
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2004/2005

Mac 2005

EMH 202/3 - DINAMIK BENDALIR

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat dan **ENAM (6)** soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Sila jawab **EMPAT (4)** soalan sahaja.

Jika calon ingin menjawab dalam **Bahasa Inggeris** sekurang-kurangnya **SATU (1)** soalan perlu dijawab dalam **Bahasa Malaysia**.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

- S1. [a] Gunakan konsep isipadu kawalan, bagi menghasilkan sebuah ungkapan kadar aliran isipadu $Q(\text{m}^3/\text{s})$ bagi aliran Newton di dalam paip bulat berjari R pada keadaan lampiran yang mantap.

Use the concept of the control volume, to obtain an expression for the volumetric flow rate $Q(\text{m}^3/\text{s})$ for a Newtonian fluid in a circular pipe of radius R at steady state laminar condition.

(10 markah)

- [b] Cecair Newton mengalir pada keadaan mantap di dalam paip keluli komersial yang panjang 100 m bergaris pusat dalaman 0.053 m. Ketumpatan dan kelikatan cecair masing-masing 1300 kg/m^3 dan 0.01 Pas . Kirakan kadar aliran isipadu $Q(\text{m}^3/\text{s})$ bagi cecair pada julat had atas dan bawah nombor Reynolds bagi hukum $\frac{1}{7}$ Blasius. Jadualkan titik halaju U_x pada pelbagai titik jejari, bagi setiap had nombor Reynolds dan oleh itu, lakarkan garis lengkung agihan halaju bagi setiap limit.

A Newtonian liquid is flowing at steady state, through 100 m long commercial steel pipe of inside diameter 0.053 m. The density and the viscosity of the liquid are 1300 kg/m^3 and 0.01 Pas respectively. Calculate the volumetric flow rate $Q(\text{m}^3/\text{s})$ of the liquid, at the lower and upper limit ranges of Reynolds numbers for Blasius $\frac{1}{7}$ th Rule. Tabulate point velocity U_x for various point radius, for each of the above limits of Reynolds numbers and, hence, sketch the velocity distribution curves for each limit.

(15 markah)

- S2. Lukiskan sebuah isipadu kawalan bagi aliran bendalir di dalam sebuah paip silinder mengufuk. Tunjukkan dimensi (dalam koordinat r , θ dan x) dan kedudukannya dalam bendalir di dalam paip. Senaraikan semua jenis momentum dan daya yang bertindak ke atasnya.

Berikut ialah persamaan, dengan ketumpatan dan kelikatan bendalir malar bagi isipadu kawalan di atas, bagi aliran dalam arah x .

$$\begin{aligned} & \rho \left(\frac{\partial U_x}{\partial t} + U_r \frac{\partial U_x}{\partial r} + \frac{U_\theta}{r} \frac{\partial U_x}{\partial \phi} + U_x \frac{\partial U_x}{\partial x} \right) \\ &= \frac{\partial P}{\partial x} + \mu \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial U_x}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial U_x}{\partial \phi^2} + \frac{\partial^2 U_x}{\partial x^2} \right] + \rho \cdot g_x \end{aligned}$$

Namakan persamaan di atas dan nyatakan sebutan di atasnya.

Draw a control volume for a fluid flowing in a horizontal cylindrical pipe. Show its dimensions (in r , θ and x coordinates) and its location within the fluid in the pipe. Outline all the types of momentum and forces that are acting on it.

The equation for a flow in x direction for the above control volume is given below. Fluid viscosity and density remain constant during the flow.

$$\rho \left(\frac{\partial U_x}{\partial t} + U_r \frac{\partial U_x}{\partial r} + \frac{U_\theta}{r} \frac{\partial U_x}{\partial \phi} + U_x \frac{\partial U_x}{\partial x} \right) \\ = \frac{\partial P}{\partial x} + \mu \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial U_x}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 U_x}{\partial \phi^2} + \frac{\partial^2 U_x}{\partial x^2} \right] + \rho \cdot g_x$$

Name the above equation and identify each term of it.

(25 markah)

- S3. [a] Terangkan konsep kelikatan dinamik dan kinematik bagi bendalir Newton yang diberi.

Explain the concepts of dynamic and kinematic viscosities of a given Newtonian fluid.

(5 markah)

- [b] Lakar dan terangkan tebal lapisan sempadan bagi aliran cecair newton di atas sebuah plat rata dalam keadaan gelora. Diberi;

$$\delta_L = 4.64 \sqrt{\frac{V \cdot X}{V_s}} \quad \text{and} \quad \delta_t = \frac{0.376X}{Re^{0.2}}$$

Disini δ_L dan δ_t ialah tebal lapisan sempadan pada jarak χ_L and χ_t disepanjang plat rata masing-masing bagi aliran lamina dan gelora?

Apakah kesimpulan yang boleh dibuat bagi ketumpatan dan kelikatan malar bendalir disepanjang plat rata, bagi kadar berkesan peningkatan tebal lapisan sempadan bagi aliran gelora relatif kepada aliran lamina?

Sketch and explain the boundary layer thickness for a flow of a Newtonian liquid over a flat plate in turbulent condition. Given,

$$\delta_L = 4.64 \sqrt{\frac{V_\infty x}{U_s}} \quad \text{and} \quad \delta_t = \frac{0.376x}{\text{Re}^{0.2}}$$

where, δ_L and δ_t are the boundary layer thicknesses at a distance x_L and x_t along a flat plate for laminar and turbulent flow respectively?

What conclusion could be made for constant fluid density and viscosity along a flat plate, for the effective rate of increase of thickness of the boundary layer of the turbulent flow relative to that of the laminar flow?

