



# KOLEJ UNIVERSITI TEKNOLOGI TUN HUSSEIN ONN

## PEPERIKSAAN AKHIR SEMESTER 1 SESI 2006/2007

MATA PELAJARAN : MEKANIK BENDALIR II  
KOD MATA PELAJARAN : BDA 3023 / BKM 2133 / BKM 3063  
KURSUS : BDP / BKJ  
TARIKH PEPERIKSAAN : NOV 2006  
JANGKA MASA : 3 JAM  
ARAHAN :

1. JAWAB SEMUA SOALAN.
2. SIMBOL YANG DIGUNAKAN MEMPUNYAI TAKRIFAN YANG LAZIM KECUALI JIKA DINYATAKAN SEBALIKNYA.
3. NYATAKAN ANDAIAN YANG DIBUAT BAGI SETIAP SOALAN.

- S1 (a) Taburan halaju  $v_z$  untuk aliran lamina di dalam paip dinyatakan sebagai

$$v_z = \frac{1}{4\mu} \left( \frac{\partial p}{\partial z} \right) (r^2 - R^2)$$

- dengan  $\mu$  = kelikatan dinamik  
 $\partial p / \partial z$  = perbezaan tekanan di sepanjang arah aliran  
 $r$  = jejari setempat di sepanjang keratan rentas paip  
 $R$  = jejari paip

Daripada pernyataan ini, tunjukkan bahawa kadar alir  $Q$  di sepanjang paip boleh dinyatakan sebagai

$$Q = \frac{\pi R^4 \Delta p}{8\mu l}$$

- dengan  $\Delta p$  = kejatuhan tekanan di sepanjang paip  
 $l$  = panjang paip

Seterusnya tunjukkan bahawa halaju titik tengah  $V_C$  dapat dinyatakan sebagai

$$V_C = \frac{R^2 \Delta p}{4\mu l}$$

(8 markah)

- (b) Satu jarum suntikan seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah S1b** akan digunakan untuk menyuntik satu dos insulin kepada seorang pesakit diabetes. Semasa menyuntik, aliran di dalam jarum tersebut tidak boleh mengandungi sebarang gelembung udara kerana dikhuatiri akan memudaratkan pesakit. Untuk mengelak pembentukan gelembung udara di dalam alat ini, aliran perlu lamina sepenuhnya semasa menyuntik. Berdasarkan keadaan ini, tentukan:
- (i) halaju purata aliran maksimum yang dibenarkan untuk aliran kekal sebagai lamina semasa menyuntik;
  - (ii) kadar alir insulin semasa penyuntikan; dan

- (iii) daya maksimum yang dikenakan ke atas ombok untuk mengekalkan aliran pada halaju purata ini.

Diberi ketumpatan dan kelikatan dinamik insulin masing-masing sebagai  $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$  dan  $\mu = 2.0 \times 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$ .

(12 markah)

**S2** Jabatan bomba KLIA menggunakan jet air yang dipacu oleh udara termampat di dalam sebuah tanki seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah S2a**. Jet air ini direkabentuk untuk menghantar air pada kadar alir maksimum  $Q = 60 \text{ m}^3/\text{jam}$ . Sistem paip ini diperbuat daripada getah yang berdiameter  $D = 5 \text{ cm}$  dan kekasaran setara  $\epsilon = 0.01 \text{ mm}$ . Pekali kehilangan kecil turus yang berlaku di dalam sistem ini diberi dalam **Jadual S2a** yang merangkumi kehilangan kemasukan, siku dan muncung. Berdasarkan maklumat yang diberi, tentukan:

- kehilangan utama di dalam paip;
- kehilangan kecil di dalam paip;
- tekanan tolok  $p_A$  yang diperlukan untuk membekalkan air pada kadar alir maksimum;
- pengurangan kejatuhan tekanan di sepanjang paip jika paip getah digantikan oleh paip tembaga dengan  $\epsilon = 0.002 \text{ mm}$ ; dan
- nilai-nilai tekanan pada kedudukan (1), (2), (3) dan (4) dan plotkan nilai-nilai ini melawan panjang paip untuk paip getah.

