

**SULIT**

---



First Semester Examination  
Academic Session 2018/2019

December 2018/January 2019

**EAH221 – Fluids Mechanics for Civil Engineers  
(Mekanik Bendalir untuk Jurutera Awam)**

Duration : 3 hours  
(Masa : 3 jam)

---

Please check that this examination paper consists of **FOURTEEN (14)** pages of printed material including appendix before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **EMPAT BELAS (14)** muka surat yang bercetak termasuk lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

**Instructions** : This paper contains **SIX (6)** questions. Answer **FIVE (5)** questions.

**Arahan** : Kertas ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan.]

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

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

...2/-

**SULIT**

(1). (a). Describe the two types of viscosity as follow:  
*Terangkan dua jenis kelikatan yang berikut:*

(i). Dynamic viscosity

*Kelikatan dinamik*

(ii). Kinematic viscosity

*Kelikatan kinematik*

[4 marks/markah]

(b). A liquid has a relative density of 0.82 and a kinematic viscosity of 2.3 m<sup>2</sup>/s at 20°C. Calculate the following;

*Satu cecair mempunyai ketumpatan relatif 0.82 dan kelikatan kinematik 2.3 m<sup>2</sup>/ s pada 20°C. Kirakan yang berikut;*

(i). Unit weight

*Berat tentu*

(ii). Dynamic viscosity in Pa.s

*Kelikatan dinamik dalam Pa.s*

[4 marks/markah]

- (d). A U tube manometer is used to measure the pressure in a pipeline, which is above the atmospheric pressure as shown in **Figure 1**. The right limb of the manometer contains mercury with a specific gravity of 13.6, and is open to the atmosphere. The contact between water and mercury is in the left limb of the manometer.

*Satu tiub manometer U digunakan untuk mengukur tekanan di dalam sebuah talian paip, yang mempunyai tekanan melebihi tekanan atmosfera seperti dalam **Rajah 1**. Tiang kanan manometer mengandungi raksa dengan graviti tentu 13.6 yang terbuka pada atmosfera. Tempat sentuhan di antara air dalam dan raksa adalah pada tiang kiri manometer.*

- (i). Determine the pressure of water in the pipeline, if the difference in the level of mercury in the limbs of the U-tube is 12 cm and the free level of mercury is levelled with the centre of the pipeline.

*Tentukan tekanan air dalam talian paip, jika perbezaan dalam aras raksa di antara kedua-dua tiang ialah 12 cm dan aras bebas raksa adalah selaras dengan garis tengah talian paip.*

- (ii). If the pressure of water in the pipeline is reduced by 9.81 kN, calculate the new difference in the level of mercury.

*Jika tekanan air dalam talian paip dikurangkan sebanyak 9.81 kN, kirakan perbezaan baru aras raksa.*

[12 marks/markah]

