

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2002/2003

*Second Semester Examination  
2002/2003 Academic Session*

Februari/Mac 2003

*February/March 2003*

ESA 372/3 – Aerodinamik Pesawat

*(Aircraft Aerodynamics)*

Masa : [3 Jam]

*Time : [3 hours]*

---

**ARAHAN KEPADA CALON :**

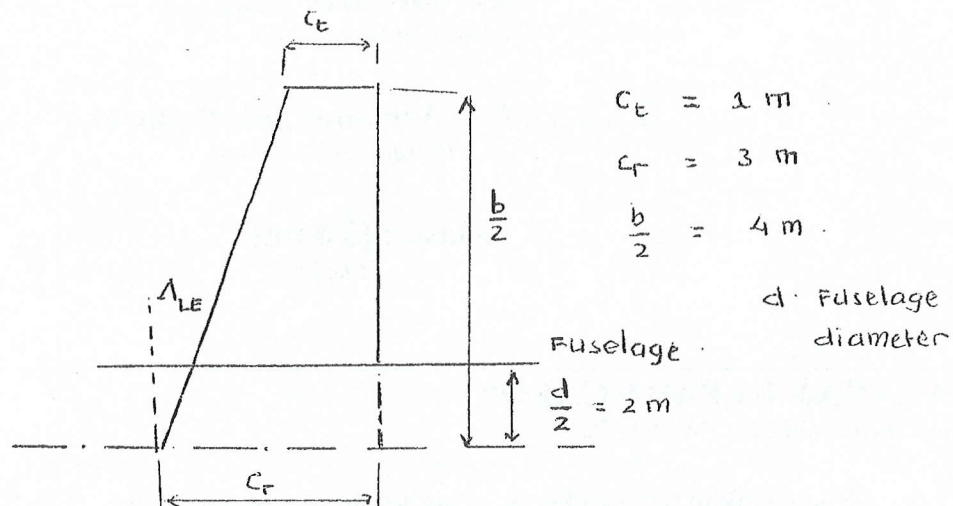
*INSTRUCTION TO CANDIDATES:*

1. Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **(11) SEBELAS** mukasurat bercetak dan **(5) LIMA** soalan.  
*Please ensure that this paper contains (11) ELEVEN printed pages and (5) FIVE questions .*
2. Anda dikehendaki menjawab **(4) EMPAT** soalan.  
*Please answer (4) FOUR questions .*
3. Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sut sebelah kanan.  
*The mark allocated for each question is shown on the right hand side .*
4. Soalan boleh dijawab dalam Bahasa Inggeris kecuali satu soalan mestilah dijawab dalam Bahasa Melayu.  
*The questions can be answered in English but one question must be answered in Bahasa Melayu.*
5. Mesin kira bukan yang boleh diprogram boleh digunakan.  
*Non programmable calculator can be used.*

...2/

- 2 -

1. Diberi bentuk pelan sayap seperti dalam Rajah 1.1 di bawah dengan data geometri seperti yang berikut:  
 Given a wing planform as depicted in the Figure 1.1 below with the geometry data as follows:

**Rajah 1.1/Figure 1.1**

Tentukan,  
 Determine,

- Luas sayap;  
 Wing area;
- Nisbah bidang;  
 Aspect ratio ;
- Nisbah tirus;  
 Taper ratio;
- Persamaan taburan perentas sepanjang rentang sayap  $y$ ;  
 The equation of chord distribution along wing span  $y$ ;
- Min perentas aerodinamik;  
 The mean aerodynamics chord;

