
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2014/2015 Academic Session

December 2014 / January 2015

EBS 238/3 – Fluid Mechanics *[Mekanik Bendalir]*

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains ELEVEN printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEBELAS muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper consists of SEVEN questions.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.]

Instruction: Answer FIVE questions. If a candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

[Arahan: Jawab LIMA soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

The answers to all questions must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

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

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

1. [a] Discuss in detail the experimental work done by Osborne Reynolds in characterizing fluid flow. With an aid of a sketch, interpret the importance of the experimental results.

Bincangkan dengan terperinci kerja eksperimen yang telah dilakukan oleh Osborne Reynolds dalam mencirikan aliran bendalir. Dengan bantuan lakaran, berikan interpretasi kepentingan keputusan eksperimen tersebut.

(20 marks/markah)

- [b] Define Reynolds number (Re) and suggest what Re represents physically. Explain how Re is related to critical velocity of a fluid. Give TWO reasons why the determination of Re is important in the evaluation of fluid flow characteristics.

Berikan definisi number Reynolds (Re) dan berikan cadangan apakah yang diwakili oleh Re secara fizikal. Terangkan bagaimana Re berkaitan dengan halaju kritikal bendalir. Berikan DUA sebab mengapa penentuan Re adalah penting dalam penilaian ciri-ciri aliran bendalir.

(30 marks/markah)

- [c] Malaysia Engineering University is planning a wind-tunnel to be built in one of their laboratory. The wind-tunnel utilizes a large single-speed fan, built at the start of the circular tunnel. The tunnel is initially 1.5 m in diameter, with an average wind speed of 30 km/h. Calculate what would be the tunnel diameters respectively, if velocities of 20 km/h, 14 km/h and 10 km/h need to be attained. Calculate as well what would be the flow rates (in m^3/s) for each tunnel section.

Universiti Kejuruteraan Malaysia sedang merancang pembinaan sebuah terowong angin dalam salah sebuah makmal mereka. Terowong angin ini menggunakan sebuah kipas besar satu kelajuan, dibina di permulaan terowong bulat tersebut. Terowong tersebut mempunyai diameter 1.5 m pada mulanya, dengan halaju purata angin 30 km/j. Kirakan diameter terowong masing-masing, jika halaju 20 km/j, 14 km/j dan 10 km/j perlu dicapai. Kirakan juga apakah kadar aliran (dalam m^3/s) bagi setiap seksyen terowong tersebut.

(50 marks/markah)

2. [a] Explain what is described by Bernoulli's principle. Give the equation that represents Bernoulli's incompressible flow.

Terangkan apa yang digambarkan oleh prinsip Bernoulli. Berikan persamaan yang mewakili aliran tidak termampat Bernoulli.

(20 marks/markah)

- [b] Bernoulli's equation is always combined with continuity equation to solve many problems relating to fluid mechanics. Consider Figure 1 as follows:

Persamaan Bernoulli selalu digabungkan dengan persamaan kesinambungan bagi menyelesaikan banyak masalah berkaitan dengan mekanik bendalir. Pertimbangkan Rajah 1 seperti berikut:

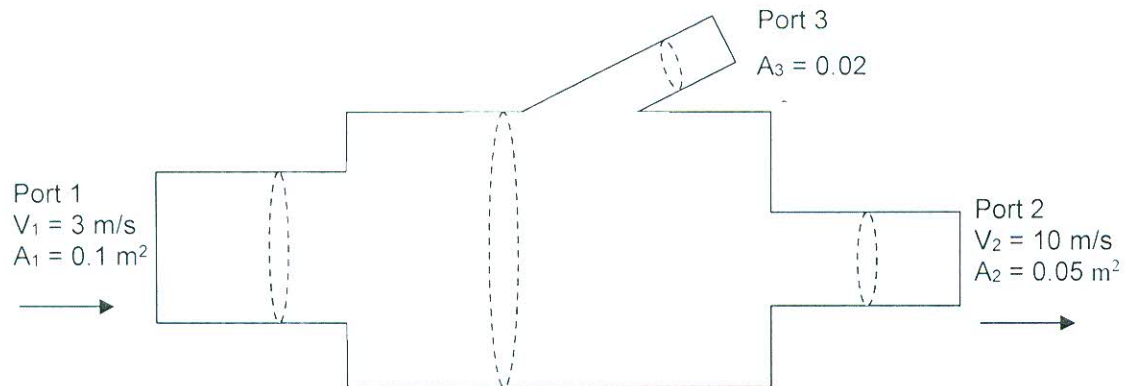


Figure 1 - Device that diverts flow of fluid into different sections

Rajah 1 - Alat yang mengalihkan aliran bendalir kepada seksyen berbeza

- (i) If the flow is steady and incompressible, calculate the flow rate magnitude and direction at Port 3.

Jika aliran adalah mantap dan tidak termampat, kirakan magnitud dan arah kadar aliran di Port 3.

- (ii) If V_2 is reduced by half, calculate what would happen at Port 3.

