
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2014/2015 Academic Session

June 2015

EAH225/3 – Hydraulics **[Hidraulik]**

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please check that this examination paper consists of **ELEVEN (11)** pages of printed material including **ONE (1)** appendix before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEBELAS (11)** muka surat yang bercetak termasuk **SATU (1)** 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.]

All questions **MUST BE** answered on a new page.

*[Semua soalan **MESTILAH** dijawab pada muka surat baru.]*

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

[Sekiranya terdapat percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]

1. (a) Blue Ocean water treatment plant plans to install a horizontal circular pipe of 40 mm diameter, 750 m long from sedimentation tank to reservoir. If the dynamic viscosity, ($\mu = 1.14 \times 10^{-3} \text{ N.s.m}^{-2}$) and the absolute pipe roughness is 0.00008 m, calculate the head loss due to friction and the power required to maintain flow in horizontal circular pipe flows at a rate: (a) 4.0 litres min^{-1} ; (b) 30 litres min^{-1} .

Loji rawatan air Blue Ocean merancang untuk memasang satu paip bulat berdiameter 40 mm sepanjang 750 m dari tangki penganapan ke kawasan tadahan. Jika pekali kelikatan dinamik ialah $\mu = 1.14 \times 10^{-3} \text{ N.s.m}^{-2}$ dan kekasaran paip mutlak ialah 0.00008 m, Kira kehilangan turus disebabkan geseran dan tenaga diperlukan untuk mengekalkan aliran pada kadar air: (a) 4.0 liter min^{-1} ; (b) 30 liter min^{-1} .

[10 marks/markah]

- (b) Water at 30°C flows turbulently through a pipe of a diameter 30 cm in a submersible pump. If the centre line velocity of the pipe is 2.0 m/s and the velocity at a point 10 cm from the center of a pipe is 1.6 m/s, calculate, (i) the discharge, (ii) the co-efficient of friction, (iii) the average height of roughness projections, dan (iv) the wall shear stress, of the pipe.

Air bersuhu 30°C mengalir secara bergelora menerusi paip berdiameter 30 cm di dalam sebuah pam tenggelam. Jika halaju garis tengah paip ialah is 2.0 m/s dan halaju pada jarak 10 cm dari titik tengah paip ialah 1.6 m/s, tentukan; (i) Kadar alir; (ii) Pekali geseran; (iii) ketinggian purata unjuran kekasaran; dan (iv) tekanan dinding ricih untuk paip tersebut.

[10 marks/markah]

2. (a) Differentiate between major losses and minor losses in a piping system. How would both losses relate to energy equation.

Bezakan antara kehilangan utama dan kehilangan kecil di dalam sistem paip. Bincangkan bagaimana kedua-kedua kehilangan tersebut boleh dikaitkan dengan persamaan tenaga.

[5 marks/markah]

- (b) As shown in **Figure 1**, the pipes 1, 2, and 3 lengths are 600 m (30 cm-diameter), 250 m (20-cm-diameter) and 500m (25-cm diameter) respectively. The new galvanized iron pipes ($e = 0.15$ mm) are conveying 20°C water. Determine the flow rate in the piping system if h is 10 m.

*Merujuk kepada **Rajah 1**, Panjang paip 1, 2 dan 3 masing2 adalah 600 m (diameter 30 sm), 250 m (diamter 20 sm) dan 500 m (diameter 25 sm). Paip besi bergalvani ($e = 0.15$ mm) mengalirkan air pada suhu 20°C . Tentukan kadar aliran dalam paip jika h adalah 10 m.*

[15 marks/markah]

