



First Semester Examination
Academic Session 2018/2019

December 2018/January 2019

ESA366 – Flight Performance
[Prestasi Penerbangan]

Duration : 2 hours
(Masa : 2 jam)

Please check that this examination paper consists of **NINE (9)** pages of printed material, and **THREE (3)** questions before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** 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]

1. Your Integrated Team Project (ITP) was designed to enhance your learning of the course materials by applying the knowledge learned onto a real aircraft chosen by your group to analyze and improve its flight performance. Based on your own ITP, please answer the following questions:

(a). Describe the problem that your team aimed to solve, the solution that your team recommended, and the improvement in flight performance that your team predicted. Please give as much technical details as possible to bring authenticity into your answer (e.g., the type of aircraft, specific details of the problems and solutions, quantifications of the analysis and improvement, etc.).

(10 marks)

(b). Without giving your name, describe your roles and contributions, and the analysis you have done in the project. For this question also, please give technical or specific details to support your descriptions.

(10 marks)

(c). If you were to do this project again, what would you have done differently to improve the flight performance further in solving the same problem that you have described in Part (a) above? Why do you think these changes will result in improved flight performance compared to your previous solution?

(10 marks)

2. After taking off with a speed of 150 knot (77.2 m/s) at the KL International Airport in Malaysia, an Airbus A380 aircraft climbs at a constant angle of 16 degrees. At one instant during the climb at an altitude still near the sea level (where the air density is about 1.225 kg/m^3), its total mass is 532720 kg and its forward speed is 300 knot (154.3 m/s), while accelerating at 0.5 m/s^2 . The aircraft has a zero-lift drag coefficient of 0.015, and an Oswald's efficiency factor e of 0.85. Its wings have a total surface area of 845 m^2 spanning 79.8 m. Please determine its key flight parameters (lift, drag, thrust, C_L , C_D , and C_L/C_D). Solve this problem by answering the questions below:

(a). State the essential condition of the flight by drawing its full 2D Free Body Diagram (FBD), deriving its Equations of Motion (EoM), and clarifying what these drawing and equations mean. Justify your assumptions to further simplify the EoM.

(10 marks)

(b). Strategize how you would solve the problem by explaining the steps that you will take to solve the problem, based on information provided by the FBD and EoM above.

(10 marks)

(c). Solve the problem by calculating the aircraft's flight parameters at that instance. How much thrust is being used for climbing, and for accelerating?

(10 marks)

The F1D ultra-light balsawood-based airplane with a total weight of about 2 grams is the pinnacle of indoor flight drifting with a very slow motion of about 0.5 m/s, powered by a 0.4 gram single-string rubber-band. The plane has a considerable size with a wing span of 55 cm despite its ultra-light weight. The world record of a single flight has been set at more than 40 minutes!



3. In one indoor flight competition, you are using a different balsawood-based airplane with a weight of 14 grams, with its propeller powered by a mini battery capable of providing a constant power throughout the flight. To achieve the best flight with a circular path in a confined room, you normally control the plane to fly gently at about 2 m/s. The plane has a wing span of 60 cm, an aspect ratio of 5.4, a zero-lift drag coefficient of 0.008, and an Oswald's efficiency factor e of 0.92.

The aim of the competition is to fly with the maximum flight time using a single battery. If you are given the option to fly your plane in two different square halls – a small hall with a width of 10 meter or a large hall with a width of 20 meter – where would you fly your plane? Solve this problem by answering the questions below. (Hint: minimize the energy consumed from the battery!)

- (a). State the essential condition of the flight by drawing its full 3D Free Body Diagram (FBD), deriving its Equations of Motion (EoM), and clarifying what these drawing and equations mean. Justify your assumptions to further simplify the EoM.

(15 marks)

- (b). Strategize how you would solve the problem by explaining the steps that you will take to solve the problem, based on information provided by the FBD and EoM above. In this problem, you also need to solve for the aircraft's banking angle and the thrust produced by the propeller.

(10 marks)

- (c). Solve the problem by completing the steps suggested in Part (b) to calculate the aircraft's banking angle and thrust, and to prove which room provides a better opportunity to fly longer. What is your estimated percentage of improvement in flight performance between the two rooms? Please comment on your answer.

(15 marks)

1. *Projek Berpasukan Bersepadu (PBP) 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. Berdasarkan PBP anda, sila jawab soalan-soalan berikut:*

(a). *Terangkan masalah yang pasukan anda ingin selesaikan, penyelesaian yang pasukan anda cadangkan, dan penambahbaikan dalam prestasi penerbangan yang pasukan anda jangkakan. Sila berikan perincian teknikal sebanyak mungkin untuk memberikan keaslian kepada jawapan anda (e.g., jenis pesawat, perincian khusus bagi masalah dan penyelesaian, kuantifikasi analisa dan penambahbaikan, dsb.).*

(10 markah)

(b). *Tanpa memberikan nama anda, terangkan peranan dan sumbangan anda, dan analisa yang telah anda laksanakan di dalam projek tersebut. Bagi soalan ini juga, sila berikan perincian teknikal atau khusus untuk menyokong penerangan anda.*

(10 markah)