...3/

- 3 -

- (f) Sudut sapuan pada hujung depan  $\Lambda_{LE}$  ;  
*The swept angle at leading edge  $\Lambda_{LE}$  ;*
- (g) Sudut sapuan pada garis perentas  $c/4$ ,  $\Lambda_{c/4}$  ;  
*The swept angle at  $c/4$  chord line,  $\Lambda_{c/4}$  ;*
- (h) Jika garis pusat fuselaj ialah 4m, kiralah luas sayap lembab;  
*If the diameter of fuselage is 4 m, calculate the wing wetted area;*
- (i) Terangkan mengapa sayap yang terletak pada fuselaj memerlukan sudut tuju serang; dan  
*Explain why the wing attachment on the fuselage needs an incidence angle of attack; and*
- (j) Apakah tujuan sayap yang menirus?  
*What is the purpose of tapered wing?.*

(25 markah/marks)

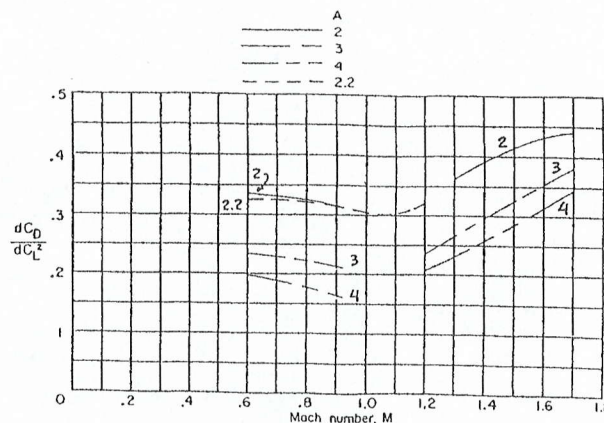
...4/

2. Katakan sayap yang diberi dalam soalan di atas menggambarkan sayap pesawat yang mempunyai berat 20,000N, dan terbang pada paras laut dengan kelajuan 220 m/saat.

*Let the wing is given in above question represent the wing of the airplane which has an aircraft weight 20,000 N, and flying at sea level at the speed of 220 m/sec.*

Tentukan,  
Determine,

- (a) Pekali angkat;  
*The lift coefficient;*
- (b) Jika  $\frac{d C_D}{d C_L^2}$  adalah fungsi bagi nombor Mach dan nisbah bidang yang parameternya berbeza-beza seperti yang diberikan oleh Rajah 2.1, dapatkan kecekapan sayap Oswald;  
*If the  $\frac{d C_D}{d C_L^2}$  as function of Mach number and different aspect ratio parameter as given by Figure 2.1, find the Oswald efficiency of the wing;*
- (c) Terangkan apakah yang dimaksudkan dengan kecekapan Oswald;  
*Explain what is the mean of The Oswald efficiency;*
- (d) Jika  $C_{d0}$  sebuah pesawat ialah 0.012 dan laju penerbangannya ialah 200 m/saat dan anggapkan bahawa kecekapan Oswald adalah malar, dapatkan pekali seret pesawat itu;  
*If the  $C_{d0}$  of the airplane is 0.012 and the flight speed is 200 m/sec and assume that the Oswald efficiency is constant, find the drag coefficient airplane;*



**Rajah 2.1/Figure 2.1**



- 5 -

(e) Jika  $\left(\frac{d C_l}{d \alpha}\right)_{airfoil} = 0.104 / \text{deg}$ , dapatkan  $\left(\frac{d C_l}{d \alpha}\right)_{wing}$  ;  
 If the  $\left(\frac{d C_l}{d \alpha}\right)_{airfoil} = 0.104 / \text{deg}$ , find  $\left(\frac{d C_l}{d \alpha}\right)_{wing}$  ;

(f) Jika sudut serang angkatan sifar bagi sebuah pesawat ialah  $-3.0^\circ$ , dapatkan sudut serang pesawat tersebut dalam keadaan seperti yang diberi dalam soalan bahagian (d) di atas;  
*If the zero lift angle of attack for this airplane is  $-3.0^\circ$ , find the angle of attack for this airplane at the condition as given by Question (d);*

(g) Terangkan mengapa jika kepek dipesongkan, maka pekali angkat dan pekali seret akan bertambah; dan  
*Explain why if the flap is deflected, then the lift coefficient and drag coefficient are increase; and*

