

Sesi 00/01

Soalan 1 (20 markah)

Terangkan konsep asas kaedah unsur terhingga dari persamaan keseimbangan jasad hingga pembentukan sistem persamaan unsur terhingga, kaedah penyelesaian dan permudahan masalah kepada model 1D, 2D dan 3D. (14 markah)

Berikan pandangan anda tentang perkembangan kaedah unsur terhingga dan sejauh mana kegunaannya dapat menyelesaikan masalah kejuruteraan. (6 markah)

Soalan 2 (40 markah)

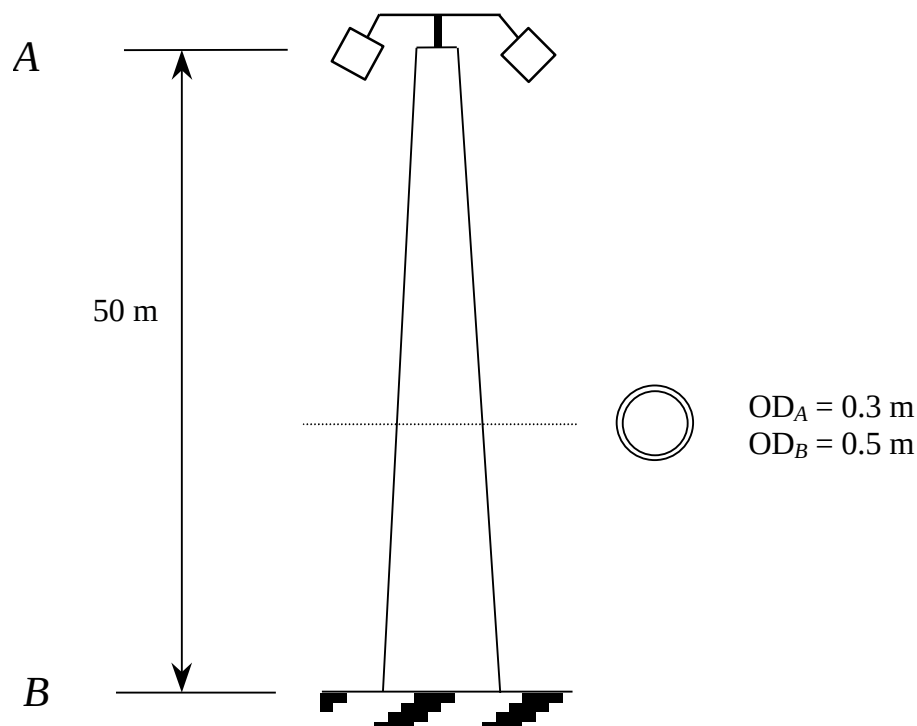
Sebatang tiang lampu dicadangkan diperbuat dari besi tergalvan yang akan ditempatkan di lebuh raya baru Kajang-Seremban. Empat biji lampu diletakkan dibahagian paling atas dengan setiap satu adalah 25 kg. Ketebalan tiang adalah seragam iaitu 10 mm. Sifat-sifat mekanikal keluli tergalvani tersebut dinyatakan seperti dalam Jadual 1 dan geometri tiang diberikan dalam Rajah 1. Suhu pada waktu siang mencapai 39°C dan waktu malam pula 20°C . Dapatkan perubahan pemanjangan disebabkan perubahan suhu tersebut berserta berat lampu dan tiang itu sendiri dengan membuat pengiraan;

- i. satu unsur lurus (12 markah)
- ii. dua unsur lurus (12 markah)
- iii. satu unsur kuadratik (12 markah)

Nyatakan perbezaanya dengan melakarkan graf dan peratusan ralat antaranya. (4 markah)

Jadual 1 Sifat bahan keluli tergalvani

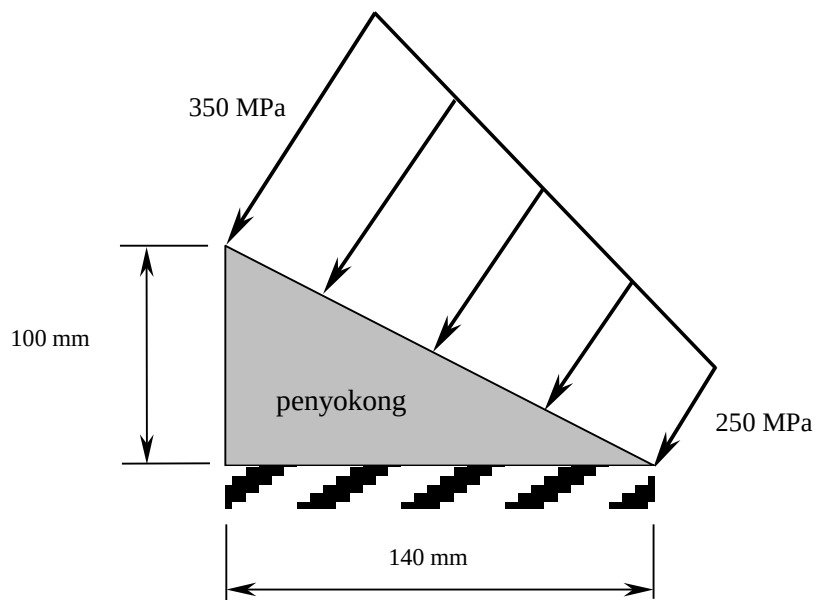
Modulus Young, E	120 GPa
Nisbah Poisson, ν	0.35
Pekali terma, α	$12.0 \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$
Berat per unit isipadu, f	30 kN/m ³



Rajah 1 Bentuk Geometri Tiang Lampu

Soalan 3 (40 markah)

Rajah 3 merupakan suatu plat digunakan untuk menyokong beban seperti yang ditunjukkan. Modelkan penyokong tersebut kepada satu sahaja unsur terhingga linear dua dimensi. Kirakan anjakan dan tegasan menggunakan keadaan tegasan satah. Ambil tebal plat 10 mm, $E = 200 \text{ GPa}$ dan $\nu = 0.3$. Lakarkan ubah bentuknya.



