

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Supplementary Semester Examination  
Academic Session 2010/2011

June 2011

**IEK 108 – PROCESS FLUID MECHANICS**  
**[MEKANIK BENDALIR PROSES]**

Duration: 3 hours  
*Masa: [3 jam]*

---

Please check that this examination paper consists of TEN pages of printed material before you begin the examination.

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

**Instructions:** Answer FIVE questions. You may answer the questions either in Bahasa Malaysia or in English.

**Arahan:** Jawab LIMA soalan. Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

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

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

1. (a) A horizontal smooth pipe consists of 15 m of 20-cm pipe followed by 90 m of 60-cm pipe with an abrupt change of cross section at the junction. Water at 15°C enters the smaller pipe with a velocity of 5.5 m/s. What is the total frictional head loss?

(60 marks)

- (b) What is the pressure drop in 200 m of horizontal steel pipe 100 mm in diameter when an oil with a viscosity 0.01 kg/m.s and density 910 kg/m<sup>3</sup> flows at 3.0 m/s?

(40 marks)

2. Water is pumped from a reservoir to the top of a storage tank open to the atmosphere at a volumetric flow rate of 0.007 m<sup>3</sup>/s at 25°C. The discharge point of the pipe is 10 m above the water level in the reservoir. The equivalent length of the straight smooth pipe from the reservoir to the tank is 50 m. The diameter of the pipe is 5.0 cm.

- (a) If the efficiency of the pump is 65%, and the electrical energy cost is RM0.20 per kilowatt-hour, what is the daily energy cost for pumping this water?

- (b) What is the pressure difference across the pump?

(100 marks)

3. Spherical coffee extract drops of diameter 400 micron and density 1027 kg/m<sup>3</sup> fall through air at 150°C in a vessel 2 m high. The density and viscosity of air at 150°C are 0.835 kg/m<sup>3</sup> and 2.29 x 10<sup>-5</sup> kg/m.s, respectively. How long does a drop of the coffee extract take to reach the bottom of the vessel?

$$K = D_p [g\rho(\rho_p - \rho)/\mu^2]^{1/3}$$

$$K < 2.6 \text{ Stokes law: } u_t = gD_p^2(\rho_p - \rho)/18\mu$$

$$68.9 < K < 2360 \text{ Newton's law: } u_t = 1.75[gD_p(\rho_p - \rho)/\rho]^{1/2}$$

(100 marks)

4. Water at 20°C flows through a horizontal venturi meter having a throat diameter of 2.5 cm. The diameter of the pipe is 8.0 cm. A mercury-under-water manometer is used to measure the pressure drop over the venturi meter. If the reading of the manometer is 39 cm,

- (a) what is the volumetric flow rate in m<sup>3</sup>/h?

- (b) If the permanent differential loss is 10%, what is the power consumption of the meter?

(100 marks)

5. Using Buckingham's theorem, show that the expression for the power,  $P$ , developed by a hydraulic turbine of diameter,  $d$ , at speed of rotation,  $n$ , operating in a fluid of density  $\rho$  with available head,  $h$ , is  $P = \rho n^3 d^5 f(n^2 d^2 / gh)$ .
- (100 marks)
6. (a) Water flows through a pipe AB 1.2 m in diameter at  $3 \text{ ms}^{-1}$  and then passes through a pipe BC which is 1.5 m in diameter. At C the pipe forks into CD and CE. Branch CD is 0.8 m in diameter and carries one-third of the flow in AB. The velocity in branch CE is  $2.5 \text{ ms}^{-1}$ . Find
- (i) the volume rate of flow in AB
  - (ii) the velocity in BC
  - (iii) the velocity in CD
  - (iv) the diameter of CE
- (b) Water flows through a pipe 25 mm in diameter at a velocity of  $6 \text{ ms}^{-1}$ . Determine whether the flow will be laminar or turbulent given that the dynamic viscosity of water  $1.30 \times 10^{-3} \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$  and its density  $1000 \text{ kgm}^{-3}$ . If oil of specific gravity 0.9 and dynamic viscosity  $9.6 \times 10^{-2} \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$  is pumped through the same pipe at  $6 \text{ ms}^{-1}$ , what type of flow will occur?

(100 marks)

1. (a) Satu paip licin mendatar mengandungi sebahagian paip yang mempunyai diameter 20 cm dan panjang 15 m diikuti dengan bahagian kedua paip besar yang mempunyai diameter 60 cm dan panjang 90 m. Perubahan keratin rentas mendadak berlaku di hujung paip pertama. Air pada 15°C memasuki paip kecil itu pada halaju 5.5 m/s. Apakah jumlah kerugian kepala geseran?