Diberi ketumpatan dan kelikatan dinamik air masing-masing sebagai  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$  dan  $\mu = 1.12 \times 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$ .

(20 markah)

- S3 (a) Satu keputusan simulasi Pengkomputeran Dinamik Bendalir (CFD) menunjukkan garis arus aliran udara di sekeliling sebuah kenderaan Perodua Myvi (**Rajah S3a**). Garis-garis arus ini diplotkan dengan pemalar-pemalar rangkap arus yang bertambah secara linear. Bersama dengan definisi garis arus dan hubungkaitnya dengan prinsip keabadian jisim, terangkan mengapa jarak di antara garis arus  $\Delta\psi_1$  lebih besar daripada  $\Delta\psi_2$ .

(6 markah)

- (b) Rangkap arus bagi medan aliran dua-dimensi diwakili oleh  $\psi = x^3 - 3y^2x$ . Berdasarkan rangkap arus ini;
- (i) buktikan bahawa medan aliran ini mematuhi prinsip keabadian jisim;
  - (ii) tunjukkan bawa aliran adalah tidak boleh putar dan tentukan rangkap upaya yang terlibat;
  - (iii) kenalpasti titik genangan; dan
  - (iv) plotkan beberapa garis arus bagi medan aliran ini.

(14 markah)

- S4 (a) Satu ujikaji dibuat untuk mengkaji pembentukan lapisan sempadan di atas sekeping plat rata yang mewakili sayap kapal terbang. Plat tersebut yang mempunyai panjang 1.2 m dan lebar 3 m diletakkan secara melintang terhadap aliran di tengah-tengah ruang ujian. Kelajuan udara di dalam ruang ujian terowong angin adalah seragam pada 10 m/s. Tentukan:

- (i) ketebalan lapisan sempadan di hujung plat;
- (ii) daya seret; dan
- (iii) daya seret jika kelajuan udara ditingkatkan kepada 40 m/s.

Diberi ketumpatan dan kelikatan dinamik udara masing-masing sebagai  $\rho = 1.23 \text{ kg/m}^3$  dan  $\mu = 1.80 \times 10^{-5} \text{ Ns/m}^2$ .

(10 markah)

(b) Dalam perlumbaan Cub Prix kebangsaan, penunggang membongkok untuk mengurangkan rintangan angin dan meningkatkan kelajuan motosikal. Sepasukan pelajar kejuruteraan di KUiTTHO ingin mengukur bagaimana posisi tunggangan mempengaruhi kelajuan maksimum motosikal. Selepas beberapa siri ujian terowong angin, keputusan diperolehi dalam bentuk pekali daya seret  $C_D$  bagi tiga posisi tunggangan yang berbeza bersama dengan luas hadapan sepertimana yang ditunjukkan dalam **Rajah S4b**. Tentukan:

- (i) daya seret bagi setiap posisi pada 150 km/j;
- (ii) kuasa yang diperlukan untuk mengatasi daya seret bagi setiap posisi tunggangan; dan
- (iii) terangkan jawapan anda dalam (ii) dan cadangkan satu (1) kaedah untuk mengatasi daya seret aerodinamik.

Diberi ketumpatan udara sebagai  $1.23 \text{ kg/m}^3$ .

(10 markah)

**S5** (a) Sebuah pam empar yang berputar pada kelajuan 1160 rpm mempunyai diameter dalaman pendesak  $d_1 = 0.18 \text{ m}$  dan diameter luaran  $d_2 = 0.33 \text{ m}$ . Lebar bilah bahagian dalam dan luar masing-masing ialah  $b_1 = 0.10 \text{ m}$  dan  $b_2 = 0.08 \text{ m}$ . Sudut-sudut dalaman dan luaran bilah masing-masing ialah  $\beta_1 = 25^\circ$  dan  $\beta_2 = 40^\circ$ . Pam ini berputar pada 1160 rpm. Jika bendalir yang dipam ialah air dan aliran memasuki bilah secara memusat, tentukan:

- (i) kadar aliran;
- (ii) kuasa pam; dan
- (iii) turus.