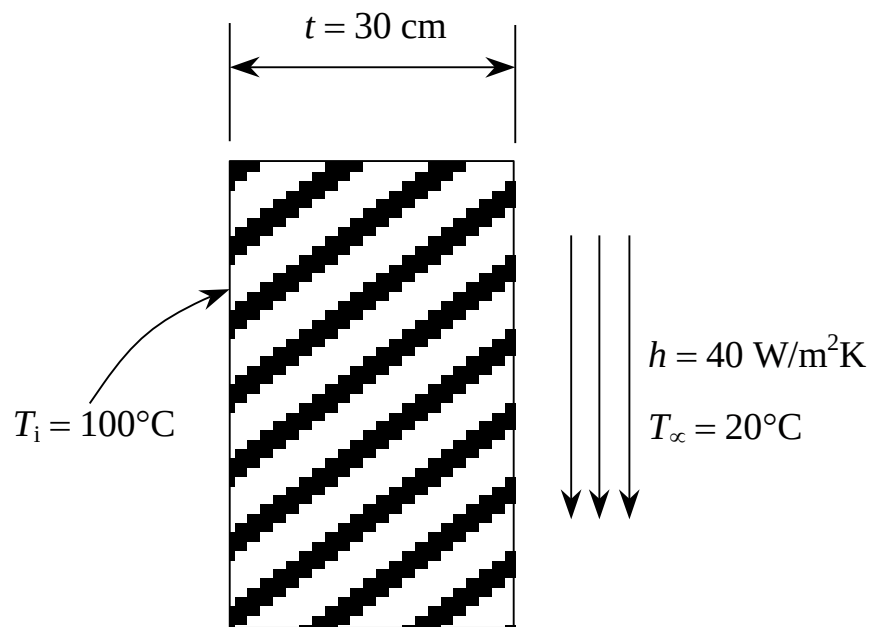
Rajah 2

Soalan 3 (40 markah)

Pertimbangkan dinding dandang pemanas mempunyai tebal 30 cm. Suhu di sebelah dalam ialah 100°C dan disebelah luar terdedah dengan udara penyejuk bersuhu 20°C . Pekali pemindahan haba terlibat dengan permukaan luar ialah $h = 40 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tentukan taburan suhu dalam keadaan mantap di antara dinding yang diperbuat dari

- Keluli tahan karat, $k = 16 \text{ W/mK}$
- Seramik, $k = 0.5 \text{ W/mK}$

Gunakan model 1D dua unsur dan lakarkan kedua-dua keputusan.



Rajah 3

Sesi 01/02

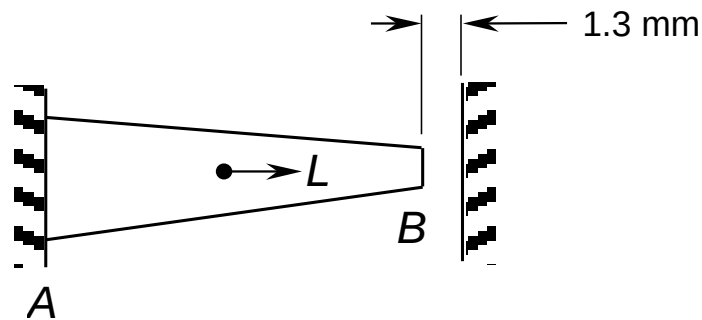
Soalan 1

Terangkan dengan jelas asas proses pengiraan menggunakan kaedah unsur terhingga bermula dari persamaan keseimbangan sehingga terbentuknya sistem persamaan linear. Bandingkan dengan proses apabila hanya menggunakan pakej komersial.

[20 markah]

Soalan 2

Pertimbangkan satu bar aluminium 2014-T6 AB ditarik di tengah dengan beban $L = 50$ kN. Suhu sekitaran didapati naik sebanyak 50 K. Panjang AB ialah 300 mm dengan diameter A ialah 20 mm dan diameter B ialah 10 mm.



Rajah S2

- (i). Modelkan masalah dengan menggunakan unsur lurus satu dimensi.
- (ii). Dapatkan matriks kekakuan dan vektor daya unsur.
- (iii). Dapatkan matriks kekakuan dan vektor daya struktur.
- (iv). Pilih pendekatan yang sesuai untuk mendapatkan anjakan pada nod.
- (v). Nilai tegasan pada setiap unsur
- (vi). Dapatkan tegasan pada setiap nod dengan menggunakan kriteria kuasa dua terkecil.
- (vii). Bandingkan dengan pengiraan tegasan von-Mises dan beri kesimpulan anda.

