
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Kursus Semasa Cuti Panjang
Sidang Akademik 2001/2002

April 2002

IEK 103/3 – OPERASI UNIT 1

Masa: 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEPULUH (10)** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab **LIMA (5)** daripada enam soalan. Semua soalan mesti dijawab dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. (a) Fluks haba q/A dalam aliran bergolak di dalam paip adalah bersandar kepada pembolehubah-pembolehubah seperti D , V , ρ , μ , C_p , k , g_c dan ΔT . Dimensi-dimensi untuk pembolehubah-pembolehubah tersebut adalah diberikan di bawah:

$$\begin{array}{ll}
 [q/A] & = H/L^2t & [C_p] & = H/MT \\
 [D] & = L & [k] & = H/Lt \\
 [V] & = L/t & [g_c] & = ML/Ft^2 \\
 [\rho] & = M/L^3 & [\Delta T] & = T \\
 [\mu] & = Ft/L^2 & &
 \end{array}$$

Dengan menggunakan Teorem Buckingham, carikan satu perhubungan di antara pembolehubah-pembolehubah di atas.

(40 markah)

- (b) Air pada 60°F mengalir menerusi satu paip keluli mendatar pada kadar 200 gal/min . Garispusat paip ialah 3 in dan panjangnya 100 ft . Kirakan perbezaan tekanan menyeberangi paip ini. Ketumpatan dan kelikatan air pada 60°F ialah 62.37 lb/ft^3 dan $7.59 \times 10^{-4} \text{ lb/ft-s}$ masing-masing. $1 \text{ ft}^3 = 7.48 \text{ gal}$.

(60 markah)

2. Satu pam digunakan untuk menghantarkan air pada 70°F dari satu sungai 2500 ft jauh dari satu kilang. Kilang tersebut ialah 50 ft lebih tinggi daripada paras sungai. Paip yang digunakan ialah paip keluli 6 in . Kadar aliran yang diinginkan ialah 600 gal/min . Keefisienan pam ialah 80% . Kos elektrik ialah 6 sen per kuasakuda-jam. Hitungkan

- (i) kejatuhan tekanan menyeberangi pam;
(ii) kos kerja pam sebulan.

(100 markah)

... 3/-

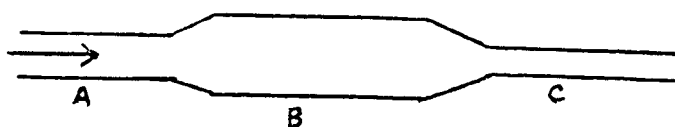
3. Satu larutan yang mempunyai ketumpatan 85 lb/ft^3 dan kelikatan 25 cP mengisikan suatu tangki sedalam 6 ft pada 120°F . Larutan tersebut diadukkan dengan satu turbin 6-bilah rata dan terpasang di tengah tangki. Garispusat tangki ialah 6 ft dan garispusat impeller ialah 2 ft . Jarak dari dasar tangki ke impeller ialah 2 ft . Kelebaran bilah turbin ialah 5 in . Turbin tersebut memutar pada 120 rpm dan tangki digunakan tanpa sesekat. Apakah kuasa yang dikehendaki untuk mengoperasikan penampur tersebut, dalam unit hp? $1 \text{ hp} = 550 \text{ ft-lb}_f/\text{s}$.
(100 markah)
4. Satu cecair yang berketumpatan 77.0 lb/ft^3 dan kelikatan $1.5 \times 10^{-5} \text{ lb/ft-s}$ mengalir menerusi satu paip yang bergarispusat 7.5 in . Satu meter orifis yang bergarispusat 1.14 in dipasangkan di dalam garispaip. Kejatuhan tekanan menyeberangi orifis itu ialah $34.6 \text{ lb}_f/\text{ft}^2$. Hitungkan kadar aliran volumetrik dan halaju linear cecair yang mengalir menerusi paip tersebut. Pada nilai Nombor Reynolds di orifis yang melebihi $20,000$, nilai C_o boleh dianggap 0.61 .
(100 markah)
5. Suatu pam pengempar menghantarkan air garam dari dasar suatu tangki pembekal ke dasar suatu tangki penerima. Paras air garam di dalam tangki penerima ialah 200 ft ke atas paras yang di dalam tangki pembekal. Garispaip diantara kedua-dua tangki panjangnya 800 ft dan garispusatnya 6.0 in . Kadar aliran volumetrik menerusi paip keluli ini ialah 800 gal/min . Di sepanjang garispaip terdapat 2 injap get, 4T, dan 4L. Apakah kos tenaga untuk mngoperasikan pam itu bagi satu 24-jam hari? Graviti spesifik bagi air garam ialah 1.18 , kelikatan air garam ialah 1.2 cP . Kos tenaga ialah RM300 per kuasakuda-tahun atas dasar 300 hari/tahun. Keefisienan pam ialah 60% . Ketumpatan air ialah 62.37 lb/ft^3 .

