
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2006/2007 Academic Session
*Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2006/2007*

October/November 2006
Oktober/November 2006

ESA 243/3 - Aerodynamics
Aerodinamik

Hour : [3 hours]
Masa : [3 jam]

INSTRUCTION TO CANDIDATES :

ARAHAN KEPADA CALON :

Please ensure that this paper contains **ELEVEN (11)** printed pages and **FIVE (5)** questions before you begin examination.

*Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEBELAS (11)** mukasurat dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.*

Answer **FOUR (4)** questions only.

*Jawab **EMPAT (4)** soalan sahaja.*

Student may answer the questions either in English or Bahasa Malaysia.

Soalan boleh dijawab dalam Bahasa Inggeris atau Bahasa Malaysia.

Each questions must begin from a new page.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

1. (a) Explain what the assumption had been applied in the aerodynamics analysis according to the Theory of Potential flow.

Terangkan anggapan apa yang digunakan untuk analisis aerodinamik mengikut teori Aliran Potential.

(4 marks/markah)

- (b) Explain why the assumption that the flow is irrotational very useful in solving the inviscid and incompressible flow.

Terangkan mengapa anggapan aliran tak berputar sangat bermanfaat didalam menyelesaikan persoalan aliran tak likat dan tak mampat.

(4 marks/markah)

- (c) Explain what it is means with the following potential flow models :

- a uniform flow
- source flow
- vortex flow
- doublet flow

Terangkan apa yang dimaksudkan dengan model model aliran potential berikut ini :

- aliran seragam
- aliran sumber
- aliran vortex
- aliran dublet

(8 marks/markah)

(d) Given a potential flow field which consist of three elementary potential flow models namely :

- Uniform flow with the velocity at $U_{\infty} = 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ and an angle of attack $\alpha = 3^{\circ}$
- Source with strength of $\sigma = 10 \frac{\text{m}^2}{\text{sec}}$ is located at point A (2,3)
- Doublet with strength $\mu = 10 \frac{\text{m}^2}{\text{sec}}$ is located at point B (0,0)

If the static pressure at infinity far away is $P_{\infty} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$,

determine :

Diberikan Suatu medan aliran potential terdiri dari tiga aliran potential dasar iaitu :

- Aliran seragam dengan kecepatan $U_{\infty} = 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ dan sudut serang $\alpha = 3^{\circ}$
- Sumber kekuatan $\sigma = 10 \frac{\text{m}^2}{\text{sec}}$ terletak di titik A(2,3)
- Doublet dengan kekuatan $\mu = 10 \frac{\text{m}^2}{\text{sec}}$ terletak di titik B (0,0)

Jika tekanan statik pada jarak tak terhingga, $P_{\infty} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$,

tentukan :

(i) The potential function $\Phi(x, y)$

Fungsi upaya, $\Phi(x, y)$

(3 marks/markah)

(ii) The complex potential function $F(z)$

Fungsi Potential kompleks $F(z)$

(3 marks/markah)

(iii) The velocity components u and v at the point (1,1)

Halaju komponen u dan v pada titik (1,1)

(3 marks/markah)

2. A unsymmetrical airfoil is generated by Joukowski transformation immersed in the uniform flow of $U_\infty = 15 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ and the angle of attack $\alpha = 2^\circ$. The static pressure at far away is $P_\infty = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$. The airfoil data is given as follows : the airfoil chord length $c = 0.2$ m and the maximum airfoil thickness is 12% chord length and the maximum camber line is 4 % chord length .

Determine :

Suatu kerajang udara tidak simetri yang dihasilkan daripada transformasi Joukowski terletak dalam aliran seragam $U_\infty = 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ dengan sudut sedang

$\alpha = 3^\circ$. Tekanan statik pada jarak tak terhingga $P_\infty = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$. Data geometri kerajang udara tersebut adalah seperti berikut : panjang perentas kerajang udara ialah 0.2m, ketebalan maksimumnya ialah 12% panjang perentas dan kamber maksimum ialah 4 % panjang perentas.

Tentukan :

- (i) The circle radius and the location of the centre of circle used in this Joukowski's transformation.