[40 markah]

BAHAGIAN B: Pilih satu sahaja

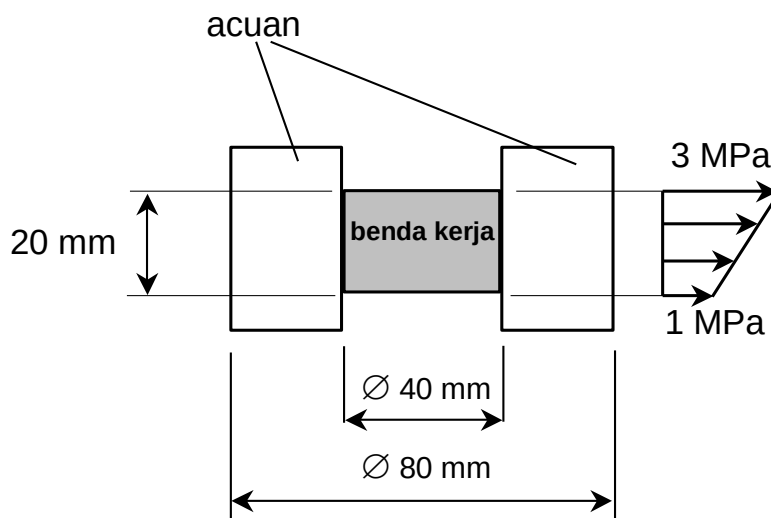
Soalan 3

- a). Bagaimana keadaan sesuatu masalah itu boleh dijalankan melalui permodelan simetri sepaksi.

[5 markah]

- b). Geseran menyebabkan perbezaan tekanan dalam benda kerja bahagian atas dan bawah (3 MPa dan 1 MPa). Gunakan dua unsur sahaja untuk memodelkan acuan bagi mengira anjakan jejari dalaman. Kirakan juga tegasan pada setiap unsur. Anggapkan dinding luar acuan adalah tegar. Gunakan modulus $E = 170 \text{ GPa}$ dan nisbah Poisson $\nu = 0.3$.

[35 markah]



Rajah S3

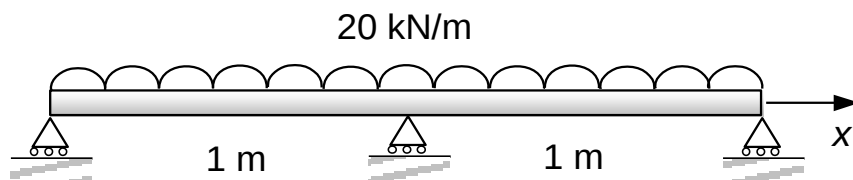
Soalan 4

- a). Mengapakah pengiraan rasuk menggunakan kaedah unsur terhingga memerlukan fungsi bentuk kubik.

[5 markah]

- b). Satu rasuk mengalami pembebanan seperti dalam Rajah S4. Modelkan sistem rasuk dengan dua unsur kemudian tentukan pesongan yang dialami pada setiap penyokong melalui kaedah unsur terhingga. Gunakan modulus $E = 200 \text{ GPa}$ dan momen sifat tekun $I = 4 \times 10^6 \text{ mm}^4$.

[35 markah]



Rajah S4

Sesi 03/04

BAHAGIAN A [40 MARKAH]

Arahan: Sila jawab **SEMUA** soalan dalam bahagian A ini.

Soalan 1

Kaedah unsur terhingga telah diketahui ramai sebagai salah satu perkakas terbantu komputer untuk menjalankan analisis. Jika anda dikehendaki menerangkan kelebihan dan kelemahan kaedah unsur terhingga ini dan bagaimana kedudukan kaedah ini dalam melengkapi proses rekabentuk dan pembuatan, bagaimana anda menuliskannya.

[20 markah]

Soalan 2

Terangkan dengan jelas langkah-langkah pengiraan menggunakan kaedah unsur terhingga bermula dari persamaan keseimbangan sehingga terbentuknya sistem persamaan linear. Penerangan hendaklah termasuk kaedah penyelesaian sistem persamaan tersebut dan bagaimana pengiraan tegasan dijalankan serta hubungannya dengan tegasan von Mises.

[20 markah]

BAHAGIAN B [60 MARKAH]

Arahan: Sila jawab **SATU** soalan dalam bahagian B ini.

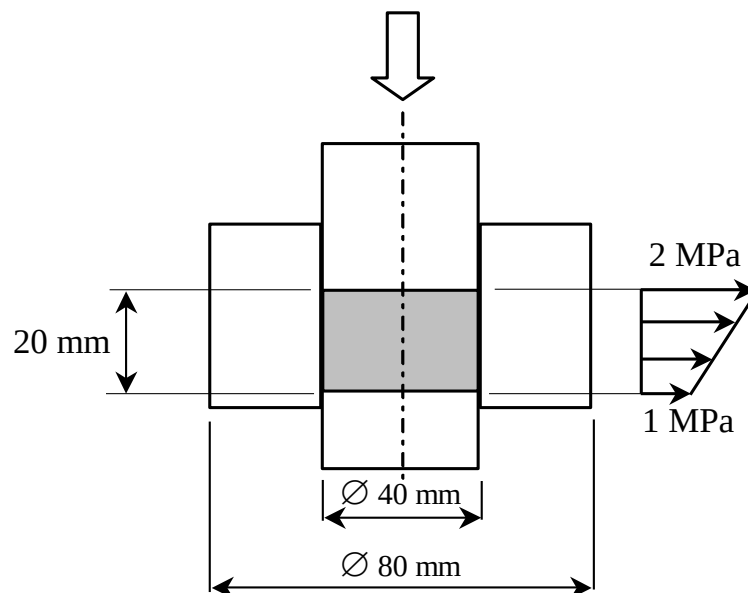
Soalan 1

- a) Bagaimana anda memilih penyelesaian sesuatu masalah itu dengan melalui permodelan simetri sepaksi.

[10 markah]

- b) Satu proses pemadatan menggunakan acuan seperti ditunjukkan dalam Rajah SB1. Dalam proses ini hanya penekan atas sahaja yang bergerak menyebabkan tekanan dalaman bersifat tidak hidrostatik. Gunakan sebanyak dua unsur untuk memodelkan acuan bagi mengira anjakan jejari dalaman. Kirakan juga tegasan pada setiap unsur. Anggapkan dinding luar acuan adalah tegar. Gunakan modulus $E = 210 \text{ GPa}$ dan nisbah Poisson $\nu = 0.30$.

