
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2003/2004

Februari / Mac 2004

JNK 321/3 – Mekanik Bendalir II

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat dan **TUJUH (7)** soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Sila jawab **LIMA (5)** soalan sahaja. Calon mestilah menjawab mana-mana **DUA (2)** soalan dari bahagian A dan mana-mana **TIGA (3)** soalan daripada bahagian B.

Jika calon ingin menjawab dalam **Bahasa Malaysia** sekurang-kurangnya **SATU (1)** soalan mesti di jawab dalam Bahasa Inggeris.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

Serahkan **KESELURUHAN** soalan dan jawapan kertas peperiksaan ini kepada Ketua Pengawas di akhir sidang peperiksaan. Pelajar yang gagal berbuat demikian akan diambil tindakan disiplin.

KETUA PENGAWAS : Sila pungut :

- (a) **KESELURUHAN** kertas soalan ini (tanpa diceraikan mana-mana muka surat) dan mana-mana kertas soalan peperiksaan ini yang berlebihan untuk dikembalikan kepada Bahagian Peperiksaan, Jabatan Pendaftar, USM.

Peringatan :

1. Sila pastikan bahawa anda telah menulis angka giliran dengan betul.

Bahagian A

- S1. [a] **Bezakan antara garisan arus dan garisan sama upaya dan tunjukkan bahawa kedua-duanya adalah ortogen antara satu sama lain.**

Distinguish between streamlines and equipotential lines and show that they are orthogonal to each other.

(20 markah)

- [b] **Fungsi arus bagi aliran dua dimensi tak mampat diberikan sebagai:**

$$\psi = -2(x - y)$$

Disini fungsi arus mempunyai unit m^2/s dengan x dan y dalam meter.

- (i) **Adakah persamaan kesinambungan dipatuhi**
 (ii) **Adakah medan aliran adalah tak berputar? Jika ya, dapatkan halaju potensi yang sepadan.**

The stream function for a two-dimensional incompressible flow is given by:

$$\psi = -2(x - y)$$

where the stream function has the units of m^2/s with x and y in meters.

- (i) *Is the continuity equation satisfied?*
 (ii) *Is the flow field irrotational? If so, determine the corresponding velocity potential.*

(20 markah)

- [c] **Kekuatan sebuah dublet $60 m^3/s$ telah tertindih dengan sebuah halaju air seragam $8 m/s$ disepanjang paksi-x positif**

- (i) **Jejari bagi silinder terhasil.**
 (ii) **Tekanan berkurangan daripada titik genangan kepada titik tekanan minimum diatas silinder.**
 (iii) **Tekanan meningkat daripada $x = -\infty$ kepada titik genangan.**

A doublet of strength $60 m^3/s$ is superimposed with a uniform flow of $8 m/s$ of water along positive x -axis. Calculate

- (i) *The radius of the resulting cylinder*
 (ii) *The pressure decrease from the stagnation point to the point of minimum pressure of on the cylinder.*
 (iii) *The pressure increase from $x = -\infty$ to the stagnation point.*

(60 markah)

- S2. [a] **Tuliskan persamaan Navier-Stokes untuk aliran laminar bendalir likat didalam saluran pendek dan tentukan setiap ungkapan didalam persamaan tersebut.**

Write down the Navier-Stokes equations for laminar flow of a viscous fluid in a short duct and identify each term in equations.

(30 markah)

- [b] **Bermula dengan persamaan Navier-Stokes, terbitkan profil halaju untuk aliran penuh laminar mantap yang terbentuk diantara dua plat diletakkan mendatar secara berselari.**

Starting with Navier-Stokes equations, derive the velocity profile for the steady laminar fully developed flow between two fixed horizontal parallel plates.

(30 markah)

- [c] **Gunakan profil halaju diatas, dapatkan perhubungan diantara faktor geseran dan nombor Reynolds sekiranya faktor geseran ditakrifkan sebagai**

$$f = \frac{\tau_o}{\frac{1}{8}\rho V^2}$$

dimana τ_o = tegasan ricih pada dinding

V = halaju purata antara plat

ρ = ketumpatan bendalir

Using the above velocity profile, determine the relation between the friction factor and Reynolds number if the friction factor is defined as

$$f = \frac{\tau_o}{\frac{1}{8}\rho V^2}$$

where τ_o = shear stress at the wall

V = average velocity between the plates

ρ = density of the fluid

(30 markah)

- [d] **Bermula dengan penyelesaian daripada S2[b], tentukan bagaimana profil halaju ditulis didalam bentuk aliran Couette.**

Starting with the solution in Q2[b], indicate how the velocity profile can be written for a Couette flow.