Jika V_2 dikurangkan sebanyak separuh, kirakan apa yang berlaku di Port 3.

- (iii) What can you conclude from (ii)?

Apakah yang dapat disimpulkan dari (ii)?

(35 marks/markah)

[c] Consider Figure 2 as follows:

Pertimbangkan Rajah 2 seperti berikut:

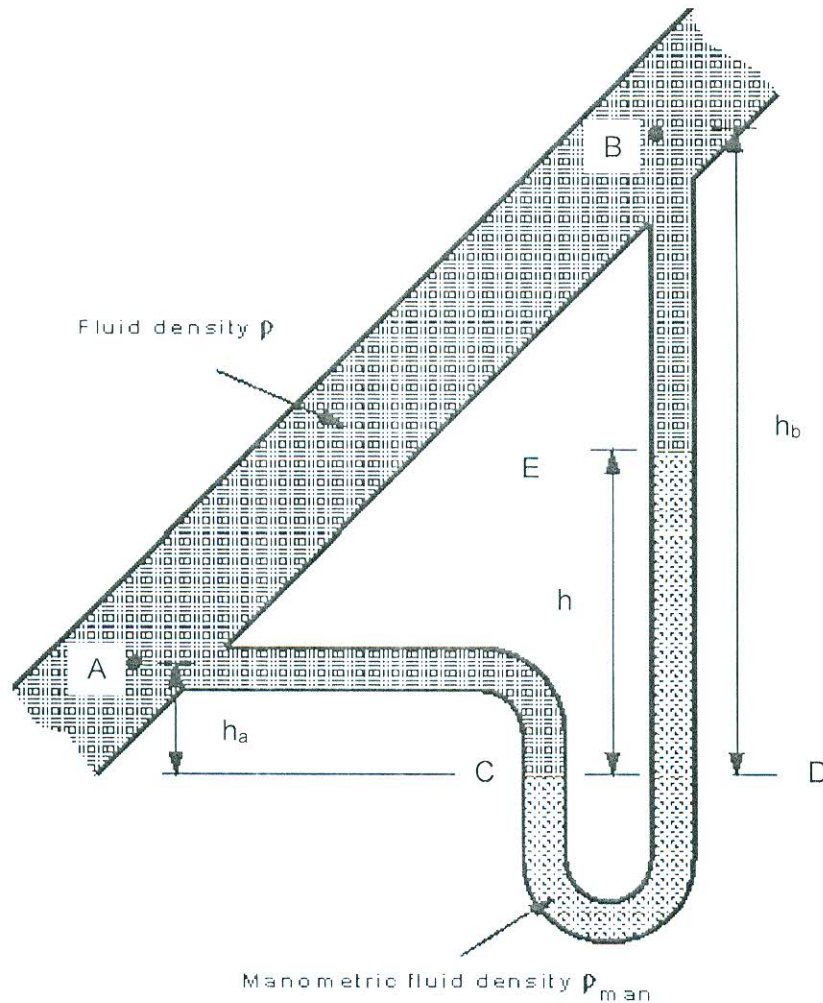


Figure 2 - A simple manometric setup

Rajah 2 - Sebuah aturan manometrik mudah

Formulate equations which represent pressures at points A, B, C, D and E, respectively, using the information given in Figure 2.

Berikan formulasi persamaan yang mewakili tekanan pada titik-titik A, B, C, D dan E masing-masing, menggunakan maklumat yang diberikan dalam Rajah 2.

(15 marks/markah)

...6/-

- [d] A type of oil with viscosity of 1.44 kg/ms and specific gravity of 0.9 was flowed in a pipe with a diameter of 25 mm with a length of 3 m. Velocity of the fluid is 0.2% of its critical velocity. At critical velocity, the Re value is equal to 2500. Calculate the height needed to maintain the flow in the fluid.

Sejenis minyak dengan kelikatan 1.44 kg/ms dan graviti tentu 0.9 telah dialirkan dalam sebatang paip yang berdiameter 25 mm dengan panjang 3 m. Halaju cecair ini adalah 0.2% dari halaju genting. Pada kelajuan genting, nilai Re adalah bersamaan dengan 2500. Hitung ketinggian yang diperlukan untuk mengekalkan aliran bendalir ini.

(30 marks/markah)

3. [a] The Hagen-Poiseuille theory provides an important equation for laminar flow in circular pipes. State the said equation and list the assumptions made.

Teori Hagen-Poiseuille menyediakan persamaan yang penting bagi aliran lamina dalam paip bulat. Nyatakan persamaan tersebut dan senaraikan andaian-andaian yang dibuat.

(20 marks/markah)

- [b] Derive the Hagen-Poiseuille equation for laminar flow in circular pipes.

Terbitkan persamaan Hagen-Poiseuille bagi aliran lamina dalam paip bulat.

(50 marks/markah)

- [c] A laboratory apparatus, consisting of a horizontal pipe with a diameter of 4 cm was used to approximate the viscosity of crude oil ($\rho = 0.89 \text{ t/m}^3$). A pressure difference of 2.15 t/m^2 , 1.75 t/m^2 and 1.50 t/m^2 , respectively, were obtained from three test runs, using two pressure gages located 3.5 m apart on the pipe. Oil is allowed to discharge into a weighing tank, and a total of a tonne of oil is collected for after 3 minutes. Determine the average viscosity of the oil.