	K_f
Injap get	0.2
T	1.8
L	0.9

(100 markah)

...4/-

6. (a) Suatu cecair graviti spesifik 1.2, mengalir menerusi sistem berikut. Paip A bergarispusat 2.5 in, paip B 3.5 in, dan paip C 1.5 in. Kadar aliran menerusi A ialah 100 gal/min. Hitungkan (a) kadar aliran jisim di dalam setiap paip, (b) halaju linear purata di dalam setiap paip, dan (c) halaju jisim di dalam setiap paip. $\rho_{\text{air}}(60^\circ\text{F}) = 62.37 \text{ lb/ft}^3$, $1 \text{ ft}^3 = 7.48 \text{ gal}$.



(40 markah)

- (b) Zarah-zarah yang bergarispusat 0.1 mm dan ketumpatan 2800 kg/m^3 jatuh menerusi air pada 30°C .
- (i) Kirakan halaju terminal zarah-zarah itu.
- (ii) Jika satu pemisah empar digunakan pada pecutan 50g, dimana g ialah pecutan graviti, apakah halaju terminal zarah?
 $\rho(\text{air}) = 995.7 \text{ kg/m}^3$; $\mu(\text{air}) = 0.801 \text{ cP}$;

$$U_t = [4 a_e D_p^{(1+n)} (\rho_p - \rho) / 3 b_1 \mu^n \rho^{1-n}]^{1/(2-n)}$$

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

a_e = pecutan daya luar

	Julat $N_{Re,p}$	b_1	n	K
Hukum Stokes	< 2	24	1	< 3.3
Pertengahan	2 – 500	18.5	0.6	3.3 – 43.6
Hukum Newton	500 – 2×10^5	0.44	0	43.6 – 2360

(60 markah)

...5/-

VALUES OF GAS CONSTANT

Temperature	Mass	Energy	R
Kelvins	kg mol	J	8314.47
		cal _{IT}	1.9859×10^3
		cal	1.9873×10^3
		m ³ -atm	82.056×10^{-3}
Degrees Rankine	g mol	cm ³ -atm	82.056
	lb mol	Btu	1.9858
		ft-lb _f	1545.3
		Hp-h	7.8045×10^{-4}
		kWh	5.8198×10^{-4}

CONVERSION FACTORS AND CONSTANTS OF NATURE

To convert from	To	Multiply by†
acre	ft ²	43,560*
	m ²	4046.85
atm	N/m ²	$1.01325* \times 10^5$
	lb _f /in. ²	14.696
Avogadro number	particles/g mol	6.022169×10^{23}
barrel (petroleum)	ft ³	5.6146
	gal (U.S.)	42*
	m ³	0.15899
bar	N/m ²	$1* \times 10^5$
	lb _f /in. ²	14.504
Boltzmann constant	J/K	1.380622×10^{-23}
Btu	cal _{IT}	251.996
	ft-lb _f	778.17
	J	1055.06
	kWh	2.9307×10^{-4}
Btu/lb	cal _{IT} /g	0.55556
Btu/lb-°F	cal _{IT} /g-°C	1*
Btu/ft ² -h	W/m ²	3.1546
Btu/ft ² -h-°F	W/m ² -°C	5.6783
Btu-ft/ft ² -h-°F	kcal/m ² -h-K	4.882
	W-m/m ² -°C	1.73073
	kcal/m-h-K	1.488

(Continued)