(10 markah)

- S3. [a] Apakah itu lapisan sempadan? Mengapakan ketebalnya dengan jarak dari hujung buku?

What is boundary layer? Why does it thicken with distance from its leading edge?

(20 markah)

- [b] Bermula dengan kamiran Von-Karman, dapatkan ketebalan lapisan sempadan dan pekali geseran kulit dengan menganggap tebanan halaju didalam lapisan sempadan itu sebagai

$$\frac{u}{U_{\infty}} = \frac{y}{\delta}$$

Starting with Von-Karman integral equation, determine the thickness of the boundary layer and the skin-friction coefficient assuming that velocity distribution in the boundary layer to be

$$\frac{u}{U_{\infty}} = \frac{y}{\delta}$$

(40 markah)

- [c] Kirakan seretan dan kuasa yang diperlukan untuk menunda plat lurus licin, tebal 2 m dan panjang 20 m diatas air tenang. Plat licin ini bergerak pada kelajuan malar 10 m/s. kelikatan dinamik air ialah 0.001 Ns/m².

$$C_D = \frac{0.455}{(\log R_e)^{2.58}} \text{ for high Reynolds number}$$

Calculate the drag and the power required to tow a smooth flat plate, 2 m wide and 20 m long through still water. The smooth plate moves with a constant velocity of 10 m/s. Coefficient of dynamic viscosity of water is 0.001 Ns/m².

$$C_D = \frac{0.455}{(\log R_e)^{2.58}} \text{ for high Reynolds number}$$

(40 markah)

- S4. [a] Bezakan diantara jasad tumpul dan jasad bergaris arus.

Distinguish between a bluff body and a streamlined body.

(20 markah)

- [b] Terangkan perkataan seretan tekanan dan seretan geseran.

Explain the terms pressure drag and friction drag.

(20 markah)

- [c] Senaraikan sifat-sifat menonjol aliran laminar dan gelora (contohnya didalam aliran paip).

List the salient features of laminar and turbulent flows (for example in pipe flow).

(20 markah)

- [d] Satu elemen struktur yang dilekatkan pada kapal terbang berdiameter 3.5 cm dan panjang 25 cm. Kapal terbang ini bergerak pada kelajuan 68.5 m/s. Kira daya seretan yang bertindak pada elemen tersebut sebagai silinder bulat dan jasad bergaris arus. Kelikatan kinematik udara ialah $1.5 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$. Anggapkan bahawa pekali seretan untuk silinder tersebut ialah 1.2 dan untuk elemen bergaris arus 0.04 manakala ketumpatan udara ialah 1.2 kg/m^3 .

A structural element attached to an aeroplane is 3.5 cm in diameter and 25 cm long. The plane is traveling at a speed of 68.5 m/s. Calculate the drag force acting on the element as a circular cylinder and as a streamlined body. Kinematic viscosity of air is $1.5 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$. Assume the drag coefficient for the cylinder as 1.2 and for the streamlined element as 0.04 and density of air as 1.2 kg/m^3 .

(40 markah)

Bahagian B

- S5. [a] Bezakan antara aliran boleh mampat dan aliran tak boleh mampat dengan merujuk kepada persamaan keselantaran.

Distinguish between compressible flows and incompressible flows with the reference to continuity equation.

(20 markah)

- [b] Terbitkan hubungan di antara nombor Mach, perubahan halaju dan perubahan luas bagi aliran sama entropi bendalir boleh mampat di dalam salur dengan keratan rentas berubah. Apakah implikasi hubungan ini bagi aliran subsonik dan superbunyi?

Derive a relationship which connects the Mach number, velocity variation and area variation for isentropic flow of a compressible fluid in a duct of variable cross section. What are the implications of this relationship for subsonic and supersonic flow?

(40 markah)

- [c] Satu tiub pitot yang digunakan bagi mengukur tekanan pegun menunjukkan bacaan tolok tekanan 4 kPa pada muncung permukaan kenderaan yang bergerak di dalam udara pada 15°C. Kirakan halaju kenderaan dengan mengandaikan

- (i) aliran sama entropi
(ii) aliran tak boleh mampat.