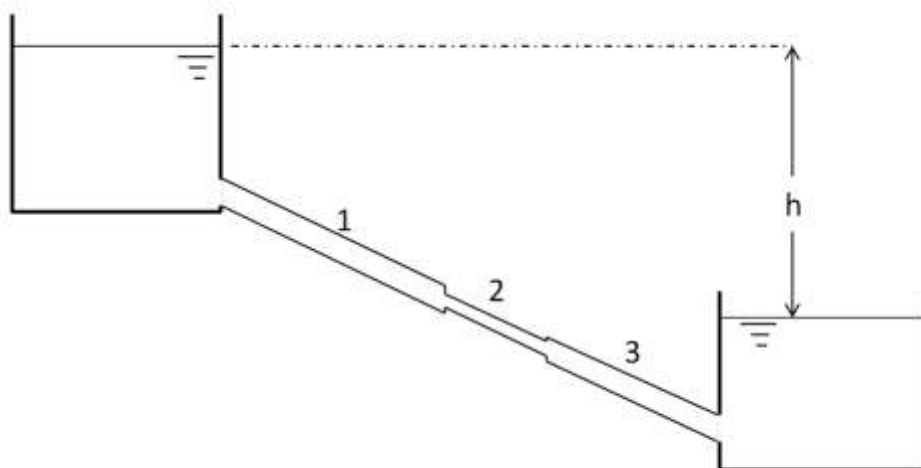


Figure 1/Rajah 1

3. (a) Discuss the relationships between friction factors and Reynold numbers for laminar and turbulent flows.

Bincangkan hubungan di antar faktor kekasaran dan nombor Reynolds untuk aliran laminar dan gelora.

[5 marks/markah]

- (b) Three pipes A, B and C are interconnected as shown in **Figure 2**. The characteristics of these pipes are shown in Table 1. Determine the flow rate of water in each pipes by neglecting minor losses.

*Tiga batang paip A, B and C saling bersambungan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2. Ciri-ciri paip ini adalah seperti dalam **Jadual 1**. Tentukan kadar alir dalam setiap paip dengan mengabaikan kehilangan kecil.*

[15 marks/markah]

Table 1/Jadual 1: Pipe characteristics

Pipe/Paip	Diameter/ Garispusat(mm)	Length/ Panjang (m)	Friction Factor/Faktor Geseran (f)
A	150	700	0.020
B	100	500	0.032
C	200	1300	0.024

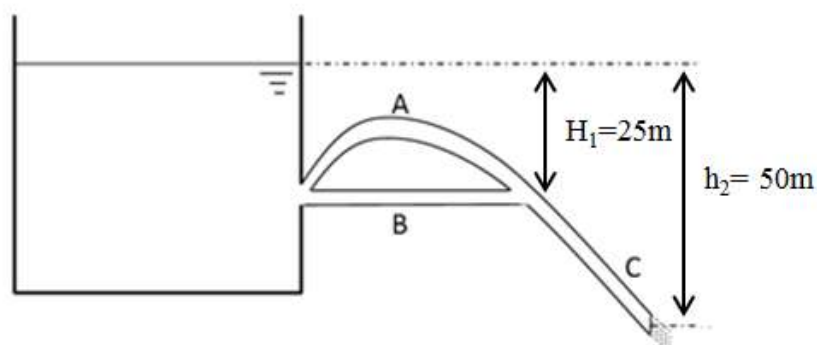


Figure 2/Rajah 2

4. (a) A 1 : 6 scale model of a passenger car is tested in a wind tunnel based on either Reynolds or Froude Number. The prototype velocity is 60 km/h. Derive similarity concept for prototype and model, if the model drag force is 250 N what is the drag force and the power required to overcome the drag in prototype. The air in the model and prototype can be assumed to have the same properties.

Satu model berskala 1 : 6 kereta penumpang diuji dalam terowong angin berdasarkan Reynolds dan Nombor Froude. Terbitkan konsep persamaan untuk prototaip dan model jika halaju prototaip ialah 60 km/jam. Jika daya seretan model adalah 250 N apakah daya seretan dan kuasa yang diperlukan untuk mengatasi seretan dalam prototaip. Udara di dalam model dan prototaip boleh dianggap mempunyai sifat yang sama.

[12 marks/markah]

- (b) For laminar flow in a pipe, the drop in pressure Δp is a function of the pipe length L , its diameter D , mean velocity of flow V and the dynamic viscosity μ . Using Raleigh's method, develop an expression for Δp .

Bagi aliran laminar di dalam paip, kejatuhan tekanan Δp adalah fungsi kepada panjang paip L , garis pusat D , min halaju aliran V dan kelikatan dinamik μ . Dengan menggunakan kaedah Raleigh's, bangunkan satu ungkapan untuk Δp .