(h) Terangkan apakah faedah taburan beban elliptik.  
*Explain what is the benefit of elliptic load distribution.*

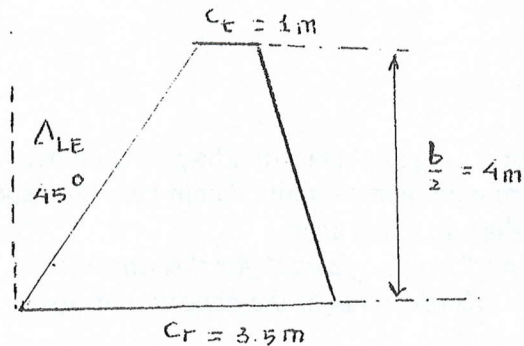
(25 markah/marks)

...6/

- 6 -

3. Diberi bentuk pelan sayap sapuan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.1 di bawah.

*Given a swept wing plan form as shown the Figure 3.1 below.*



**Rajah 3.1/ Figure 3.1**

Data sayap diberi seperti yang berikut:

- Perentas hujung,  $c_t = 1 \text{ m}$
- Perentas punca,  $c_r = 3.5 \text{ m}$
- Rentang sayap,  $b = 8 \text{ m}$
- Sudut sapuan pada hujung depan,  $\Lambda_{LE} = 45^\circ$
- $\left(\frac{dc_t}{d\alpha}\right)_{\text{airfoil}} = 0.104 / \text{deg}$
- Nombor Mach penerbangan,  $M_\infty = 0.7$

*Wing data is given as follows :*

- *tip chord,  $c_t = 1 \text{ m}$*
- *root chord,  $c_r = 3.5 \text{ m}$*
- *wing span,  $b = 8 \text{ m}$*
- *Swept angle at lead edge,  $\Lambda_{LE} = 45^\circ$*
- $\left(\frac{dc_t}{d\alpha}\right)_{\text{airfoil}} = 0.104 / \text{deg}$
- *Mach number flight  $M_\infty = 0.7$*

...7/

- 7 -

Tentukan,  
*Determine,*

- (a) Luas sayap;  
*Wing area;*
- (b) Nisbah bidang;  
*Aspect ratio;*
- (c) Nisbah tirus;  
*Taper ratio;*
- (d) Nilai  $\left(\frac{dC_L}{d\alpha}\right)_{\text{wing}}$  ;  
*Value of  $\left(\frac{dC_L}{d\alpha}\right)_{\text{wing}}$  ;*
- (e) Min perentas aerodinamik;  
*The mean aerodynamics chord;*
- (f) Jika garis pusat fuselaj adalah 2.5m, kiralah luas sayap lembab;  
*If the diameter of fuselage is 2.5 m, calculate the wing wetted area;*
- (g) Terangkan mengapa penerbangan subsonik tinggi memerlukan bentuk pelan sayap sapuan; dan  
*Explain why for high subsonic flight speed need a swept wing plan form; and*
- (h) Apakah kelebihan sayap delta terhadap sayap sapuan?  
*What the advantage of delta wing with respect to a swept wing?*  
 (25 markah/marks)

... 8/

4. Terangkan istilah yang berikut:  
*Explain the following term:*

- (a) Seretan parasit;  
*Parasite drag;*
- (b) Seretan teraruh;  
*Induced drag;*
- (c) Seretan gelombang;  
*Wave drag;*
- (d) Seretan gangguan;  
*Interference drag;*
- (e) Seretan profil;  
*Profile drag;*
- (f) Seretan trim;  
*Trim drag;*
- (g) Kecapahan Mach;  
*Mach divergence;*
- (h) Nombor Mach genting; dan  
*Critical Mach Number; and*
- (i) Terangkan mengapa analisis aerodinamik aliran supersonik yang melalui sayap terhingga boleh menggunakan analisis aliran supersonic berdimensi dua.  
*Explain why the supersonic aerodynamic analysis for the flow past through finite wing can use a two dimensional supersonic flow analysis.*