Andaikan $k_{air} = 1.4$; tekanan atmosfera = 101 kPa; ketumpatan udara pada 15°C = 1.22 kg/m³.

A pitot tube used to measure the stagnation pressure indicate a gauge pressure of 4 kPa at the nose of a surface vehicle traveling in the medium of air at 15°C. Calculate its speed assuming

- (i) *isentropic flow.*
(ii) *Incompressible flow.*

Assume $k_{air} = 1.4$; atmospheric pressure = 101 kPa; density of air at 15°C = 1.22 kg/m³.

(40 markah)

- S6. [a] Lukiskan gambarajah halaju disalur masuk dan salur keluar bagi sebuah pam empur. Tuliskan persamaan Euler dan terangkan kepentingan bagi setiap sebutan.

Draw inlet and exit velocity diagrams for a centrifugal pump. Write Euler's equation and explain the significance of each of the terms.

(40 markah)

- [b] Sebuah pam empur mempunyai pendesak bergaris pusat luar 38 cm dan lebar adalah 1.9 cm. Sudut bilah pada salur keluar ialah 45°. Pam berputar pada 900 ppm dan menghantar pada kadar aliran 59 l/s. Jika kecekapan manometer dan kecekapan keseluruhan pam masing-masing 0.84 dan 0.72, tentukan:

- (i) turus yang dihasilkan
(ii) kuasa yang diperlukan untuk memutar pam.

(Anggapkan aliran masuk ke pendesak secara jejari)

A centrifugal pump has an impeller with outer diameter of 38 cm and width of 1.9 cm. The blade angle at outlet is 45° . The pump rotates at 900 rpm and delivers at flow rate of 59 l/s. If the manometer and overall efficiencies of the pump are 0.84 and 0.72 respectively, determine:

- (i) head produced
 (ii) power required to rotate pump.

(Assume that the flow enters the impeller radially)

(60 markah)

S7. [a] Persamaan turus Euler bagi turbin Pelton diberikan sebagai

$$H_E = \frac{u}{g} [(v_1 - u)(1 - k \cos \theta)]$$

Disini H_E = turus Euler

- u = halaju jejari
 v_1 = halaju jet
 k = pemalar halaju disebabkan oleh geseran
 θ = sudut pesongan timba
 g = kecepatan graviti

Tunjukkan bahawa kecekapan teori maksimum bagi roda Pelton boleh diungkapkan sebagai:

$$\eta_{\max} = \frac{(1 - k \cos \theta)}{2g}$$

Euler's equation for Pelton turbine is given by

$$H_E = \frac{u}{g} [(v_1 - u)(1 - k \cos \theta)]$$

Where H_E = Euler head

- u = peripheral velocity
 v_1 = jet velocity
 k = velocity coefficient due to friction
 θ = deflection angle of bucket
 g = gravity

Show that the maximum theoretical efficiency of Pelton wheel can be expressed as:

$$\eta_{\max} = \frac{(1 - k \cos \theta)}{2g}$$

(40 markah)

[b] Sebuah Pelton turbin menghasilkan 8 MW dengan turus bersih 130 m dan halaju 200 ppm. Perkara-perkara berikut adalah merujuk kepada turbin Pelton:

- (i) Pemalar halaju bagi muncung, $C_v = 0.98$
- (ii) Pemalar halaju, $k = 0.46$
- (iii) Garis pusat jet = 1/9 dari garis roda
- (iv) Kecekapan keseluruhan = 87%

Tentukan:

- (i) halaju jet yang diperlukan
- (ii) garis pusat roda
- (iii) garis pusat jet
- (iv) bilangan jet
- (v) bilangan timba

A pelton turbine develops 8 MW under a net head of 130 m and a speed of 200 rpm. The following particulars refer to the Pelton turbine:

- (i) *Velocity coefficient of the nozzle, $C_v = 0.98$*
- (ii) *Speed ratio, $k = 0.46$*
- (iii) *Jet diameter = 1/9 of the diameter of wheel*
- (iv) *Overall efficiency = 87%*

Determine:

- (i) *Jet velocity required*
- (ii) *Wheel diameter*
- (iii) *Diameter of the jet*
- (iv) *Number of jets*
- (v) *Number of buckets*

(60 markah)