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

(10 markah)

- (b) Sebuah model pam menghantar air pada suhu  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  dengan kadar alir  $0.05\text{ m}^3/\text{s}$  dan kelajuan  $2400\text{ rpm}$ . Peronggaan mula terjadi apabila tekanan dan halaju masukan masing-masing ialah  $82.7\text{ kPa}$  dan  $6.5\text{ m/s}$ . Tentukan:
- (i) turus sedutan positif bersih (NPSH) untuk pam ini; dan
  - (ii) NPSH yang diperlukan bagi sebuah prototaip yang 4 kali ganda lebih besar dan beroperasi pada  $1000\text{ rpm}$ .

Diberi kelikatan dan tekanan wap air pada  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  masing-masing sebagai  $\rho = 977.8\text{ kg/m}^3$  and  $p_v = 3.116 \times 10^4\text{ N/m}^2$ .

(10 markah)

- S1 (a) The velocity distribution  $v_z$  for laminar flow in pipes is expressed by

$$v_z = \frac{1}{4\mu} \left( \frac{\partial p}{\partial z} \right) (r^2 - R^2)$$

where  $\mu$  = dynamic viscosity  
 $\partial p / \partial z$  = pressure difference along z-axis  
 $r$  = local radius along the cross section of pipe  
 $R$  = radius of pipe

From this expression, show that the flow rate,  $Q$  along the pipe can be expressed by

$$Q = \frac{\pi R^4 \Delta p}{8\mu l}$$

where  $\Delta p$  = pressure drop along the pipe  
 $l$  = length of pipe

Then, show that the maximum velocity  $V_C$  can be expressed by

$$V_C = \frac{R^2 \Delta p}{4\mu l}$$

(8 markah)

- (b) A needle shown in **Rajah S1b** will be used to inject a dose of insulin to a diabetic patient. It is required that while injecting, the flow inside the needle should not contain any air bubble for fear that it will be hazardous to the patient. To avoid bubbles developing in the device, the flow should be fully laminar during injection. Under these conditions, determine:
- the maximum average velocity allowed for flow to remain laminar during injection;
  - the flow rate of insulin during injection; and

- (iii) the maximum force on the piston that is required to maintain the flow at this average velocity.

The density and dynamic viscosity of insulin is given as  $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$  and  $\mu = 2.0 \times 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$  respectively.

(12 markah)

**S2** The KLIA fire department uses water jet which is driven by a pressurized air in a tank as shown in **Rajah S2a**. The water jet is designed to deliver water at a maximum flow rate of  $Q = 60 \text{ m}^3/\text{hr}$ . The piping system is made of rubber with diameter  $D = 5 \text{ cm}$  and equivalent roughness  $\varepsilon = 0.01 \text{ mm}$ . The minor loss coefficients occurring in the system are given in **Jadual S2a** which includes entrance loss, elbows and the water nozzle. From the information given, determine:

- (a) the major losses in the pipe;
- (b) the minor losses in the pipe;
- (c) the gauge pressure  $p_1$  needed to provide the water at the maximum flow rate;
- (d) the reduction in pressure loss along the pipe if the rubber pipes is replaced by brass pipes with  $\varepsilon = 0.002 \text{ mm}$ ; and
- (e) the pressures at locations (1), (2), (3) and (4) and plot these values against the length of pipe for the rubber pipe.

The density and dynamic viscosity of water is given as  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$  and  $\mu = 1.12 \times 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$  respectively.

(20 markah)



- S3** (a) A Computational Fluid Dynamics (CFD) simulation result shows the streamlines of air flow around a Perodua Myvi car (**Rajah S3a**). The streamlines are plotted with linear increment of stream function constants. Along with the definition of streamlines and its relationship with the conservation of mass principle, explain why the distance between streamline  $\Delta\psi_1$  is larger than  $\Delta\psi_2$ .

(6 markah)

- (b) The stream function for a two-dimensional flow field is given by  $\psi = x^3 - 3y^2x$ . From this stream function:

- (i) prove that the flow field satisfies the conservation of mass principle;
- (ii) show that the flow is irrotational and determine the corresponding velocity potential;
- (iii) identify the stagnation point; and
- (iv) plot a few streamlines for this flow field.