...4/-

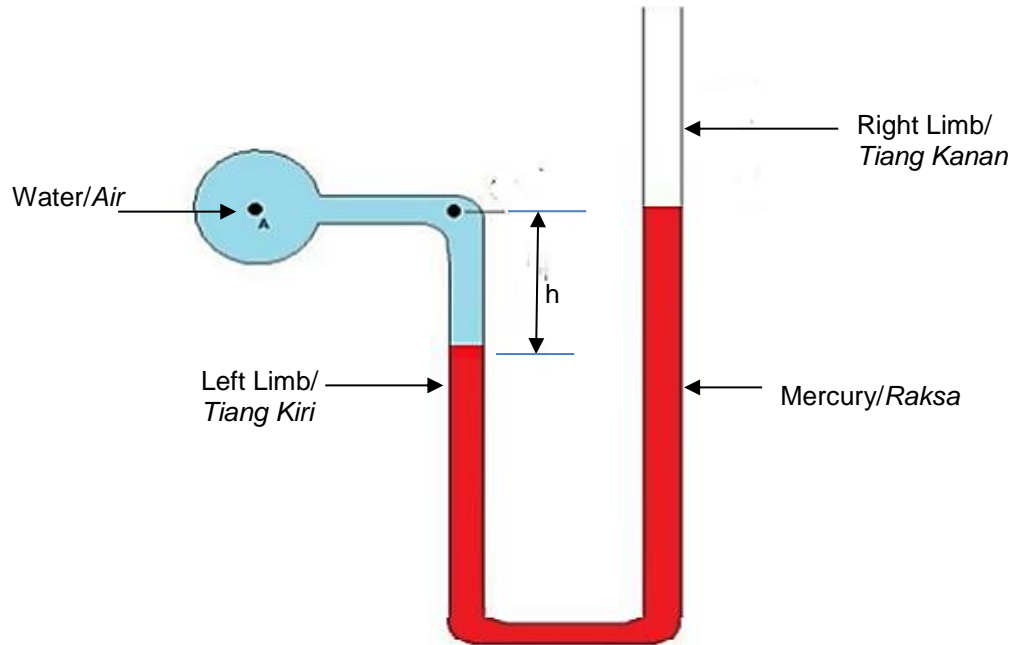


Figure 1/Rajah 1

- (2). (a). With an aid of a diagram, describe **THREE (3)** conditions of equilibrium for a floating body.

*Dengan berbantuan rajah, nyatakan **TIGA (3)** syarat keseimbangan bagi sebuah jasad terapung.*

[6 marks/markah]

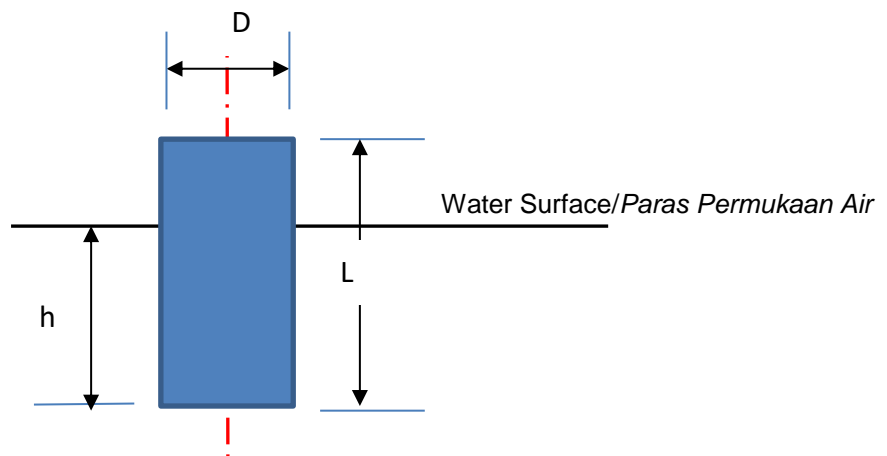
- (b). A wooden circular cylinder with specific gravity of 0.65, height ( $L$ ) and diameter ( $D$ ) is required to float in an oil with a specific gravity of 0.93 as shown in **Figure 2**. Determine the height/diameter ( $L/D$ ) ratio for the cylinder to float with its longitudinal axis vertical in the oil.

*Sebuah silinder kayu bulat mempunyai graviti tentu 0.65, ketinggian ( $L$ ) dan garispusat ( $D$ ) perlu terapung dalam minyak dengan graviti tentu 0.93 seperti dalam **Rajah 2**. Tentukan nisbah tinggi/garispusat ( $L/D$ ) bagi silinder tersebut untuk terapung dengan paksi membujur tegak dalam minyak.*

Given Moment of inertia of circular plan about central axis  $I = \frac{\pi D^4}{64}$

*Diberi Momen inersia pelan bulat di paksi tengah  $I = \frac{\pi D^4}{64}$*

[8 marks/markah]