[50 markah]



Rajah SB1

SOALAN 2

Sebatang tiang lampu dicadangkan diperbuat daripada keluli tergalvani yang akan ditempatkan di lebuhraya baru Kajang-Seremban. Empat biji lampu diletakkan dibahagian paling atas dengan setiap satu adalah 25 kg. Ketebalan tiang adalah seragam iaitu 10 mm. Sifat-sifat mekanikal keluli tergalvani tersebut dinyatakan seperti dalam Jadual SB2 dan geometri tiang diberikan dalam Rajah SB2. Suhu pada waktu siang mencapai 39°C dan waktu malam pula 20°C. Dapatkan perubahan pemanjangan disebabkan perubahan suhu tersebut berserta berat lampu dan tiang itu sendiri dengan membuat pengiraan;

- i. satu unsur lurus [18 markah]
- ii. dua unsur lurus [18 markah]
- iii. satu unsur kuadratik [18 markah]

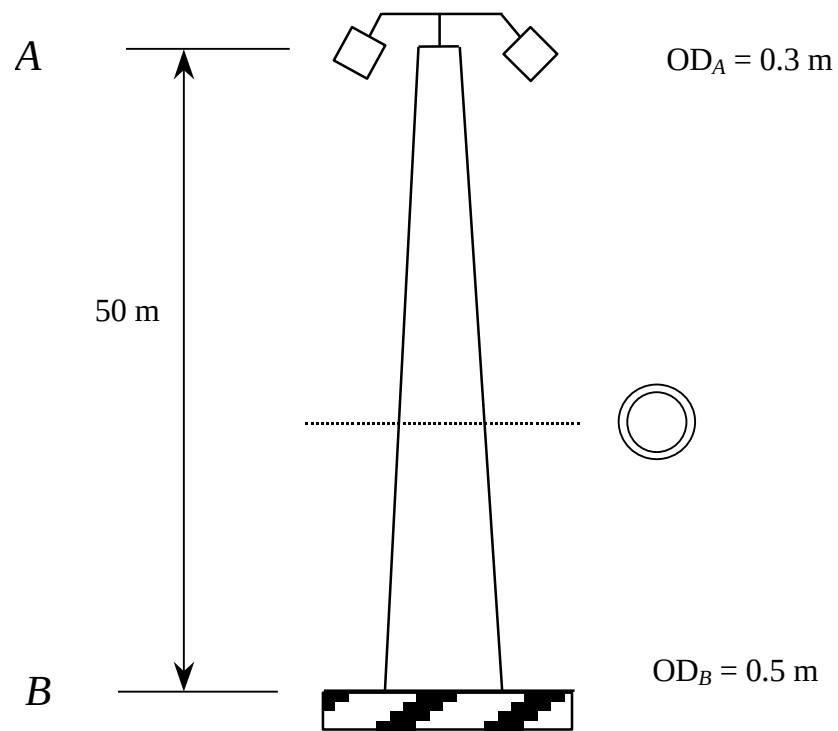
Nyatakan perbezaannya dengan melakarkan graf dan peratusan ralat antaranya.

[6 markah]

Jadual SB2 Sifat bahan keluli tergalvani

Modulus Young, E	120 GPa
Nisbah Poisson, ν	0.35
Pekali terma, α	$12.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
Berat per unit isipadu, f	30 kN/m ³

Soalan bersambung



Rajah SB2 Bentuk Geometri Tiang Lampu

Sesi 04/05

BAHAGIAN A (70 MARKAH)

Arahan: Sila jawab **SEMUA** soalan dalam bahagian A ini.

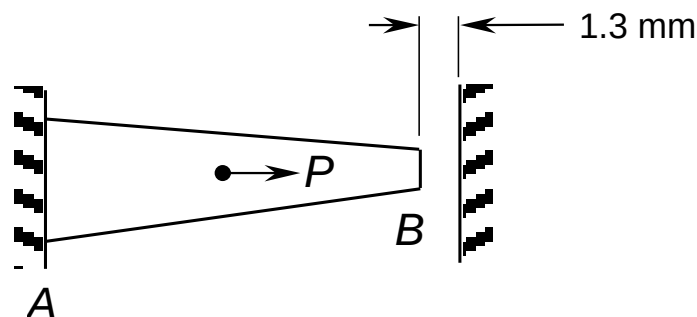
Soalan 1 (10 markah)

Terangkan dengan jelas langkah-langkah pengiraan menggunakan kaedah unsur terhingga bermula dari persamaan keseimbangan sehingga terbentuknya sistem persamaan linear. Penerangan hendaklah termasuk kaedah penyelesaian sistem persamaan tersebut dan bagaimana pengiraan tegasan dijalankan serta hubungannya dengan tegasan von Mises.

[10 markah]

Soalan 2 (60 markah)

Pertimbangkan satu silinder bar aluminium 2014-T6 AB ditarik di tengah dengan beban $P = 100 \text{ kN}$ seperti dalam Rajah SA2. Silinder tersebut terikat pada A dan bebas di B dengan jarak 1.3 mm dari dinding. Suhu sekitaran didapati naik sebanyak 150 K . Panjang AB ialah 300 mm dengan diameter A ialah 20 mm dan diameter B ialah 10 mm .



