



First Semester Examination
2019/2020 Academic Session

December 2019/January 2020

ESA366 – Flight Performance
[Prestasi Penerbangan]

Duration : 2 hours
(Masa : 2 jam)

Please check that this examination paper consists of **SEVEN (7)** pages of printed material and **THREE (3)** questions before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat yang bercetak dan **TIGA (3)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini].*

Instructions : Answer **ALL** questions.

[Arahan : Jawab **SEMUA** soalan].

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

*[Pelajar boleh menjawab soalan dalam **Bahasa Inggeris** atau **Bahasa Malaysia**].*

Each questions must begin from a new page.

[Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru].

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai]

For all Questions 1 to 3 below, you can use your self-prepared summary sheet as mentioned in the class. For parts of Questions 2 and 3, use the 3-Steps Procedure (Understand, Strategize, Solve) as discussed in class, wherever appropriate.

1. Your Team Project was designed to enhance your learning of the course materials by applying the knowledge learned onto a real aircraft chosen by your team to analyze and improve its flight performance. In answering the questions below, please give as much technical details as possible to bring authenticity into your answer (e.g., your team name, the type of aircraft, specific details of the problems and solutions, quantifications of the analysis and improvement, etc.). Describe the:

- (i). Problem that your team aimed to solve. **(5 marks)**

- (ii). The technique used. **(5 marks)**

- (iii). The solution recommended. **(5 marks)**

- (iv). The improvement in flight performance that your team predicted. **(5 marks)**

2. The SZD-55-1 is a modern high performance sailplane (unpowered aircraft). It has a gross weight of 500 kg, a wing span of 15 meters, an aspect ratio of 23.44, and a maximum L/D of 44.1 with an optimum flight velocity of 119.4 km/h. Assume an Oswald Efficiency Factor of 1 for the glider, and a sea level condition with density of 1.225 kg/m³. Answer the following questions:



Figure 2: An SZD-55-1.

...3/-

- (a). What is the value of the zero-lift drag coefficient of the sailplane? Start your analysis by using free body diagrams (FBD) to **understand the problem**. **Describe your strategy** to solve the problem using relevant equations. Explain your calculations and **solve the problem**.

(20 marks)

- (b). Estimate as best as possible the flight velocity and glide angle when descending at the minimum rate of descent. (Hint: iterate your estimate of the glide angle, based initially on the value you calculated above, to improve the accuracy of your results.) Explain your calculations and describe the two flight conditions in 2(a) and 2(b) using hodograph diagrams.

(20 marks)

3. A propeller aircraft Cessna 172 Skyhawk [see **Figure 3(a)**] is performing a level turn with a forward velocity (V_∞) of 220 km/h (equals to 61.11 m/s) and a banking angle ϕ of 40° as shown in **Figure 3(b)**. It has a mass of 1111 kg, a wing span of 11 m, a wing area of 16.2 m^2 , a K of 0.07, and a $C_{D,0}$ of 0.029. Assume a sea-level density of 1.225 kg/m^3 .



Figure 3(a): A Cessna 172 Skyhawk.

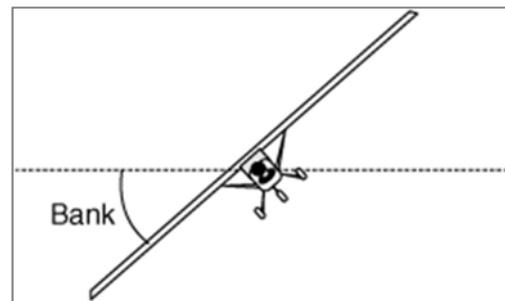


Figure 3(b): The front view of an aircraft banking.

...4/-

- (a). At the position in **Figure 3(b)**, the pilot suddenly changes the aircraft's angle of attack, while maintaining its original forward velocity and thrust to maintain a level turn before this change of α . This change of α causes the lift produced by the aircraft to be equal to its weight. Assess one possible flight scenario that the aircraft is experiencing and calculate its accelerations in the vertical and horizontal directions. Solve the problem by first **understanding the problem** through the FBD and then **strategizing to solve the problem** by formulating the equations of motion of the aircraft in the vertical, horizontal, and radial directions, followed by quantitatively **solving the problem**.

(20 marks)

- (b). If the flight condition in Question 3(a) is not conducive for a level turn, suggest two techniques to achieve a level turn. Calculate the load factor, the turning radius, and the turning rate for both of these cases.

(20 marks)

Bagi kesemua Soalan 1 hingga 3 di bawah, anda dibenarkan untuk menggunakan Kertas Rumusan yang disediakan sendiri seperti yang telah dimaklumkan di dalam kelas. Bagi sebahagian daripada Soalan 2 dan 3, gunakan Prosedur 3-Langkah (Faham, Strategi, Selesai) seperti yang dibincangkan di dalam kelas, di mana diperlukan.