Jejari dan lokasi koordinat titik pusat bulatan yang di gunakan dalam transformasi Joukowski ini.

(3 marks/markah)

- (ii) The Joukowski transformation form.

Persamaan transformasi Joukowski.

(3 marks/markah)

- (iii) The strength of required vortex.

Kekuatan vorteks yang diperlukan.

(3 marks/markah)

- (iv) The complex potential function for the flow around airfoil

Persamaan upaya kompleks aliran di sekitar kerajang udara.

(3 marks/markah)

- (v) The airfoil coordinates and velocity on the airfoil which corresponding to the point on circle at $\theta = 30^0$

Koordinat kerajang udara dan halaju alirannya untuk suatu titik pada kerajang udara yang sepadan dengan sudut $\theta = 30^0$ pada titik atas bulatan.

(5 marks/markah)

- (vi) The static pressure on the point as given by question number (v)

Tekanan statik di titik seperti soalan bahagian (v)

(3 marks/markah)

- (vii) The lift coefficient C_L and moment pitching coefficient C_m

Pekali daya angkat, C_L dan pekali anggulan momen, C_m

(5 marks/markah)

3. (a) Explain the limitation of the Thin airfoil theory in solving aerodynamics problems.

Terangkan kekangan kaedah teori kerajang udara nipis dalam menyelesaikan masalah aerodinamik.

(4 marks/markah)

- (b) Explain why in the thin airfoil used a vortex in order to include the angle of attack and camber line effects.

Terangkan mengapa dalam teori kerajang udara nipis, vorteks digunakan dalam menentukan pengaruh sudut serang dan garis kamber.

(4 marks/markah)

- (c) Given an airfoil Naca 4412 with the camber line coordinate as defined as follows :

$$\begin{aligned} \frac{y_c}{c} \left(\frac{x}{c} \right) &= 0.125 \left[0.8 \left(\frac{x}{c} \right) - \left(\frac{x}{c} \right)^2 \right] & 0 \leq \left(\frac{x}{c} \right) \leq 0.4 \\ &= 0.0555 \left[0.2 + 0.8 \left(\frac{x}{c} \right) - \left(\frac{x}{c} \right)^2 \right] & 0.4 < \left(\frac{x}{c} \right) \leq 1.0 \end{aligned}$$

This airfoil immersed in the uniform flow at an angle of attack $\alpha = 3^\circ$

Use thin airfoil theory, determine :

Suatu kerajang udara Naca 4412 dengan koordinat kamber

$\frac{y_c}{c} \left(\frac{x}{c} \right)$ diberikan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \frac{y_c}{c} \left(\frac{x}{c} \right) &= 0.125 \left[0.8 \left(\frac{x}{c} \right) - \left(\frac{x}{c} \right)^2 \right] & 0 \leq \left(\frac{x}{c} \right) \leq 0.4 \\ &= 0.0555 \left[0.2 + 0.8 \left(\frac{x}{c} \right) - \left(\frac{x}{c} \right)^2 \right] & 0.4 < \left(\frac{x}{c} \right) \leq 1.0 \end{aligned}$$

Kerajang udara ini berada dalam aliran seragam dengan sudut serang $\alpha = 3^\circ$.

Dengan kaedah teori kerajang udara nipis, tentukan :

4. (a) Explain why in the Panel Method had been known to have a various version.

Terangkan mengapa dalam Kaedah Panel dikenali ada berbagai macam jenis.

(5 marks/markah)

- (b) Explain how to implement the boundary condition and the Kutta Condition in the Panel Method.

Terangkan bagaimana caranya untuk merumuskan syarat batas dan syarat Kutta di dalam Kaedah Panel.

(5 marks/markah)

- (c) A continues source was distributed over a panel length of 2 units. The strength of source is uniforms equal to $\sigma(x) = -5$ units . If such panel immersed in the uniform flow with free stream velocity $U_\infty = 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ and at the angle of attack $\alpha = 3^\circ$. The static pressure at infinity is $P_\infty = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$.

Determine :

Suatu sumber ditaburkan di atas panel sepanjang 2 unit. Kekuatan punca adalah seragam iaitu $\sigma(x) = 5$ unit . Panel ini berada dalam aliran halaju seragam $U_\infty = 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ dan sudut serang $\alpha = 3^\circ$. Tekanan statik pada jarak tak terhingga, $P_\infty = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$.