To convert from	To	Multiply by†
cal _{IT}	Btu	3.9683×10^{-3}
	ft-lb _f	3.0873
	J	4.1868*
cal	J	4.184*
cm	in.	0.39370
	ft	0.0328084
cm ³	ft ³	3.531467×10^{-5}
	gal (U.S.)	2.64172×10^{-4}
cP (centipoise)	kg/m-s	$1* \times 10^{-3}$
	lb/ft-h	2.4191
	lb/ft-s	6.7197×10^{-4}
cSt (centistoke)	m ² /s	$1* \times 10^{-6}$
faraday	C/g mol	9.648670×10^4
ft	m	0.3048*
ft-lb _f	Btu	1.2851×10^{-3}
	cal _{IT}	0.32383
	J	1.35582
ft-lb _f /s	Btu/h	4.6262
	hp	1.81818×10^{-3}
ft ² /h	m ² /s	2.581×10^{-5}
	cm ² /s	0.2581
ft ³	cm ³	2.8316839×10^4
	gal (U.S.)	7.48052
	L	28.31684
	Btu	2.71948
ft ³ -atm	cal _{IT}	685.29
	J	2.8692×10^3
	gal (U.S.)/min	448.83
ft ³ /s	ft ³	0.13368
gal (U.S.)	in. ³	231*
	N-m ² /kg ²	6.673×10^{-11}
	m/s ²	9.80665*
h	min	60*
hp	s	3600*
	Btu/h	2544.43
	kW	0.74624
hp/1000 gal	kW/m ³	0.197
in.	cm	2.54*
in. ³	cm ³	16.3871
J	erg	$1* \times 10^7$
	ft-lb _f	0.73756
kg	lb	2.20462
kWh	Btu	3412.1
L	m ³	$1* \times 10^{-3}$
lb	kg	0.45359237*
	kg/m ³	16.018
lb/ft ³	g/cm ³	0.016018
	N/m ²	6.89473×10^3
lb _f /in. ²	kg mol/m ² -s	1.3562×10^{-3}
lb mol/ft ² -h	g mol/cm ² -s	1.3562×10^{-4}
light, speed of	m/s	2.997925×10^8

...7/-

(Continued)

To convert from	To	Multiply by†
m	ft	3.280840
	in.	39.3701
m ³	ft ³	35.3147
	gal (U.S.)	264.17
N	dyn	1* × 10 ⁵
	lb _f	0.22481
N/m ²	lb _f /in. ²	1.4498 × 10 ⁻⁴
Planck constant	J-s	6.626196 × 10 ⁻³⁴
proof (U.S.)	percent alcohol by volume	0.5
ton (long)	kg	1016
	lb	2240*
ton (short)	lb	2000*
ton (metric)	kg	1000*
	lb	2204.6
yd	ft	3*
	m	0.9144*

† Values that end in an asterisk are exact, by definition.

...8/-

PROPERTIES OF LIQUID WATER

Temperature T , °F	Viscosity† μ' , cP	Thermal conductivity‡ k , Btu/ft-h-°F	Density§ ρ , lb/ft ³	$\psi_f = \left(\frac{k^3 \rho^2 g}{\mu^2} \right)^{1/3}$
32	1.794	0.320	62.42	1,410
40	1.546	0.326	62.43	1,590
50	1.310	0.333	62.42	1,810
60	1.129	0.340	62.37	2,050
70	0.982	0.346	62.30	2,290
80	0.862	0.352	62.22	2,530
90	0.764	0.358	62.11	2,780
100	0.682	0.362	62.00	3,020
120	0.559	0.371	61.71	3,530
140	0.470	0.378	61.38	4,030
160	0.401	0.384	61.00	4,530
180	0.347	0.388	60.58	5,020
200	0.305	0.392	60.13	5,500
220	0.270	0.394	59.63	5,960
240	0.242	0.396	59.10	6,420
260	0.218	0.396	58.53	6,830
280	0.199	0.396	57.94	7,210
300	0.185	0.396	57.31	7,510

† From *International Critical Tables*, vol. 5, McGraw-Hill Book Company, New York, 1929, p. 10.

‡ From E. Schmidt and W. Sellschopp, *Forsch. Geb. Ingenieurw.*, 3:277 (1932).