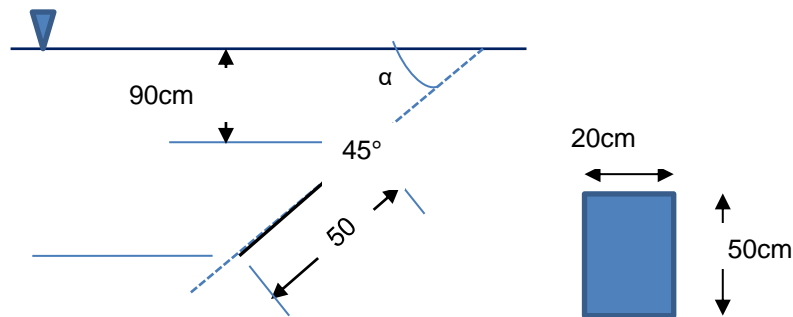


**Figure 2/Rajah 2**

- (c). A rectangular plate of 20 cm x 50 cm is immersed in water so that the top part of the plate is at 90 cm from the water surface. The angle of the plate is  $45^\circ$  from the free surface. Determine the total force due to the water acting on the plate and the vertical distance of the centre of pressure below the water surface.

*Sebuah plat segi empat tepat 20 cm x 50 cm direndam dalam air supaya bahagian atas plat ialah 90 cm daripada permukaan air. Sudut plat ialah  $45^\circ$  daripada permukaan air. Kira jumlah daya yang bertindak ke atas plat dan jarak menegak bagi pusat tekanan di bawah permukaan air.*

[6 marks/markah]



**Figure 3/Rajah 3**

- (3). (a). A firefighter is holding a nozzle of a fire hose for extinguishing a fire. Will the nozzle be pushed toward him or away from him? Explain and link it with the principle of momentum.

*Seorang ahli bomba memegang muncung hos api untuk memadamkan kebakaran. Adakah muncung akan ditolak ke arahnya atau jauh darinya? Jelaskan dan hubungannya dengan prinsip momentum.*

[5 marks/markah]

...7/-

- (b). Water flows through a Y-shape horizontal pipe system consisting of a main pipe and two branches as shown in **Figure 4**. The velocity at the main pipe is 3 m/s and its diameter is 20 cm. Each branch is 10 cm in diameter and makes a  $30^\circ$  angle from the main pipe. The pressure in the main pipe is  $196.2 \text{ kN/m}^2$  and the flow is divided equally between the two branches. Calculate the magnitude and direction of the force acting on the Y-shape connection.

Air mengalir melalui sebatang paip mendatar berbentuk Y yang terdiri dari sebatang paip utama dan dua cabang seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 4**. Halaju pada paip utama adalah 3 m/s dan diameternya ialah 20 cm. Setiap cabang berdiameter 10 cm dan mencapah pada sudut  $30^\circ$  dari paip utama. Tekanan dalam paip utama adalah  $196.2 \text{ kN/m}^2$  dan alirannya dibahagikan sama rata di antara dua cabang tersebut. Hitung magnitud dan arah daya yang bertindak pada sambungan bentuk Y.

[15 marks/markah]

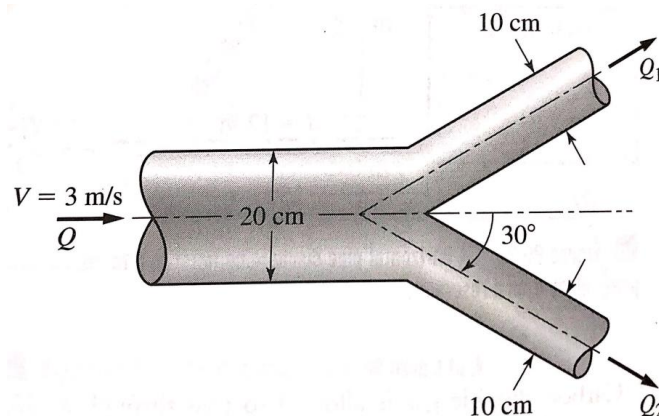


Figure 4/Rajah 4

4. (a). Define the continuity equation and determine its relationship with the principle of conservation of mass.