(14 markah)

- S4** (a) An experiment has been carried out to investigate the boundary layer growth on a flat plate which represents an aircraft wing. The plate is 1.2 m in length and 3 m in width and is placed horizontal to the flow in the middle of the test section. The air speed in the test section of the wind tunnel is uniform at 10 m/s. Determine:

- (i) the thickness of the boundary layer at the end of the flat plate;
- (ii) the drag force; and
- (iii) the drag force if the wind speed is increased to 40 m/s.

The density and dynamic viscosity of air is given as  $\rho = 1.23 \text{ kg/m}^3$  and  $\mu = 1.80 \times 10^{-5} \text{ Ns/m}^2$  respectively

(10 markah)

- (b) In a national cub prix motorcycle race, the rider leans down to reduce the air resistance and increase the speed of the motorcycle. A team of engineering students at KUiTTHO wants to measure how riding positions affect the top speed of the motorcycle. After a series of wind tunnel tests, the results are obtained in the form of drag coefficients  $C_D$  for different riding positions as shown in **Rajah S4b**. Determine:

- (i) drag force for each position at 150 km/h;
- (ii) the power to overcome the drag force for each riding position; and
- (iii) explain your answer in (ii) and suggest one (1) way to reduce the aerodynamic drag force.

The density of air is given as  $\rho = 1.23 \text{ kg/m}^3$ .

(10 markah)

- S5** (a) A centrifugal pump rotating at 1160 rpm has an impeller inner diameter of  $d_1 = 0.18 \text{ m}$  and outer diameter of  $d_2 = 0.33 \text{ m}$ . The blade widths at inlet and exit are  $b_1 = 0.10 \text{ m}$  and  $b_2 = 0.08 \text{ m}$  respectively. The blade inner and exit blade angles are  $\beta_1 = 25^\circ$  and  $\beta_2 = 40^\circ$  respectively. If the fluid used is water and the flow enters the blades radially, determine:

- (i) the flow rate.
- (ii) the pump power; and
- (iii) the head.

The density of water is given as  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

(10 markah)

- (b) A model of a pump delivers water at 70 °C at a flow rate of 0.05 m<sup>3</sup>/s and speed 2400 rpm. Cavitation occurs when the inlet pressure and velocity are 82.7 kPa and 6.5 m/s respectively. Determine:
- (i) net positive suction head (NPSH) for this pump; and
  - (ii) NPSH required for a prototype which is 4 times larger and runs at 1000 rpm.

The density and vapor pressure of water at 70 °C is given as  $\rho = 977.8 \text{ kg/m}^3$  and  $p_v = 3.116 \times 10^4 \text{ N/m}^2$  respectively.

(10 markah)

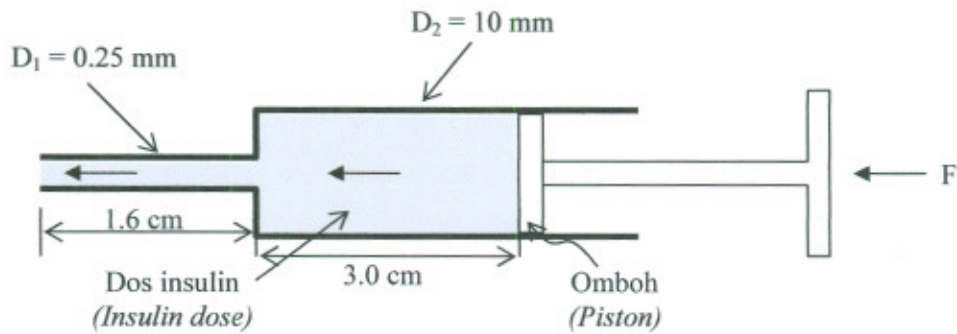
PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER / SESI : SEMESTER I / 2006/2007