(10 markah)

- [c] Tuliskan nota ringkas (dengan bantuan lakaran) bagi empat fenomena penting yang boleh berlaku semasa aliran bendalir disekitar jasad terendam.

Write a short note with aid of a sketch on four important phenomena that may occur during the flow of fluid around immersed bodies.

(10 markah)

- S4. [a] Takrifkan, halaju bunyi, nombor Mach dan halaju superbunyi bagi bendalir mampat.

Define sonic velocity, Mach number, and supersonic velocity of a compressible fluid.

(10 markah)

- [b] Gas Nitrogen terkandung di dalam sebuah tangki pada tekanan 200 kN/m² dan pada suhu 300K, mengalir mantap pada keadaan adiabatik ke tangki kedua melalui sebuah muncung menumpu mengufuk dengan garis pusat kerongkong 0.05 m. Tekanan di dalam tangki kedua dan pada kerongkong muncung ialah 140 kN/m². Anggapkan aliran tanpa geseran dan keluaran hukum gas unggul, kirakan:

- (i) Kadar aliran nitrogen dalam kg/s.
- (ii) halaju lurus purata dan halaju bunyi pada kerongkong
- (iii) Nombor Mach, M

Diberi persamaan berikut bagi aliran adiabatik gas unggul di dalam muncung menumpu.

$$\dot{M} = A_t \sqrt{\frac{2\gamma P_1 \rho_1 \left(\frac{P_t}{P_1}\right)^{2/\gamma} \left[1 - \left(\frac{P_t}{P_1}\right)^{(\gamma-1)/\gamma}\right]}{(\gamma-1) \left[1 - \left(\frac{A_t}{A_1}\right)^2 \left(\frac{P_t}{P_1}\right)^{2/\gamma}\right]}}$$

Nitrogen gas contained in a large tank at a pressure of 200 kN/m² and at a temperature of 300K, flows at steady state under adiabatic conditions into a second tank through a horizontal converging nozzle with a 0.05 m diameter throat. The pressure in the second tank and at the nozzle throat is 140 kN/m². Assuming frictionless flow and ideal gas law behaviour, calculate:

- (i) The flow rate of nitrogen in kg/s.
- (ii) The mean linear velocity and sonic velocity at the throat
- (iii) Mach number M

Given the following equation for adiabatic flow of an ideal gas in converging nozzle:

$$\dot{M} = A_t \sqrt{\frac{2\gamma P_1 \rho_1 \left(\frac{P_t}{P_1}\right)^{2/\gamma} \left[1 - \left(\frac{P_t}{P_1}\right)^{(\gamma-1)/\gamma}\right]}{(\gamma-1) \left[1 - \left(\frac{A_t}{A_1}\right)^2 \left(\frac{P_t}{P_1}\right)^{2/\gamma}\right]}}$$

(15 markah)

S5. [a] Terangkan perkara-perkara berikut:

- (i) Penghantaran turus oleh sebuah pam.
- (ii) Jumlah turus sedutan positif
- (iii) Ciri-ciri sebuah pam
- (iv) Keadaan operasi normal bagi sebuah pam
- (v) Pam empur dalam Siri dan Selari

Explain the following :

- (i) Head delivered by a pump.
- (ii) Available net positive suction head (ANPSH) of a pump.
- (iii) Characteristic of a pump.
- (iv) The normal operating condition of a pump.
- (v) Centrifugal pumps in series and in parallel.

(15 markah)

- [b] Air pada 15°C dan pada tekanan atmosfera 101 kPa bagi tekanan wap air 1666 Pa, telah dipamkan pada $250 \text{ m}^3/\text{jam}$ dengan sebuah pam empang bergaris pusat 240mm. Abaikan kehilangan di dalam turus sedutan dan pada luahan $250 \text{ m}^3/\text{jam}$, ANSPH bagi empang bergaris pusat 240 mm adalah dianggarkan 7.4 m. Tentukan aras bagi pam empang bergaris pusat 240 mm yang boleh diletakkan di atas permukaan air bagi takungan sedutan tanpa mengalami peronggaan.

Water at 15°C and at atmospheric pressure of 101 kPa of water vapour pressure 1666 Pa, is to be pumped at $250 \text{ m}^3/\text{hr}$ by a 240 mm diameter impeller pump. Neglect losses in the suction head. At a discharge of $250 \text{ m}^3/\text{h}$, the ANPSH for 240 mm diameter impeller is approximately 7.4 meter. Determine the elevation that 240 mm diameter impeller pump can be located above the water surface of the suction reservoir without experiencing cavitations.

(10 markah)

- S6. [a] Berikan maklumat bagi turbin hidraulik dalam pemasangan moden penjanaan kuasa elektrik.

Give an account of hydraulic turbines in modern installations for electrical power generation.

(10 markah)

- [b] Sebuah turbin tindakbalas yang mempunyai pelari berjejari $r_1 = 300 \text{ mm}$ dan $r_2 = 150 \text{ mm}$, beroperasi pada keadaan berikut:

$$Q = 0.057 \text{ m}^3/\text{s}, \quad \omega = 25 \text{ rad/s}, \quad \alpha_1 = 30^{\circ}, \quad V_1 = 6 \text{ m/s}$$

$$\alpha_2 = 80^{\circ} \quad \text{and} \quad V_2 = 3 \text{ m/s}$$

Anggapkan keadaan unggul, tentukan :

- (i) Tork terbekal pada pelari
- (ii) Kuasa bendalir
- (iii) Kuasa penghantar kepada aci
- (iv) Turus pada turbin

Ambil ketumpatan air $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$.