Rajah SA2

- (viii). Modelkan masalah dengan menggunakan dua unsur lurus satu-dimensi. [5 markah]
- (ix). Dapatkan matriks kekakuan dan vektor daya unsur dan struktur. [10 markah]
- (x). Pilih pendekatan yang sesuai untuk mendapatkan anjakan pada nod. [15 markah]
- (xi). Nilai tegasan pada setiap unsur. [10 markah]
- (xii). Dapatkan tegasan pada setiap nod dengan menggunakan kriteria kuasa dua terkecil. [10 markah]
- (xiii). Bandingkan dengan pengiraan tegasan von-Mises. [5 markah]

(xiv). Bagaimana jika tidak ada dinding yang menghalang hujung B. [5 markah]

BAHAGIAN B (30 markah)

Arahan: Sila jawab **SATU SAHAJA** dalam bahagian B ini.

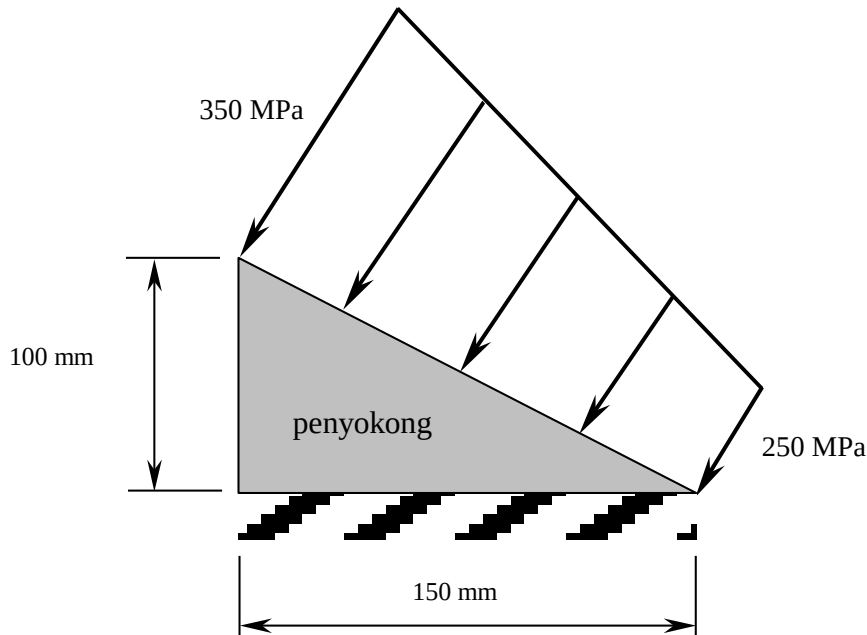
Soalan 1 (30 markah)

- a) Bezakan analisis dua-dimensi dengan menggunakan tegasan satah, terikan satah dan eka-paksi (*axisymmetric*).

[5 markah]

- b) Rajah SB1 merupakan suatu plat penyokong digunakan untuk menampung beban tidak seragam 250 MPa dan 350 MPa seperti yang ditunjukkan. Modelkan penyokong tersebut kepada satu unsur linear dua-dimensi. Kirakan anjakan dan tegasan menggunakan keadaan tegasan satah. Ambil tebal plat 10 mm, $E = 210 \text{ GPa}$ dan $\nu = 0.35$.

[25 markah]



Rajah SB1

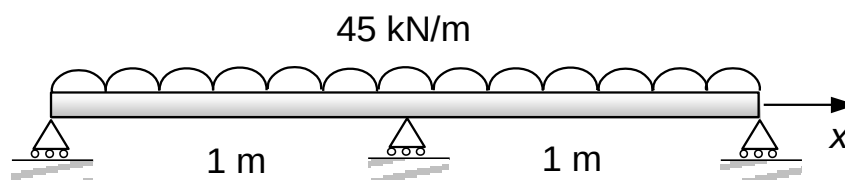
Soalan 2 (30 markah)

- a) Mengapakah pengiraan rasuk menggunakan kaedah unsur terhingga memerlukan fungsi bentuk kubik.

[5 markah]

- b) Satu rasuk mengalami pembebanan seperti dalam Rajah SB2. Modelkan sistem rasuk dengan dua unsur kemudian tentukan pesongan yang dialami pada setiap penyokong melalui kaedah unsur terhingga. Gunakan modulus $E = 200 \text{ GPa}$ dan momen sifat tekun $I = 4 \times 10^6 \text{ mm}^4$.

[25 markah]



Rajah SB2

Sesi 05/06

Section A (40 marks)

Answer all questions in Section A.

Question 1 (20 marks)

a) Discuss the advantages and disadvantages of a finite element method (FEM) over the classical method and the finite difference method. [4 marks]

b) Clearly point out situations in which FEM is preferred over other methods.

[3 marks]

c) When there are several FEM packages available, is there a need to study the other methods? Discuss. [3 marks]

d) Give the three available commercial packages.

[3 marks]

e) Explain the concept of FEM briefly and outline the procedure.

[4 marks]

f) Explain the need to model a problem into three-dimensional, two-dimensional or one-dimensional analysis. [3 marks]

Question 2 (20 marks)

A new composite material is established which have the shape functions below. Consider one-dimensional element, the transformation of x and ξ is given as

$$\xi = \frac{2}{x_2 - x_1}(x - x_1) - 1$$

and the displacement interpolation is given as

$$u(x) = N_1 q_1 + N_2 q_2$$

the shape functions N_1 and N_2 are assumed as

$$N_1 = \cos \frac{\pi(1 + \xi)}{5} \quad N_2 = \cos \frac{\pi(1 - \xi)}{5}$$

(a) develop the linear matrix **B** and strain $\varepsilon = \mathbf{B}\mathbf{q}$

[10 marks]

(b) develop the stiffness matrix **k**[10

marks]

Section B (60 marks)

Answer only one (1) out of two (2) questions in this Section B.

Question 1 (60 marks)

Consider an engine damper as shown in Figure QB1. It is made of rubber and covered by a layer of steel and fibre at each end. The material properties are given as in Table QB1. The load applied due to engine weight is 200 kg and the temperature rise is 115°C.

