{ mm} & u_4 = 0.15 \text{ mm} & v_4 = 0 \end{array}$$

Untuk $b=2$ cm, $h=1$ cm, Poisson's ration, $\nu = 0.3$ and $E = 210$ GPa, tentukan terikan dan tegasan elemen pada sentroid.

For $b=2$ cm, $h = 1$ cm, nisbah Poisson $\nu = 0.3$ and $E = 210$ GPa, determine the element strains and stresses at the centroid of the element.

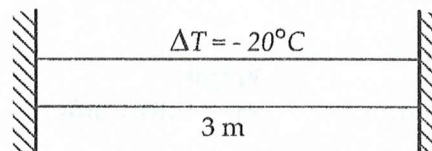


Rajah S2[b]
Figure Q2[b]

(60 markah)

- S3. [a] Bar sepanjang 3 m dikekang pada kedua-dua hujung dan mengalami penurunan suhu dengan suhu seragam $\Delta T = 20^0$ C seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S3[a], tentukan tindakbalas pada hujung tetap dan tegasan dalam bar. Ambil $E = 210$ GPa, luas keratan rentas, $A = 1 \times 10^{-2}$ m², dan pekali pengembangan haba, $\alpha = 12 \times 10^{-6}$ (mm/mm)/⁰C.

A 3 m length of bar is fixed at each end and subjected to a uniform temperature drop of $\Delta T = 20^0$ C as shown in Figure Q3[a], determine the reactions at the fixed ends and the stress in the bar. Let $E = 210$ GPa, cross sectional area, $A = 1 \times 10^{-2}$ m², and coefficient of thermal expansion, $\alpha = 12 \times 10^{-6}$ (mm/mm)/⁰C.

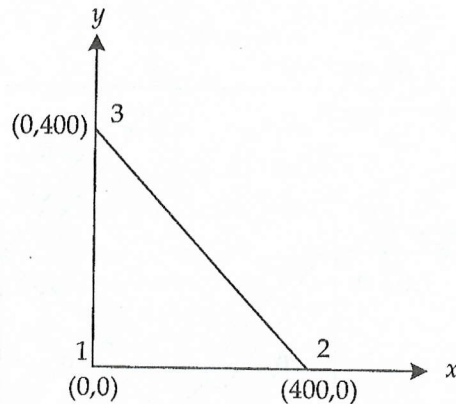


Rajah S3[a]
Figure Q3[a]

(50 markah)

- [b] Satu elemen tegasan satah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S3[b] dikenakan peningkatan suhu seragam $\Delta T = 20^0$ C. Tentukan matriks daya haba $\{f_T\}$. Ambil modulus Young $E = 210$ GPa, luas $A = 2 \times 10^{-2}$ m², pekali pengembangan haba, $\alpha = 12 \times 10^{-6}$ (mm/mm)/⁰C dan tebal $t = 2$ mm. Koordinat dalam mm ditunjukkan dalam Rajah S3[b].

For the plane stress element shown in Figure Q3[b] subjected to a uniform temperature rise of $T = 20^0$ C, determine the thermal force matrix $\{f_T\}$. Let $E = 210$ GPa, $A = 2 \times 10^{-2}$ m², coefficient of thermal expansion, $\alpha = 12 \times 10^{-6}$ (mm/mm)/⁰C and thickness $t = 2$ mm. The coordinates (in mm) are shown in the figure.



Rajah S3[b]
Figure Q3[b]

(50 markah)

S4. [a] Jika paksi untuk polaris dan analis selari dengan satah polariskop,

If the axes for the polarizer and analyzer are parallel in a plane polariscope,

(i) Terbitkan ungkapan untuk komponen cahaya yang melalui model yang dikenakan tegasan dan ditransmisi oleh analis.

Derive an expression for the light components that are passed through the stressed model and transmitted by the analyzer.

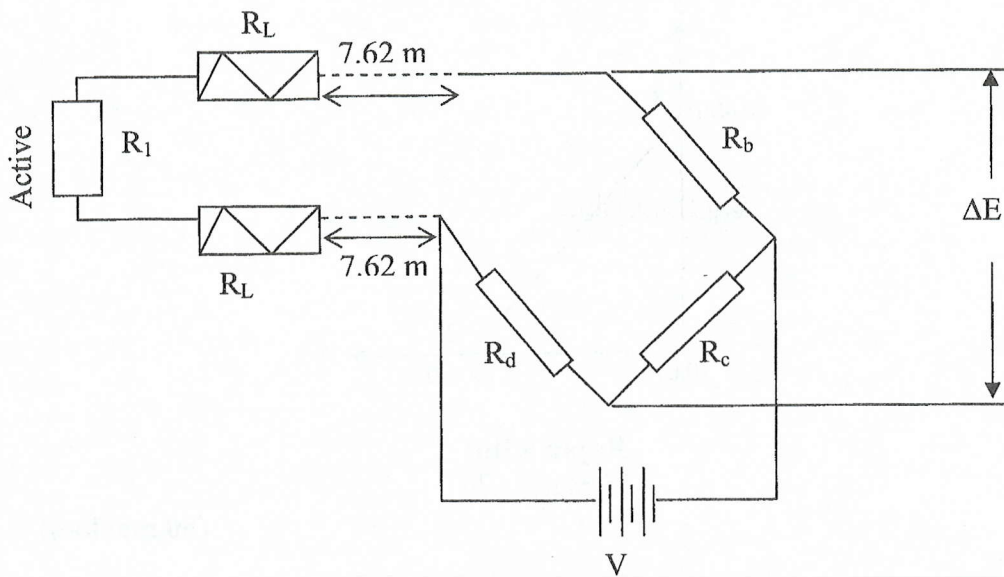
(ii) Tentukan keadaan untuk kekuatan cahaya kosong ($I=0$).