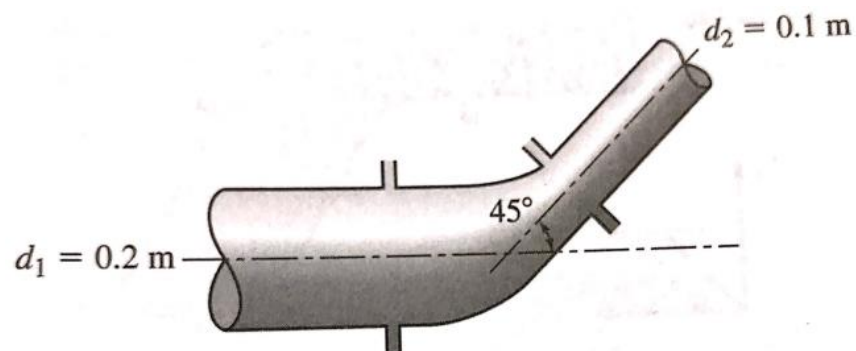
*Terangkan persamaan kesinambungan dan nyatakan hubungannya dengan prinsip pemuliharaan jisim.*

[4 marks/markah]

- (b). The angle of a horizontal bend reducer with the inlet diameter of 20 cm and end diameter of 10 cm is  $45^\circ$  as shown in **Figure 5**. The discharge through the bend is 100 L/s and the pressure head at the inlet is 10 m of water. Assuming there is no friction loss, determine the force required to hold the bend in place.

*Sudut sebuah liku pengecil mendatar yang mempunyai diameter alur masuk 20 cm dan diameter alur keluar 10 cm ialah  $45^\circ$ , seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 5**. Aliran melalui liku tersebut adalah 100 L/s dan turus tekanan di alur masuk adalah 10 m air. Dengan mengandaikan tiada kehilangan geseran, tentukan daya yang diperlukan untuk memegang liku pengecil mendatar di tempatnya.*

[8 marks/markah]



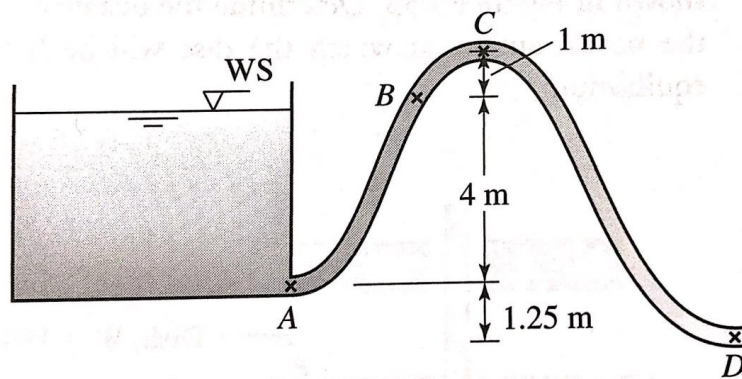
**Figure 5/Rajah 5**



- (c). A 15 cm diameter pipe is fitted to a water tank as shown in **Figure 6**. The nozzle is 5 cm in diameter at the end of the pipe (point D) and discharges into atmosphere. Calculate the flow rate and the pressure at A, B and C by neglecting all losses in the pipe and nozzle.

*Paip berdiameter 15 cm dipasang ke tangki air seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 6**. Muncung ialah 5 cm diameter di hujung paip tersebut (titik D) dan dilepaskan ke atmosfera. Kirakan kadar aliran dan tekanan pada A, B dan C dengan mengabaikan semua kehilangan dalam paip dan muncung.*

[8 marks/markah]



**Figure 6/Rajah 6**

- (5). (a). Drag forces are affected by the fluid viscosity acting on a surface body. Explain the boundary layer concept acting on a flat plate and with the aid of a diagram, distinguish the resulting boundary layers at different Reynolds' number.