- a) Model the problem with one-dimensional finite element. [5 marks]
- b) Write down expressions for the element stiffness matrices and element force vectors. [10 marks]
- c) Assemble the global stiffness matrix **K** and global force vector **F**. [10 marks]
- d) Using a suitable approach, solve the nodal displacement and final support height. [10 marks]
- e) Evaluate the stresses in each element. [10 marks]
- f) Evaluate the stresses at each node. [5 marks]
- g) Compare with the von-Mises stress. [5 marks]
- h) Give your conclusions. [5 marks]

Question 2 (60 marks)

Figure QB2 shows a triangle plate which is used to support a distributed load range 250-400 MPa. Assuming that the plate is model as plane stress, calculate the displacement and stress. Given the thickness is 10 mm, Youngs modulus, $E = 200$ GPa and Poisson ratio, $\nu = 0.3$.

- a) Model the problem with two-dimensional finite elements. [5 marks]
- b) Write down expressions for the element stiffness matrices and element force vectors. [10 marks]
- c) Assemble the global stiffness matrix **K** and global force vector **F**. [10 marks]
- d) Using a suitable approach, solve the nodal displacement and final deformation. [10 marks]
- e) Evaluate the stresses at the element. [10 marks]
- f) Evaluate the stresses at each node. [5 marks]
- g) Compare with the von-Mises stress. [5 marks]
- h) Give your conclusions. [5 marks]

Table QB1

Material	Youngs Modulus GPa	Thermal expansion coefficient $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
steel	200	12
cloth fibre	2	1
rubber	0.04	200

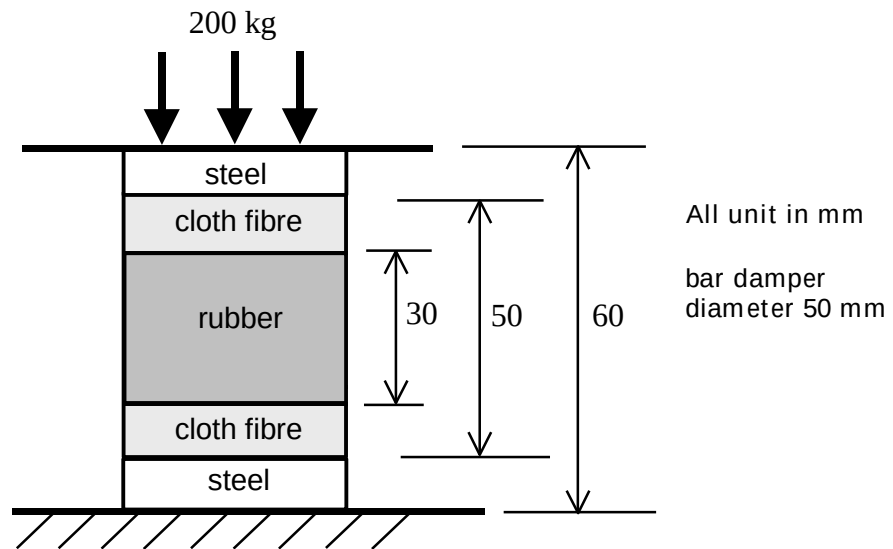


Figure QB1

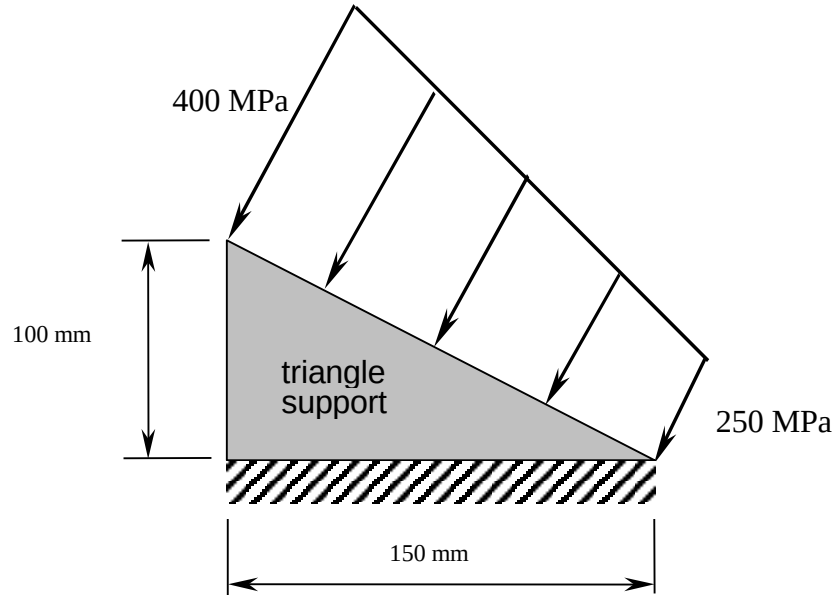


Figure QB2

Sesi 06/07

Section A (40 marks)

Answer all questions in Section A.

Question 1 (20 marks)

a) Discuss the advantages and disadvantages of a finite element method (FEM) over the classical method and the finite difference method. [4 marks]

b) Clearly point out situations in which FEM is preferred over other methods.

[3 marks]

c) When there are several FEM packages available, is there a need to study the other methods? Discuss. [3 marks]

d) Give the three available commercial packages.

[3 marks]

e) Explain the concept of FEM briefly and outline the procedure.