(c). *Jika anda perlu membuat projek ini lagi, apakah kelainan yang akan anda lakukan untuk menambahbaik prestasi pesawat dengan lebih lagi di dalam menyelesaikan masalah yang sama di dalam Bahagian (a) di atas? Kenapa anda fikirkan yang kelainan ini akan menghasilkan prestasi pesawat yang lebih baik berbanding penyelesaian asal?*

(10 markah)

2. Setelah berlepas dengan kelajuan 150 knot (77.2 m/s) di Lapangan Terbang Antarabangsa KL di Malaysia, sebuah pesawat Airbus A380 mendaki dengan sudut daki malar sebanyak 16 darjah. Pada satu masa semasa mendaki di ketinggian yang masih hampir dengan ketinggian paras laut (di mana ketumpatan udara ialah lebih kurang 1.225 kg/m^3), jisim keseluruhannya ialah 532720 kg dan kelajuannya ialah 300 knot (154.3 m/s), sambil memecut pada 0.5 m/s/s . Pesawat tersebut mempunyai pemalar daya seret tanpa-daya-angkat 0.015, dan faktor kecekapan Oswald 0.85. Sayapnya mempunyai jumlah permukaan seluas 845 m^2 dengan kelebaran 79.8 m. Sila tentukan parameter penerbangan utamanya (daya angkat, daya seret, daya tujah, CL , CD , dan CL/CD). Selesaikan masalah ini dengan menjawab soalan-soalan di bawah:

(a). Nyatakan keadaan penting penerbangan tersebut dengan melukiskan keseluruhan "2D Free Body Diagram (FBD)", menerbitkan Persamaan Pergerakan (PP), dan menjelaskan makna yang disampaikan oleh lukisan dan persamaan ini. Jelaskan andaian anda untuk meringkaskan PP ini.

(10 markah)

(b). Berikan strategi bagaimana anda akan menyelesaikan masalah ini dengan menerangkan langkah-langkah yang akan di ambil, berdasarkan maklumat yang diberikan oleh FBD dan PP di atas.

(10 markah)

(c). Selesaikan masalah tersebut dengan mengira parameter penerbangan pesawat pada ketika itu. Berapa banyak daya tujahkah yang digunakan untuk mendaki, dan untuk memecut?

(10 markah)

Pesawat balsawood Ultra-Ringan F1D dengan keseluruhan berat sebanyak 2 gram merupakan rekabentuk tahap tertinggi bagi pesawat dalaman yang terbang dengan amat perlahan selaju 0.5 m/s, yang dijana oleh segelung getah seberat 0.4 gram. Pesawat tersebut mempunyai sayap yang agak besar dengan kelebaran 55 cm walaupun ringan. Rekod dunia bagi satu penerbangan mencecah lebih daripada 40 minit!



3. Di dalam satu pertandingan penerbangan, anda menggunakan sebuah pesawat jenis balsawood yang lain dengan berat 14 gram, dengan bebilah kipasnya dijana oleh bateri mini yang boleh memberikan kuasa yang sama sepanjang penerbangan. Untuk mencapai penerbangan terbaik berbentuk lingkaran bulat di dalam sebuah bilik tertutup, anda biasanya mengawal pesawat tersebut untuk terbang dengan perlahan pada 2 m/s. Pesawat tersebut mempunyai kelebaran sayap sebanyak 60 cm, nisbah aspek 5.4, pemalar daya seret tanpa-daya-angkat 0.008, dan faktor kecekapan Oswald 0.92.

Tujuan pertandingan tersebut ialah untuk terbang selama mungkin dengan menggunakan satu bateri sahaja. Jika anda diberi pilihan untuk terbangkan pesawat anda di dalam dua dewan segiempat tepat yang berlainan – sebuah dewan kecil selebar 10 meter atau sebuah dewan besar selebar 20 meter – di manakah anda akan terbangkan pesawat anda? Selesaikan masalah ini dengan menjawab soalan-soalan di bawa. (Petunjuk: minimakan tenaga yang digunakan daripada bateri!)

- (a). Nyatakan keadaan penting penerbangan tersebut dengan melukiskan keseluruhan “3D Free Body Diagram (FBD)”, menerbitkan Persamaan Pergerakan (PP), dan menjelaskan makna yang disampaikan oleh lukisan dan persamaan ini. Jelaskan andaian anda untuk meringkaskan PP ini.

(15 markah)

- (b). *Berikan strategi bagaimana anda akan menyelesaikan masalah ini dengan menerangkan langkah-langkah yang akan di ambil, berdasarkan maklumat yang diberikan oleh FBD dan PP di atas. Di dalam masalah ini, anda juga perlu selesaikan sudut serong pesawat dan daya tujah yang dihasilkan oleh bebilah kipasnya.*

(10 markah)

- (c). *Selesaikan masalah ini dengan melengkapkan langkah-langkah yang anda cadangkan di dalam Bahagian (b) untuk mengira sudut serong dan daya tujah pesawat, dan untuk membuktikan bilik mana yang akan memberikan peluang yang lebih baik untuk pesawat anda terbang dengan lebih lama. Apakah anggaran peratusan penambahbaikan dari segi prestasi penerbangan di antara kedua-dua bilik ini? Sila berikan komen kepada jawapan anda.*

(15 markah)

- 0000000 -