§ Calculated from J. H. Keenan and F. G. Keyes, *Thermodynamic Properties of Steam*, John Wiley & Sons., Inc., New York, 1937.

...9/-

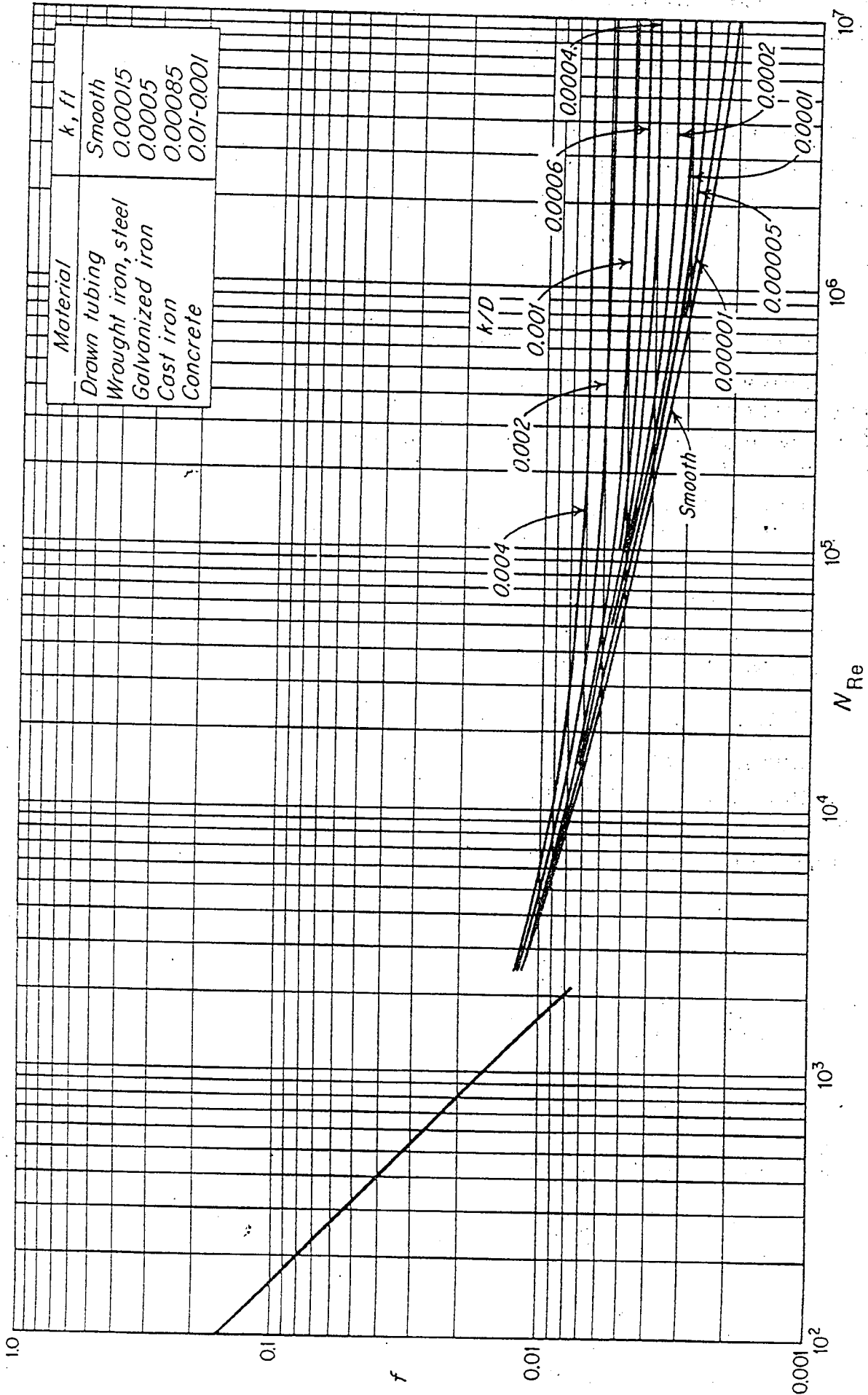
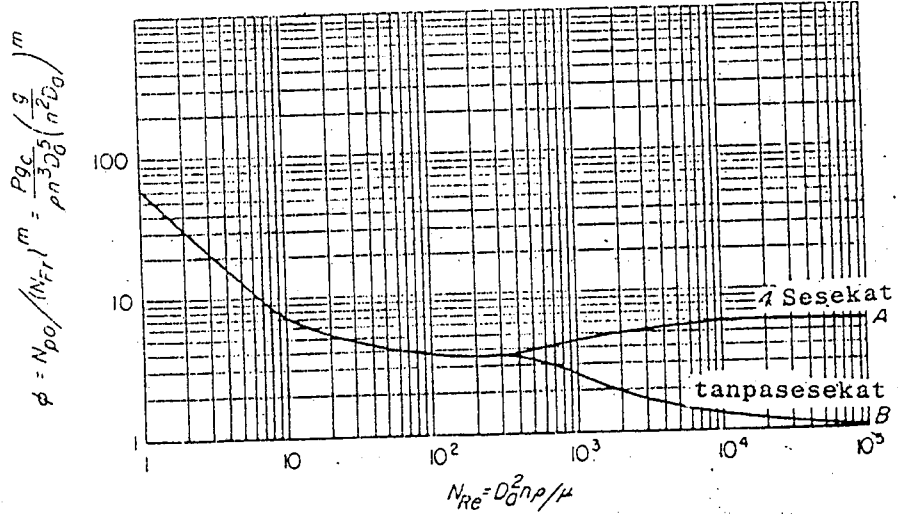