[4 marks]

f) Explain the need to model a problem into three-dimensional, two-dimensional or one-dimensional analysis. [3 marks]

Question 2 (20 marks)

A new element is established which have the shape functions below. Consider one-dimensional element, the transformation of x and ξ is given as

$$\xi = \frac{2}{x_2 - x_1}(x - x_1) - 1$$

and the displacement interpolation is given as

$$u(x) = N_1 q_1 + N_2 q_2$$

the shape functions N_1 and N_2 are assumed as

$$N_1 = \cos \frac{\pi(1 + \xi)}{5} \quad N_2 = \cos \frac{\pi(1 - \xi)}{5}$$

- (a) develop the linear matrix **B** and strain $\varepsilon = \mathbf{B}\mathbf{q}$ [10 marks]
- (b) develop the stiffness matrix **k**[10 marks]

Section B (60 marks)

Answer only one (1) out of two (2) questions in this Section B.

Question 1 (60 marks)

Consider an aluminium bar 2014-T6 AB length 300 mm as shown in Figure QB1. The diameter A is 20 mm and diameter B is 10 mm. A point load $P = 100$ kN exists in the middle of the rod. The surrounding temperature rises 150 K from the initial temperature. At the end of B , 1.3 mm clearance is used to put a layer of spacer between the rod and wall.

- a) Model the problem using one-dimensional finite element. [5 marks]
- b) Write down expressions for the element stiffness matrices and element force vectors. [10 marks]
- c) Assemble the global stiffness matrix $\mathbf{K}$ and global force vector $\mathbf{F}$. [10 marks]
- d) Using a suitable approach, solve the nodal displacement and final support height. [10 marks]
- e) Evaluate the stresses in each element. [10 marks]
- f) Evaluate the stresses at each node. [5 marks]
- g) Compare with the von-Mises stress. [5 marks]
- h) What would happen if there is no wall at the end of the rod. [5 marks]

Question 2 (60 marks)

Figure QB2 shows a triangle plate which is used to support a distributed load range 250-400 MPa. Assuming that the plate is modelled as plane stress, calculate the displacement and stress. Given the thickness is 10 mm, Young's modulus, $E = 200$ GPa and Poisson ratio, $\nu = 0.3$.

- a) Model the problem with two-dimensional finite elements. [5 marks]
- b) Write down expressions for the element stiffness matrices and element force vectors. [10 marks]
- c) Assemble the global stiffness matrix $\mathbf{K}$ and global force vector $\mathbf{F}$. [10 marks]
- d) Using a suitable approach, solve the nodal displacement and final deformation. [10 marks]
- e) Evaluate the stresses at the element. [10 marks]
- f) Evaluate the stresses at each node. [5 marks]
- g) Compare with the von-Mises stress. [5 marks]
- h) Give your conclusions. [5 marks]

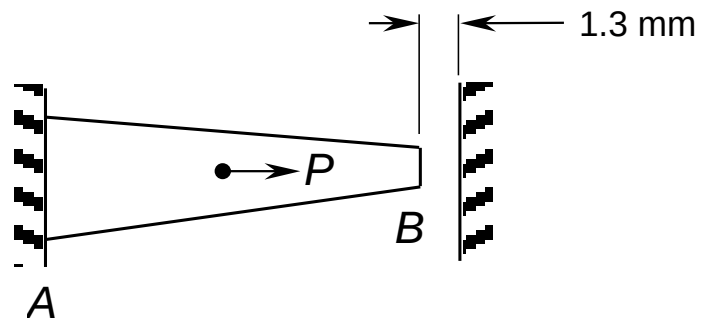


Figure QB1

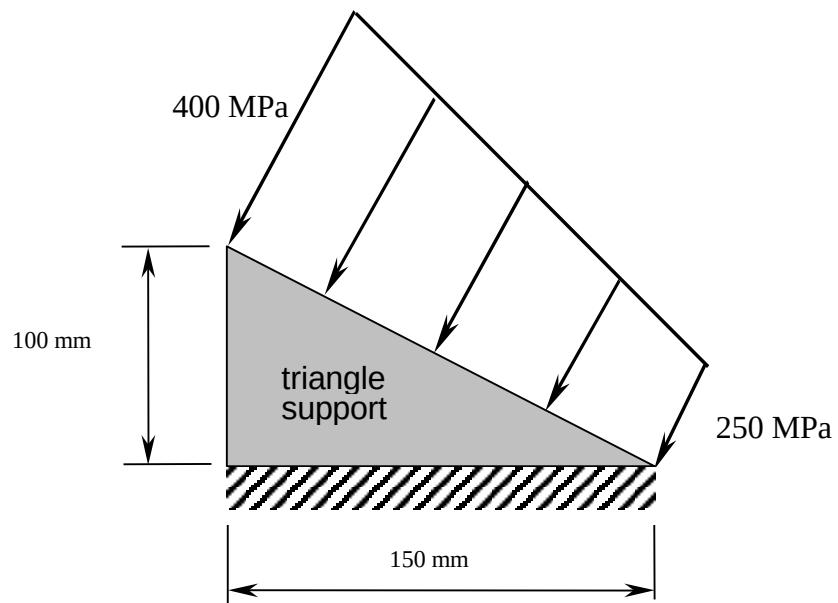


Figure QB2

Sesi 07/08

Section A (20 marks)

Answer all questions in Section A.

Question 1 (20 marks)

- a) Discuss the advantages and disadvantages of a finite element method (FEM) over the classical method and the finite difference method. [3 marks]
- b) Clearly point out situations in which FEM is preferred over other methods. [3 marks]
- c) When there are several FEM packages available, is there a need to use the other methods? Discuss. [3 marks]
- d) Give ten (10) examples available commercial packages. [4 marks]
- e) Explain the concept of FEM briefly and outline the procedure. [4 marks]
- f) Explain the need to model a problem into three-dimensional, two-dimensional or one-dimensional analysis. [3 marks]

Section B (80 marks)

Answer only ONE (1) out of TWO (2) questions in this Section B.