[8 marks/markah]

5. (a) **Figure 3** shows an open-channel flow in a rectangular channel with constant width B . The angle between the channel and the horizontal datum is represented by θ . The depth and average velocity of the flow at an arbitrary location along the channel is represented by h and V respectively. With g as the gravitational acceleration and α as the energy correction coefficient, answer the following questions:

Rajah 3 menunjukkan aliran terbuka di dalam sebuah terusan yang lebarnya diwakili oleh B dan tetap di sepanjang terusan. Sudut di antara lantai terusan dan garis datum diwakili oleh θ . Kedalaman dan halaju purata aliran diwakili oleh h dan V di sepanjang terusan. Dengan g sebagai pecutan graviti dan α sebagai pekali tenaga, jawab soalan-soalan berikut:

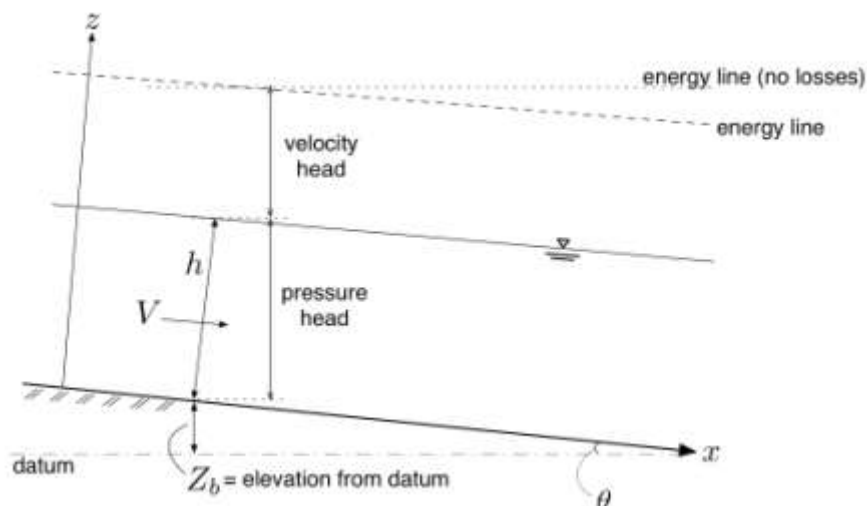


Figure 3/Rajah 3

- (i) Express the pressure head in terms of h and θ .

Tuliskan sebutan turus tekanan dalam sebutan h dan θ .

[2 marks/markah]

- (ii) Express the velocity head in terms of V , α and g .

Tuliskan sebutan turus halaju dalam sebutan V , α dan g .

[2 marks/markah]

- (iii) Express specific energy, H_o using your answer in (i) and (ii)

Tuliskan tenaga spesifik dengan menggunakan jawapan di (i) dan (ii)

[2 marks/markah]

- (b) Boss defines critical flow depth h_c as the flow depth when the specific energy H_o is minimum under constant flow discharge Q . By using this definition, prove that $h_c = (q^2/g)^{1/3}$ in the case of horizontal channel $\theta = 0$ and assuming $\alpha = 1$. Subsequently, show that the minimum specific energy $H_{o_{min}}$ can now be expressed as $H_{o_{min}} = (3/2)h_c$.

Boss telah memberi takrifan kedalaman kritikal h_c sebagai kedalaman air di mana nilai tenaga spesifik H_o adalah minimum dan nilai kadar alir Q adalah tetap. Berdasarkan definisi ini, tunjukkan bahawa $h_c = (q^2/g)^{1/3}$ dalam kes terusan yang mendatar $\theta = 0$ serta dengan anggapan bahawa $\alpha = 1$. Justeru itu, tunjukkan juga bahawa tenaga spesifik $H_{o_{min}}$ boleh ditulis sebagai $H_{o_{min}} = (3/2)h_c$

[5 marks/markah]

- (c) If $\theta = 0$, draw the graph of h versus H_o under constant discharge Q and label location of h_c and $H_{o_{min}}$. Describe how will the graph change in the case of steep slope where the value of $\cos \theta$ is no longer close to 1.

Jika $\theta = 0$, lukis graf h lawan H_o dalam keadaan kadar alir Q yang tetap dan label lokasi h_c dan $H_{o_{min}}$. Terangkan bagaimana graf akan berubah sekiranya cerun terusan adalah curam dan nilai $\cos \theta$ tidak lagi hampir dengan 1.