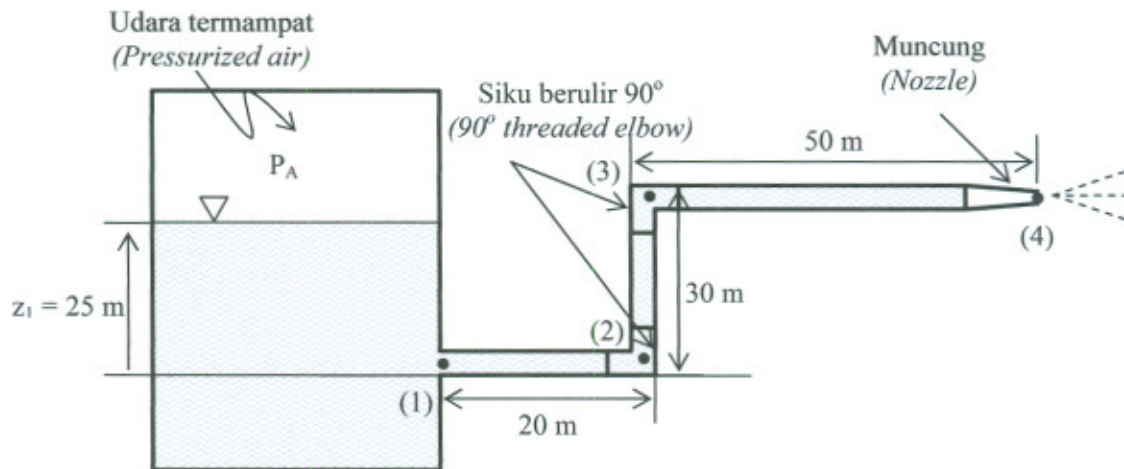
KURSUS : 3 BDP

MATA PELAJARAN : MEKANIK BENDALIR II

KOD MATA PELAJARAN : BDA 3023



Rajah S1b



Rajah S2a

Jenis Sambungan (Connection Types)	Pekali Kehilangan (Loss Coefficient) $K_L$
Kemasukan (entrance)	0.2
Siku berulir (threaded elbow)	0.3
Muncung (nozzle)	0.5

Jadual S2a

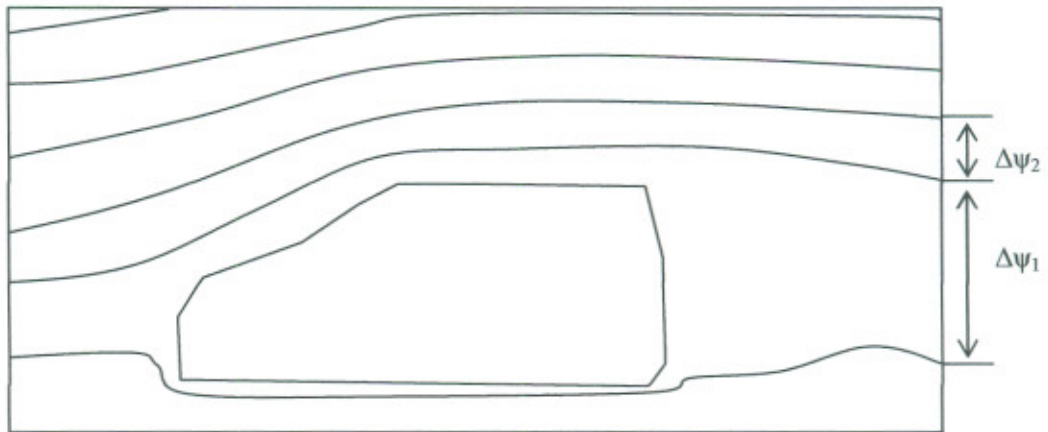
PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER / SESI : SEMESTER I / 2006/2007