Determine the conditions for zero intensity of the light ($I=0$).

(60 markah)

[b] Jika panjang setiap dawai kuprum dalam Rajah S4[b] ialah 7.62 m dengan garispusat 0.762 mm, apakah jumlah rintangan dawai? Jika tolok terikan dengan rintangan 120- Ω dan faktor tolok 2.16 digunakan, apakah perubahan faktor tolok yang mesti digunakan dalam nyataan terikan supaya ia boleh dibaca secara terus terikan 'betul' pada spesimen? Kuprum mempunyai rintangan 0.017 - Ω per meter panjang untuk 1-mm² luas konduktor.

If each lead in Figure Q4[b] is a 7.62 m long copper wire with a 0.762 mm diameter, what is the total resistance of the leads? If a strain gage with a resistance of 120- Ω and gage factor of 2.16 is used, what modified gage factor should be used in a strain indicator in order to read directly the "correct" strains of the specimen? The copper has a resistance of 0.017 - Ω per meter of length for a 1-mm² conductor.



Rajah S4[b]
Figure Q4[b]

(20 markah)

- [c] Terangkan lima keperluan untuk bahan foto kekenyalan yang ideal

Explain any five requirements for an ideal photo elastic model material

(20 markah)

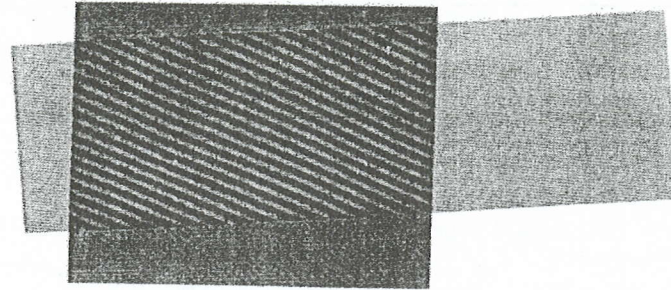
- S5. [a] Terbitkan ungkapan untuk pembezaan fringe sebagai menyerupai frekuensi spatial dan terangkan dengan jelas penyusunan optik yang digunakan untuk memberikan frekuensi tinggi moiré gratings. Juga tunjukkan limit teori dalam frekuensi untuk corak gangguan yang berlaku disebabkan oleh cahaya yang bersilang.

Derive an expression for fringe gradient as representative of spatial frequency and explain in detail the optical arrangement used to produce high-frequency moiré gratings. Also show the theoretical limit of the frequency f_i of the interference pattern produced by two intersecting beams.

(75 markah)

- [b] Corak moiré gratings seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S5[b] boleh dilihat sebagai memberikan pemanjangan yang seragam dalam arah utama dan perubahan ricih jika kedua-dua gratings mempunyai pic yang sama dan pada awalnya serentak. (Diberi $\alpha \approx 155^\circ$ dan $\delta = 0.115$) Tentukan terikan kejuruteraan ϵ pada kawasan pertindihan.

The moiré fringe pattern shown in Figure Q5[b] can be visualized as having been produced by uniform elongation in the primary direction and by a shear deformation if both gratings had the same pitch and were initially coincident. (Given $\alpha \approx 155^\circ$ and $\delta = 0.115$) Determine the engineering strain ε on the superimposed region.



51 lines per 2.5 cm

59 lines per 2.5 cm

(25 markah)

- S6. [a] Terangkan dengan jelas kelebihan menggunakan titian Wheatstone daripada potentiometer dalam menentukan perubahan rintangan apabila tolok mengalami terikan. Juga terbitkan ungkapan sensitivity litar dalam kes di mana voltage titian tetap dan tidak bergantung pada rintangan titian.

Explain in detail the advantages of employing Wheatstone's bridge over Potentiometer to determine the change in resistance when a gage undergoes strain. Also derive the expression for circuit sensitivity in cases where the bridge voltage V is fixed and independent of the bridge resistance.

(70 markah)

- [b] Rasuk julus memberikan kaedah yang bagus untuk kalibrasi lapisan. Perhatikan rasuk julus yang dibuat daripada aluminium, dengan 6.35 mm tebal dan 25 mm lebar, dan dilapiskan dengan 2 mm fotokekenyalan plastik yang dilekatkan pada atas permukaan rasuk seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S6[b]. Dengan menggunakan Babinet-Seleil, dan nilai fringe ialah 152 mm, daripada titik beban yang dikenakan ialah $N = 1.54$ selepas jisim 9 kg dikenakan pada hujung rasuk. Tentukan pemalar f untuk lapisan. Pemalar bahan aluminium ialah $E_a = 70 \text{ GPa}$ and $\nu_a = 0.33$.

The cantilever beam provides a very reliable method for the calibration of a coating. Consider a cantilever beam made of aluminium, 6.35 mm thick and 25 mm wide, and coated with a strip of 2 mm thick photoelastic plastic bonded to the top surface of the beam as shown in the Figure Q6[b]. With the Babinet-Soleil compensator, the fringe value 152 mm, from the point of loading found to be $N = 1.54$ after a 9 kg weight is applied to the end of the beam. Determine the fringe constant f for the coating. The material constants of the aluminium are $E_a = 70 \text{ GPa}$ and $\nu_a = 0.33$.