[5 marks/markah]

- (d) If the width of the channel $B = 1m$ and flow discharge is $Q = 10m^3s^{-1}$, calculate the critical depth of the flow in a horizontal channel. Assume that $\beta = 1$ and $g = 10ms^{-2}$. Calculate the minimum specific energy $H_{o_{min}}$.

Jika diberi bahawa lebar terusan ialah $B = 1m$ dan kadar alir ialah $Q = 10m^3s^{-1}$, kira kedalaman kritikal dalam kes terusan mendatar. Anggap $\beta = 1$ dan $g = 10ms^{-2}$. Kira tenaga spesifik minimum $H_{o_{min}}$.

[4 marks/markah]

6. (a) With the aid of a diagram, explain briefly the following terms; critical slope, steep slope and mild slope.

Dengan menggunakan gambarajah yang sesuai, terangkan secara ringkas terma-terma berikut; cerun kritikal, cerun curam dan cerun sederhana.

[6 marks/markah]

- (b) Based on **Figure 3** and by using energy equation, we can express the water surface profile in ordinary differential equation (ODE) as in Equation 1:

Berdasarkan Rajah 3 dan dengan menggunakan prinsip keabadian tenaga, profil permukaan air boleh diwakili oleh persamaan 1 dalam bentuk persamaan pembezaan biasa (ODE).

$$\frac{dh}{dx} = \frac{i_o - i_f + \frac{\alpha Q^2}{gA^3} \frac{\partial A}{\partial x}}{\cos \theta - \frac{\alpha Q^2}{gA^3} \frac{\partial A}{\partial h}} \quad \text{Equation 1}$$

Given, $i_o = \sin \theta = -dZ_B/dx$ is the channel's slope, Q is the flow discharge, A is the flow sectional area, g is the gravitational acceleration and α is the energy correction coefficient.

Diberikan, $i_o = \sin \theta = -dZ_B/dx$ ialah kecerunan lantai terusan, Q ialah kadar aliran, A ialah luas keratan aliran, g ialah pecutan gravity dan α ialah pekali tenaga.

If B is constant along x and $\alpha \approx 1$, show that by using Manning's equation to define energy gradient i_f , Equation (1) can be written in the form of Equation (2) for the case of wide channel (hydraulic radius $R \approx h$) and rectangular channel ($A = Bh$).

Sekiranya B adalah tetap sepanjang x dan $\alpha \approx 1$, tunjukkan bahawa persamaan (1) boleh ditulis dalam bentuk persamaan (2) dengan menggunakan persamaan Manning untuk mentakrif cerun tenaga i_f dalam kes terusan yang lebar (jejari hidraulik $P \approx h$) dan berbentuk segiempat ($A = Bh$).

$$\frac{dh}{dx} = \tan \theta \frac{1 - \left(\frac{h_0}{h}\right)^{10/3}}{1 - \left(\frac{h_c}{h}\right)^3}$$

Equation 2

[4 marks/markah]

- (c) Draw **Figure 4** onto your answer sheet and draw the possible surface profiles under given control points labeled 1, 2 and 3 as shown in **Figure 4**. Control points are points where the flow depths are known. In your drawing, label the flow profile type (M1, M2, etc.), and the arrow showing the direction of surface profile tracking.

Lukis **Rajah 4** ke atas kertas jawapan anda dan seterusnya lukis profil permukaan air di mana titik kawalan berlabel 1,2 dan 3 diberi seperti dalam **Rajah 4**. Titik kawalan ialah titik di mana kedalaman air diketahui. Dalam lukisan anda, label jenis profil permukaan air (M1, M2 atau lain-lain) dan juga anak panah yang menunjukkan arah jejak permukaan.