Question 1 (80 marks)

A hanger is made from a plate fixed on the wall as shown in Figure QB1a.

- Model the problem with two-dimensional finite elements. [10 marks]
- Write down expressions for the material matrix, $\mathbf{D}$ and strain-displacement matrix, $\mathbf{B}$. [10 marks]
- Assemble the global stiffness matrix $\mathbf{K}$ and global force vector $\mathbf{F}$. [10 marks]
- Using a suitable approach, solve the nodal displacement and final deformation. [10 marks]
- If the plate is replaced by a truss system as shown in Figure QB1b, calculate the final deformation and give conclusions. [40 marks]

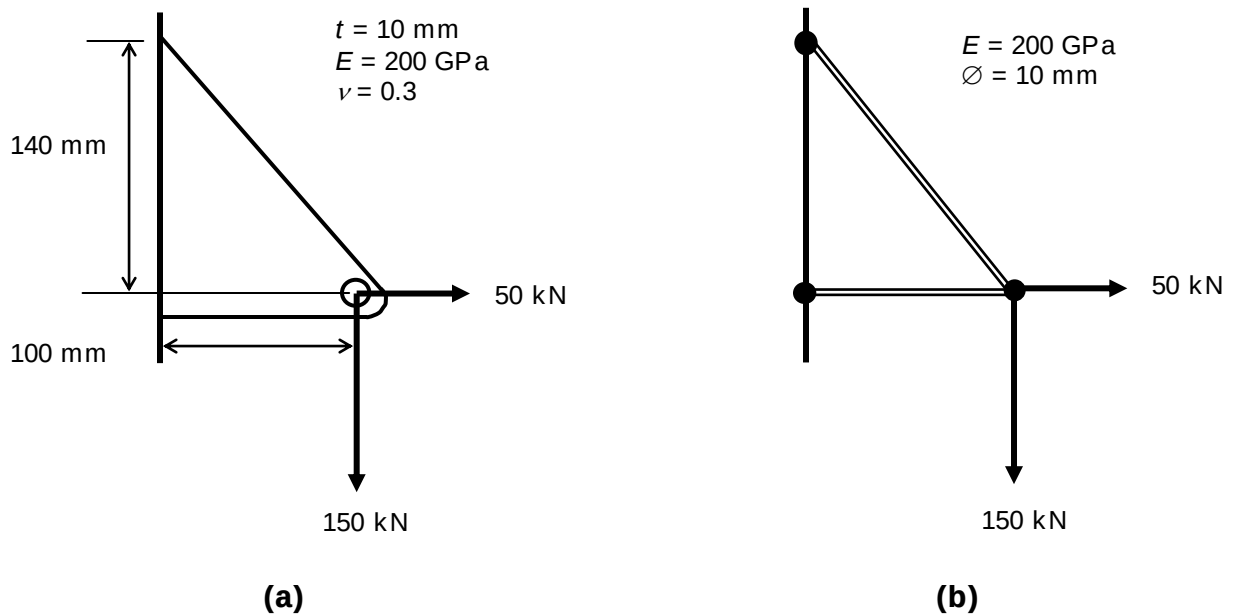


Figure QB1

Question 2 (80 marks)

Consider the thickness of a boiler wall is 30 cm as shown in Figure QB2. The inner surface of the wall is 100°C and the outer temperature is 20°C . Convection heat transfer takes place on the outer surface where $h = 40 \text{ W/m}^2\text{K}$. Use one-dimensional model and plot the temperature distribution in the wall if the wall is made by

- a) Stainless Steel, $k = 16 \text{ W/mK}$ [25 marks]
- b) Ceramic, $k = 0.5 \text{ W/mK}$ [20 marks]
- c) Stainless Steel & Ceramic (15 cm each) [25 marks]
- d) Give conclusions of your results. [10 marks]

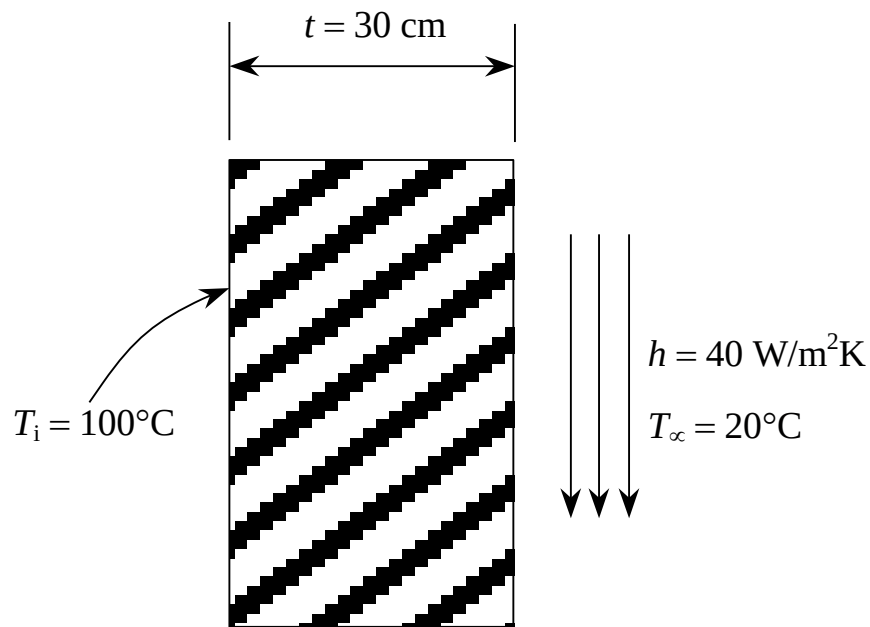


Figure QB2