1. Projek Berpasukan telah direka untuk meningkatkan pembelajaran anda berrkenaan bahan kursus dengan menggunakan ilmu yang dipelajari ke atas pesawat sebenar yang telah dipilih oleh pasukan anda untuk menganalisa dan menambahbaik prestasi penerbangannya. Sila berikan perincian teknikal sebanyak mungkin untuk memberikan keaslian kepada jawapan anda (e.g., nama pasukan anda, jenis pesawat, perincian khusus bagi masalah dan penyelesaian, kuantifikasi analisa dan penambahbaikan, dsb.). Terangkan:

(i). Masalah yang pasukan anda ingin selesaikan.

(5 markah)

(ii). Teknik yang digunakan.

(5 markah)

(iii). Penyelesaian yang pasukan anda cadangkan.

(5 markah)

(iv). Penambahbaikan dalam prestasi penerbangan yang pasukan anda jangkakan.

(5 markah)

2. SZD-55-1 adalah sebuah pesawat layar moden berprestasi tinggi (pesawat tanpa enjin). Ia mempunyai berat kasar 500 kg, lebar sayap 15 meter, "aspect ratio" 23.44, dan L/D maksima 44.1 dengan kelajuan optima 119.4 km/h. Andaikan Faktor Kecekapan Oswald adalah 1 bagi pesawat tersebut, dan keadaan paras laut dengan isipadu 1.225 kg/m^3 . Jawab soalan-soalan berikut:



Gambarajah 2: Sebuah SZD-55-1.

- (a). Berapakah nilai pemalar daya seret daya-angkat-sifar bagi pesawat layar itu? Mulakan analisis anda dengan menggunakan gambarajah badan bebas (GBB) untuk **memahami masalah** berkenaan. Terangkan **strategi** anda untuk menyelesaikan masalah tersebut menggunakan persamaan-persamaan yang berkaitan. Jelaskan kiraan anda dan **selesaikan masalah** tersebut.

(20 markah)

- (b). Anggarkan sebaik mungkin kelajuan pesawat dan sudut luncur semasa pesawat menurun pada kadar penurunan minima. (Petunjuk: Ulang-kira andaian anda bagi sudut luncur, bermula dengan sudut yang dikira di atas, untuk menambaikbaik ketepatan jawapan anda.) Jelaskan kiraan anda dan gambarkan keadaan penerbangan di 2(a) dan 2(b) menggunakan gambarajah “hodograph”.

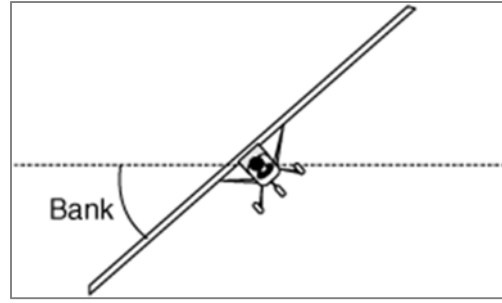
(20 markah)

3. Sebuah pesawat berbilah Cessna 172 Skyhawk [lihat **Gambarajah 3(a)**] sedang melakukan penerbangan pusingan mendatar dengan halaju ke hadapan (V_∞) 220 km/h (bersamaan 61.11 m/s) dan sudut serong ϕ of 40° seperti di dalam **Gambarajah 3(b)**. Ia mempunyai jisim 1111 kg, rentangan sayap 11 m, luas sayap 16.2 m^2 , K bernilai 0.07, dan $C_{D,0}$ sebanyak 0.029. Anggap ketumpatan udara pada paras laut bernilai 1.225 kg/m^3 .

...7/-



Gambarajah 3(a): Sebuah Cessna 172 Skyhawk.



Gambarajah 3(b): Pandangan hadapan pesawat ketika menyerong.

- (a). Pada kedudukan seperti dalam **Gambarajah 3(b)**, juruterbang tiba-tiba mengubah sudut serang pesawat α , sambil mengekalkan nilai asal halaju ke hadapan dan daya tujahnya sebelum perubahan α ini. Perubahan α ini membuatkan daya angkat pesawat menjadi sama dengan beratnya. Nilaikan satu senario penerbangan yang mungkin dialami oleh pesawat tersebut dan kira pecutan menegak dan mendatarnya. Selesaikan masalah ini dengan pertamanya **memahami masalah** ini melalui GBB dan kemudian membina **strategi untuk menyelesaikan masalah** dengan membina formulasi persamaan pergerakan pesawat di dalam arah menegak, mendatar, dan jejari, di ikuti dengan **menyelesaikan masalah** tersebut secara kuantitatif.

(20 markah)

- (b). Jika situasi di dalam Soalan 3(a) tidak kondusif untuk penerbangan pusingan mendatar, cadangkan dua teknik untuk mencapai penerbangan pusingan mendatar. Kirakan faktor beban, jejari pusingan, dan kadar pusingan untuk kedua-dua kes ini.

(20 markah)

- 0000000 -