(60 markah)

- (b) Apakah kejatuhan tekanan di dalam satu paip keluli mendatar yang mempunyai panjang 200 m dan diameter 100 mm apabila satu minyak yang berkelikatan 0.01 kg/m.s dan ketumpatan 910 kg/m<sup>3</sup> mengalir di dalamnya pada 3.0 m/s?

(40 markah)

2. Air dipamkan dari satu takungan ke atas satu tangki simpanan terbuka pada kadar aliran volumetric 0.007 m<sup>3</sup>/s pada 25°C. Titik discas paip ialah 10 m ke atas paras air di dalam takungan tersebut. Panjang setara paip lurus licin dari takungan ke tangki ialah 50 m. Diameter paip ialah 5.0 cm.

- (a) jika kecekapan pam ialah 65% dan kos tenaga elektrik ialah RM0.20 per kilowattjam, apakah kos tenaga sehari untuk mengepamkan air tersebut?

- (b) Apakah perbezaan tekanan menyeberangi pam?

(100 markah)

3. Titisan ekstrak kopi sferis yang berdiameter 400 mikron dan ketumpatan 1027 kg/m<sup>3</sup> jatuh menerusi udara pada 150°C di dalam satu bekas tingginya 2 m. Ketmpatan dan kelikatan udara pada 150°C ialah masing-masing 0.835 kg/m<sup>3</sup> dan 2.29 x 10<sup>-5</sup> kg/m.s. Berapa lamakah diperlukan untuk setitisan ekstrak kopi tersebut tiba di dasar bekas tersebut?

$$K = D_p [g\rho(\rho_p - \rho)/\mu^2]^{1/3}$$

$$K < 2.6 \text{ Hukum Stokes: } u_t = gD_p^2(\rho_p - \rho)/18\mu$$

$$68.9 < K < 2360 \text{ Hukum Newton: } u_t = 1.75[gD_p(\rho_p - \rho)/\rho]^{1/2}$$

(100 markah)

4. Air pada 20°C mengalir menerusi satu meter venturi mendatar yang mempunyai diameter kerangkong 2.5 cm. Diameter paip ialah 8.0 cm. Satu manometer merkuri-dibawah-air digunakan untuk mengukur kejatuhan tekanan menyeberangi meter venturi tersebut. Jika bacaan manometer itu ialah 39.0 cm,

- (a) apakah kadar aliran volumetrik dalam unit m<sup>3</sup>/h?

- (b) Jika kerugian tekanan ialah 10%, apakah kuasa diperlukan untuk meter tersebut?

(100 markah)

...5/-

5. Dengan menggunakan teori Buckingham, tunjukkan bahawa persamaan yang mengaitkan kuasa,  $P$ , yang dihasilkan oleh sebuah turbin hidraulik berdiameter,  $d$ , pada kelajuan pusingan,  $n$ , yang beroperasi di dalam bendalir yang mempunyai ketumpatan  $\rho$  dengan tekanan kepala,  $h$ , ialah  $P = \rho n^3 d^5 f(n^2 d^2 / gh)$ . (100 markah)
6. (a) Air mengalir melalui satu paip AB berdiameter 1.2 m pada kelajuan  $3 \text{ ms}^{-1}$  dan kemudian mengalir ke dalam satu paip BC berdiameter 1.5 m. Pada C, paip tersebut bercabang menjadi dua paip: CD dan CE. Paip CD berdiameter 0.8 m dan merangkumi satu pertiga daripada aliran di dalam paip AB. Halaju air di dalam paip CE ialah  $2.5 \text{ ms}^{-1}$ . Kira
- (i) kadar aliran isipadu air di dalam AB
  - (ii) halaju air di dalam BC
  - (iii) halaju air di dalam CD
  - (iv) diameter paip CE
- (b) Air mengalir melalui satu paip berdiameter 25 mm dengan kelajuan  $6 \text{ ms}^{-1}$ . Tentukan aliran tersebut aliran laminar atau turbulen. Kelikatan dinamik air ialah  $1.30 \times 10^{-3} \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$  dan ketumpatan air ialah  $1000 \text{ kgm}^{-3}$ . Jika minyak dengan graviti spesifik 0.9 dan kelikatan dinamik  $9.6 \times 10^{-2} \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$  dialirkan di dalam paip yang sama pada  $6 \text{ ms}^{-1}$ , adakah aliran tersebut laminar atau turbulen?

(100 markah)