Show the following:

*Daya seret dipengaruhi oleh kelikatan cecair yang bertindak pada badan permukaan. Terangkan konsep lapisan sempadan yang bertindak ke atas plat rata dan dengan menggunakan bantuan sebuah gambarajah, bezakan lapisan sempadan yang terhasil pada nombor Reynolds yang berbeza.*

*Tunjukkan perkara berikut:*

- (i). Boundary layer thickness,  
*Ketebalan lapisan sempadan,*
- (ii). Free stream velocity, and  
*Halaju aliran bebas, dan*
- (iii). Wall shear stress on the body  
*Tegasan ricih dinding pada jasad*

[6 marks/markah]

- (b). Hydrofoils are often attached to boats in order to provide additional lift force and reduce the drag force that is acting on the boat. Consider a hydrofoil travelling in sea at a speed of 12 m/s. The hydrofoil is 0.35 m in length and is 1.75 m wide. Estimate:

*Hidrofoil sering dilekatkan pada kapal untuk memberi daya angkatan tambahan dan mengurangkan daya seretan yang bertindak ke atas kapal. Pertimbangkan sebuah hidrofoil yang bergerak dalam laut pada kelajuan 12 m/s. Hidrofoil tersebut adalah 0.35 m panjang dan lebar 1.75 m. Anggarkan*

- (i). The boundary layer thickness at the end of the plate  
*Ketebalan lapisan sempadan pada hujung plat*
- (ii). The friction drag for turbulent smooth-wall flow from the leading edge  
*Serangan geseran untuk aliran lancar halus bergelora dari pinggir hadapan*
- (iii). The friction n drag for transitional flow with  $Re = 3 \times 10^6$   
*Serangan geseran untuk aliran peralihan dengan  $Re = 3 \times 10^6$*

*Given/Diberi,*

$$\rho = 1.025 \text{ kg/m}^3 \quad \text{and/dan} \quad \nu = 1.05 \times 10^{-6}$$

[7 marks/markah]

- (c). Drag forces act on a body immersed in liquid. Consider a square pile immersed 4.5 m deep in the sea. It is given that the flow in the sea is 2 m/s and the pile is 1.25 m wide. Estimate the bending exerted by the flow on the bottom of the pile.

*Daya seretan bertindak pada badan yang direndam dalam cecair. Pertimbangkan satu cerucuk segiempat sama yang tenggelam sedalam 4.5 m di dalam laut. Diberi bahawa aliran di laut adalah 2 m/s dan cerucuk adalah 1.25 m lebar. Anggarkan lenturan yang dikenakan oleh aliran di bahagian bawah cerucuk.*

Diberi/Given,

$$M_o \approx \frac{FL}{2} \quad \text{and/dan} \quad S_L = \frac{M_o y}{I}$$

[7 marks/markah]

- (6). (a) Venturi meter flow measurement instrument is used to measure flowrate through a pipe using Bernoulli's Theory. Describe the mechanism of a venturi tube. By applying Bernoulli theorem and continuity equation, prove that:

*Meter venturi adalah instrumen pengukuran yang digunakan untuk mengukur kadar alir melalui paip menggunakan Teori Bernoulli. Terangkan mekanisme tiub venturi. Dengan menggunakan Teori Bernoulli dan persamaan kesinambungan, buktikan bahawa:*

$$Q_{actual} = C_d A_1 A_2 \sqrt{\frac{2g \left[ \frac{p_1 - p_2}{\rho g} + (z_1 - z_2) \right]}{(A_1 - A_2)^2}}$$

[12 marks/markah]

...13/-

- (b). Weirs are overflow structures that alters flow in order to determine volumetric flowrate. Consider a rectangular channel with a broad-crested weir, carrying  $150 \text{ m}^3/\text{min}$  of water at a depth of  $0.8 \text{ m}$ . The channel is  $6 \text{ m}$  wide. Determine the height of the rectangular weir that must be installed to double the initial height of the water in the channel. Assume the discharge coefficient of the broad-crested weir as  $0.65$ . Given,