[10 marks/markah]

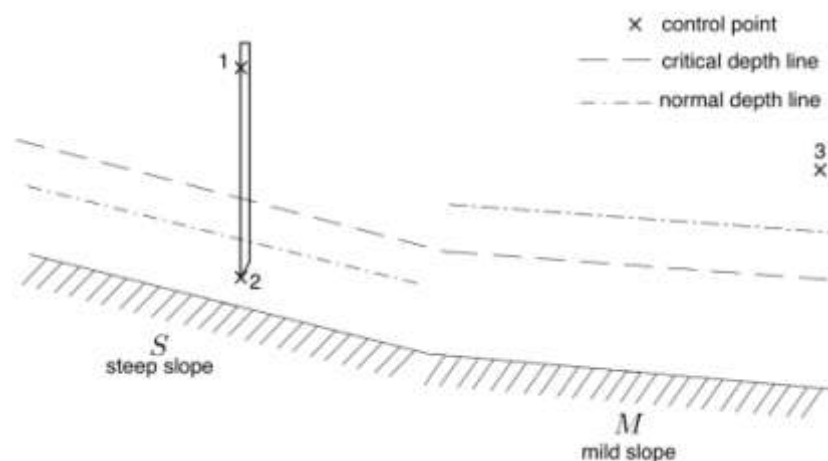
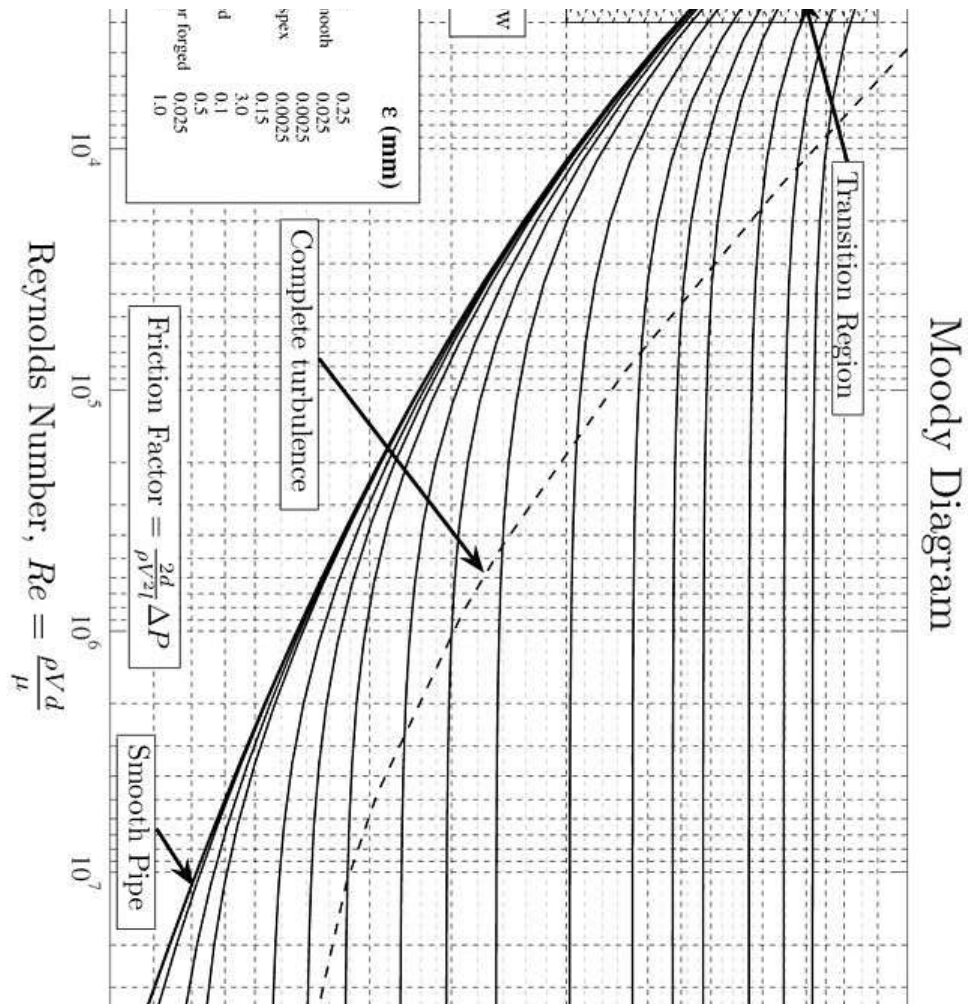


Figure 4/Rajah 4

APPENDIX/LAMPIRAN



Moody Diagram: Resistance coefficient f versus Re
 Carta Moody: Pekali Rintangan f melawan Re