Sebuah peralatan makmal, terdiri dari sebuah paip mendatar dengan garis pusat 4 cm telah digunakan untuk menganggar kelikatan minyak mentah ($\rho = 0.89 \text{ t/m}^3$). Perbezaan tekanan sebanyak 2.15 t/m^2 , 1.75 t/m^2 dan 1.50 t/m^2 masing-masing, telah diperolehi dari tiga aliran ujikaji, menggunakan dua tolok tekanan yang terletak 3.5 m di antara satu sama lain pada paip tersebut. Minyak telah dibenarkan keluar ke dalam sebuah tangki pemberat, dan sejumlah satu tan minyak telah dikumpulkan selepas 3 minit. Tentukan kelikatan purata minyak tersebut.

(30 marks/markah)

4. [a] Define range of the Reynolds number in
- (i) Laminar flow
 - (ii) Unpredictable flow
 - (iii) Turbulent flow

Berikan lingkungan nombor Reynolds dalam

- (i) *Aliran Laminar*
- (ii) *Aliran tidak terjangka*
- (iii) *Aliran turbulen*

(30 marks/markah)

- [b] Calculate the maximum volume flow rate of fuel oil at 45°C at which the flow will remain laminar in a 100-mm-diameter pipe. For the fuel oil, use $sg = 0.895$ and dynamic viscosity = $4.0 \times 10^{-2} \text{ Pa}\cdot\text{s}$.

Hitungkan kadar alir isipadu minyak bahan api pada 45°C di mana aliran dikekalkan laminar dalam paip berdiameter 100 mm. Bagi minyak bahan api, gunakan $sg = 0.895$ dan kelikatan dinamik = $4.0 \times 10^{-2} \text{ Pa}\cdot\text{s}$.

(70 marks/markah)

5. [a] Identify the following open-channel flows:

Kenalpastikan aliran saluran terbuka berikut:

Froude numbers	Open-Channel Flows
$Fr < 1$	
$Fr = 1$	
$Fr > 1$	

(15 marks/markah)

- [b] Compute the hydraulic radius for a circular drain pipe running half full if its inside diameter is 300 mm.

Hitungkan jejari hidrolik bagi longkang paip bulat yang separuh penuh jika diameter dalamnya berukuran 300 mm.

(25 marks/markah)

- [c] Water is flowing as shown in the Figure below, under the sluice gate in a horizontal rectangular channel that is 5 m wide. The depth y_1 and y_2 are 2.5 m and 10 cm, respectively. The horizontal distances between locations 1, 2, and 3 are sufficiently short that rapidly varied flow conditions can be assumed to occur. Determine the following:
- The discharge.
 - The depth downstream of the jump at location 3.
 - The power lost in the hydraulic jump.

Air mengalir seperti ditunjukkan dalam gambarajah di bawah pagar sluice dalam suatu saluran segi-empat melintang dengan lebar 5 m. Kedalaman y_1 dan y_2 adalah 2.5 dan 10 cm masing-masing. Jarak melintang antara lokasi 1, 2 dan 3 adalah cukup pendek untuk membuat andaian bahawa aliran berubah laju berlaku. Tentukan berikut:

- Discaj*
- Kedalaman lonjatan aliran bawah pada lokasi 3*
- Kehilangan kuasa dalam lonjatan hidrolik tersebut.*



(60 marks/markah)

6. [a] Name three Simple Piping System.

Namakan tiga jenis sistem paip ringkas.

(15 marks/markah)

- [b] Briefly describe pumps and turbines.

Terangkan pam dan turbin secara ringkas.

(10 marks/markah)

- [c] Determine the flow distribution of water in the parallel piping system shown in the Table below by using and **filling up the given table**:

Kirakan dan isikan taburan aliran air bagi sistem paip selari berikut dalam jadual yang ditunjukkan di bawah:

(75 marks/markah)

$$Q_{in} = 600 \text{ L/min}$$

Pipe	L (m)	D (mm)	f(mm)	ΣK
1	30	50	0.020	3
2	40	75	0.025	5
3	60	60	0.022	1

Pipe	L_{eq}	R	Q
1			
2			
3			

7. [a] Name, describe and give an example used in daily life for each pump category.

Namakan, terangkan dan berikan satu contoh yang digunakan setiap hari bagi setiap kategori pam.

(30 marks/markah)

- [b] Using Euler turbomachine equation, prove that

$$\dot{W} = \rho \omega \dot{V} r (V_j - r \omega) (1 - \cos \beta)$$

for a Pelton wheel turbine.

Gunakan persamaan Euler mesinturbo, buktikan

$$\dot{W} = \rho \omega \dot{V} r (V_j - r \omega) (1 - \cos \beta)$$

bagi sebuah turbin roda Pelton.

(70 marks/markah)