KURSUS : 3 BDP

MATA PELAJARAN : MEKANIK BENDALIR II

KOD MATA PELAJARAN : BDA 3023



Rajah S3a



Posisi 1 (Position 1)

$$A = 0.52 \text{ m}^2$$

$$C_D = 0.68$$

Posisi 2 (Position 2)

$$A = 0.46 \text{ m}^2$$

$$C_D = 0.42$$

Posisi 3 (Position 3)

$$A = 0.46 \text{ m}^2$$

$$C_D = 0.48$$

Rajah S4b

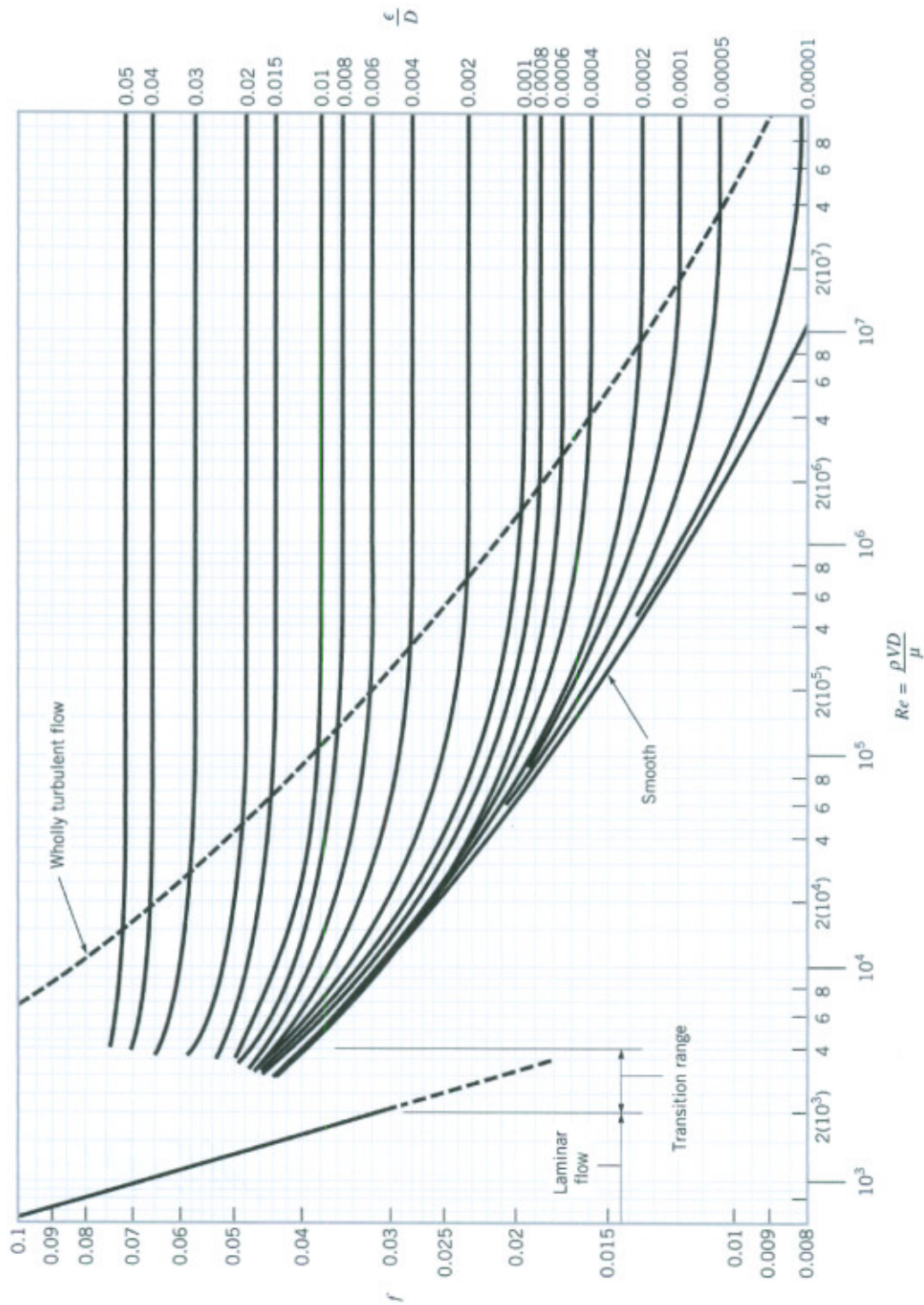
PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER / SESI : SEMESTER I / 2006/2007

KURSUS : 3 BDP

MATA PELAJARAN : MEKANIK BENDALIR II

KOD MATA PELAJARAN : BDA 3023



**Carta Moody**  
(Moody Diagram)