FIGURE
Friction-factor chart.



Rajah Fungsi kuasa ϕ lwn N_{Re} bagi turbin 6 bilah.

$S_1 = D_t / D_a$

$S_2 = E / D_a$

$S_3 = L / D_a$

$S_4 = W / D_a$

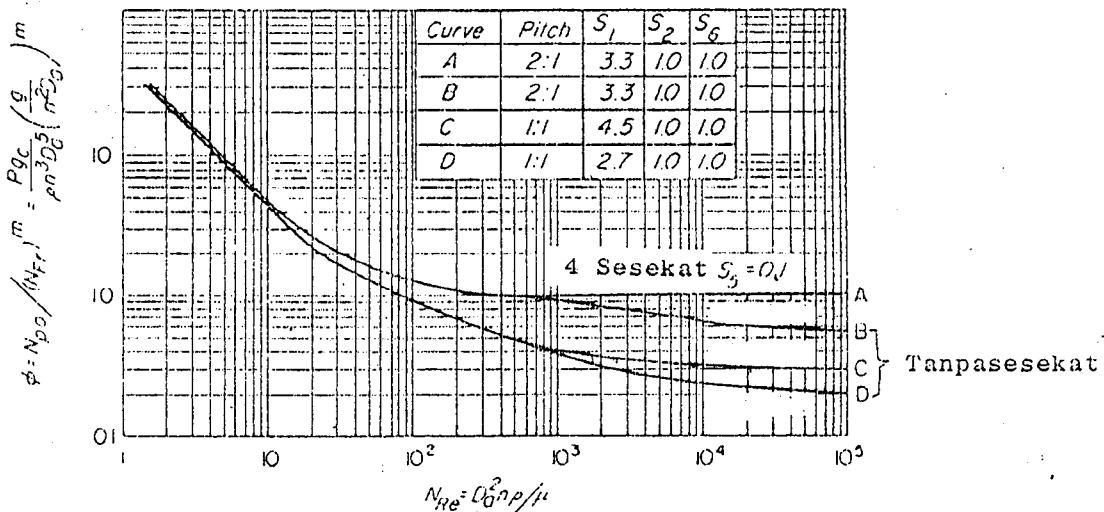
$S_5 = J / D_t$

$S_6 = H / D_t$

Jadual Pemalar a dan b.

Fig.	Line	a	b
9-14	B	1.0	40.0
9-15	B	1.7	18.0
9-15	C	0	18.0
9-15	D	2.3	18.0

$m = (a - \log N_{Re}) / b$



Rajah Fungsi kuasa ϕ lwn N_{Re} bagi propeler 3 bilah