*Empang limbah adalah struktur limpahan yang mengubah aliran untuk menentukan kadar alir volumetrik. Pertimbangkan saluran segi empat tepat dengan empang limbah puncak lebar, membawa  $150 \text{ m}^3 / \text{min}$  air pada kedalaman  $0.8 \text{ m}$ . Saluran itu adalah  $6 \text{ m}$  lebar. Tentukan ketinggian empang limbah segiempat tepat yang mesti dipasang untuk menggandakan ketinggian awal air dalam saluran. Anggapkan pekali kadar alir empang limbah puncak lebar sebagai  $0.65$ . Diberikan,*

$$Q = C_{w,broad} b \sqrt{2g} \left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} \left(H + \frac{V_1^2}{2g}\right)^{3/2}$$

[8 marks/markah]

APPENDIX/ LAMPIRAN

Physical Properties of Water (SI Units)<sup>a</sup>

Temperature (°C)	Density, $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Specific Weight <sup>b</sup> , $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Dynamic Viscosity, $\mu$ (N·s/m <sup>2</sup> )	Kinematic Viscosity, $\nu$ (m <sup>2</sup> /s)	Surface Tension <sup>c</sup> , $\sigma$ (N/m)	Vapor Pressure, $p_v$ [N/m <sup>2</sup> (abs)]	Speed of Sound <sup>d</sup> , $c$ (m/s)
0	999.9	9.806	1.787 E - 3	1.787 E - 6	7.56 E - 2	6.105 E + 2	1403
5	1000.0	9.807	1.519 E - 3	1.519 E - 6	7.49 E - 2	8.722 E + 2	1427
10	999.7	9.804	1.307 E - 3	1.307 E - 6	7.42 E - 2	1.228 E + 3	1447
20	998.2	9.789	1.002 E - 3	1.004 E - 6	7.28 E - 2	2.338 E + 3	1481
30	995.7	9.765	7.975 E - 4	8.009 E - 7	7.12 E - 2	4.243 E + 3	1507
40	992.2	9.731	6.529 E - 4	6.580 E - 7	6.96 E - 2	7.376 E + 3	1526
50	988.1	9.690	5.468 E - 4	5.534 E - 7	6.79 E - 2	1.233 E + 4	1541
60	983.2	9.642	4.665 E - 4	4.745 E - 7	6.62 E - 2	1.992 E + 4	1552
70	977.8	9.589	4.042 E - 4	4.134 E - 7	6.44 E - 2	3.116 E + 4	1555
80	971.8	9.530	3.547 E - 4	3.650 E - 7	6.26 E - 2	4.734 E + 4	1555
90	965.3	9.467	3.147 E - 4	3.260 E - 7	6.08 E - 2	7.010 E + 4	1550
100	958.4	9.399	2.818 E - 4	2.940 E - 7	5.89 E - 2	1.013 E + 5	1543

<sup>a</sup>Based on data from *Handbook of Chemistry and Physics*, 69th Ed., CRC Press, 1988.

<sup>b</sup>Density and specific weight are related through the equation  $\gamma = \rho g$ . For this table,  $g = 9.807 \text{ m/s}^2$ .

<sup>c</sup>In contact with air.

<sup>d</sup>Based on data from R. D. Blevins, *Applied Fluid Dynamics Handbook*, Van Nostrand Reinhold Co., Inc., New York, 1984.

Laminar	Turbulent
$\frac{\delta}{x} \approx \frac{5.0}{Re_x^{1/2}} \text{ for } 10^3 < Re_x < 10^6$	$\frac{\delta}{x} \approx \frac{0.16}{Re_x^{1/7}} \text{ for } 10^6 < Re_x$
$C_D = \frac{2D(L)}{\rho U^2 bL} = \frac{1.328}{Re_L^{1/2}} = 2c_f(L)$	$C_D = \frac{2D}{\rho U^2 bL} = \frac{0.031}{Re_L^{1/7}} = \frac{7}{6}c_f(L)$

Transitional
$C_D \approx \frac{0.031}{Re_L^{1/7}} - \frac{1440}{Re_L} \text{ for } Re_{trans} = 5 \times 10^5$
$C_D \approx \frac{0.031}{Re_L^{1/7}} - \frac{8770}{Re_L} \text{ for } Re_{trans} = 3 \times 10^5$

-oooOOOooo-