(25 markah/marks)

...9/



- 9 -

5. (a) Hasil keputusan bagi keranjang udara Naca 23012 ditunjukkan seperti yang berikut:

*The test result of the Naca 23012 airfoil show the following :*

$\alpha(\text{deg})$	$c_l$
0	0.15
9	1.2

Jika keranjang udara ini digunakan untuk membangunkan sayap ellip dengan nisbah bidang  $A_R = 7$ .

*If this airfoil is used to construct an elliptical wing of aspect ratio  $A_R = 7$ .*

Tentukan,  
*Determine,*

(i) Nilai  $\left(\frac{dC_L}{d\alpha}\right)_{\text{wing}}$  ;

*Value of  $\left(\frac{dC_L}{d\alpha}\right)_{\text{wing}}$  ;*

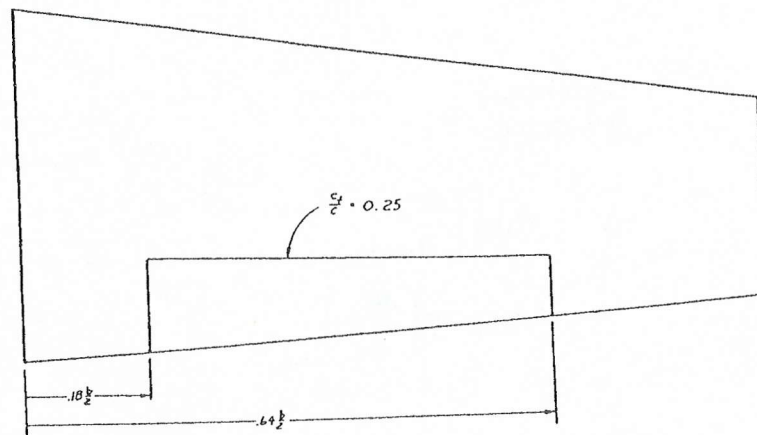
- (ii) Jika sudut serang angkatan sifar  $\alpha_{L=0} = -1.8$ , dapatkan pekali angkat sayap pada  $\alpha = 4^\circ$ ;

*If the zero lift angle of attack  $\alpha_{L=0} = -1.8$ , find the lift coefficient of the wing at  $\alpha = 4^\circ$ ;*

...10/

- (b) Bentuk pelan sayap diberi seperti dalam Rajah 5.1 dengan sebahagian rentang kepak yang terpesong. Nisbah bidang sayap adalah  $A_R = 8$ . Sudut sapuan pada garis perentas  $c/2$  ialah  $\Lambda_{c/2} = 20^\circ$  dan nisbah perentas kepak ialah 0.3. Stesen dalam dan stesen luar kepak adalah masing-masingnya pada 0.110 dan 0.655 terhadap separuh rentang.

*The Wing plan form as given in Figure 5.1 with a partial span flap deflected. The aspect ratio wing  $A_R = 8$ . The swept angle at  $c/2$  chord line  $\Lambda_{c/2} = 20^\circ$  and the flap chord ratio is 0.3. The inboard and outboard station of the flap are at 0.110 and 0.655 of the semi span respectively.*



**Rajah 5.1 / Figure 5.1**

Tentukan,  
Determine,

- (i) Jika nombor Mach penerbangan,  $M = 0.2$ , dan kepak terpesong pada  $10^\circ$ , dapatkan pertambahan pekali angkat ;  
*If the flight Mach Number  $M = 0.2$ , and flap deflected at  $10^\circ$ , find the the additional lift coefficient;*
- (ii) Sama seperti keadaan di atas, tetapi bila kes nisbah perentas kepak ialah 0.25; dan  
*The same condition as above but for the case when the flap cord ratio is 0.25; and*