Tentukan :

- (i) The velocity components u and v at point $(2,5)$.

Komponen halaju u dan v pada titik $(2,5)$.

(3 marks/markah)

- (ii) The static pressure at that point.

Tekanan statik pada titik tersebut.

(2 marks/markah)

- (d) As problem given in 4c, the strength of source vary linearly where at $x = -1.0$ units is $\sigma(x) = 2$ units while at $x = 1.0$ units with $\sigma(x) = 5$ units.

Determine :

Seperti soalan di atas (nombor 4c) dengan kekuatan sumber ditaburkan secara linear di mana pada $x = -1.0$ unit dengan $\sigma(x) = 2$ unit dan $x = 1.0$ unit dengan $\sigma(x) = 5$ unit.

Tentukan :

- (i) The velocity components u and v at point $(4,4)$.

Komponen halaju u dan v pada titik $(4,4)$.

(3 marks/markah)

- (ii) The static pressure at that point.

Tekanan statik di titik tersebut.

(2 marks/markah)

- (e) As problem given in 4d, the source was replaced by vortex. The strength of vortex vary linearly where at $x = -1.0$ units is $\sigma(x) = 2$ units while at $x = 1.0$ units with $\sigma(x) = 5$ units .

Determine :

Seperti soalan di atas (nombor 4d) tetapi sumber digantikan dengan vorteks dengan kekuatan vorteks berubah secara linear dimana pada $x = -1.0$ dengan $\gamma(x) = 2$ unit dan pada $x = 1.0$ dengan $\gamma(x) = 5$ unit

Tentukan :

- (i) The velocity components u and v at point $(4,4)$.

Komponen halaju u dan v pada titik $(4,4)$.

(3 marks/markah)

- (ii) The static pressure at that point.

Tekanan statik di titik tersebut.

(2 marks/markah)

5. (a) Explain the basic idea of Lifting Line Theory.

Terangkan konsep asas kaedah teori garis angkat.

(5 marks/markah)

- (b) Explain the basic idea of vortex lattice.

Terangkan konsep asas kaedah vorteks kekisi.

(5 marks/markah)

- (c) An aircraft with maximum take off weight 6000 Kg and wing span of 15 m. The cruising speed is 150 m/sec. If the average of chord length is 0.6 and the wing loading is elliptic. The aircraft fly at altitude 4000m with atmospheric condition: temperature 10^0 C, air density $\rho = 1.022 \text{ Kg/m}^3$ and atmospheric pressure $P = 0.8 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, Universal gas constant $R = 287 \text{ J/(Kg } ^0\text{K)}$, air viscosity $\mu = 1.78 \cdot 10^{-5} \text{ kg/m}\cdot\text{sec}$ and $\gamma = 1.4$.

Determine :

Sebuah pesawat udara dengan berat 6000Kg dan rentang sayap 15 m dan kelajuan terbang 150 m/saat. Panjang perentas sayapnya ialah 0.6 m dan taburan daya angkat yang terjadi pada sayap adalah berbentuk elips. Pesawat itu terbang dengan ketinggian 4000 meter dengan keadaan atmosfera : suhu 10^0 C, ketumpatan udara $\rho = 1.022 \text{ Kg/m}^3$ dan tekanan atmosfera $P = 0.8 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, pemalar udara universal, $R = 287 \text{ J/(Kg } ^0\text{K)}$, keliatan udara $\mu = 1.78 \cdot 10^{-5} \text{ (kg/m}\cdot\text{saat)}$ dan $\gamma = 1.4$.

Tentukan :

- (i) The Mach Number and The Reynolds Number of aircraft flight.

Nombor Mach dan nombor Reynolds pesawat terbang.

(3 marks/markah)

- (ii) If at any control point over wing surface it is found that the air velocity is 240 m/sec, determine the static pressure at that point.

Jika pada suatu titik di permukaan sayap, halaju udara adalah 240 m/saat, tentukan nilai tekanan statik pada titik tersebut.

(3 marks/markah)