

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA  
Peperiksaan Semester Tambahan  
Sidang Akademik 1987/88

**EBB 207 TERMODINAMIK KEJURUTERAAN**

Tarikh: 20 Jun 1988

Masa: 2.15 ptg. - 5.15 ptg.  
(3 jam)

---

**ARAHAN KEPADA CALON**

1. Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi LAPAN (8) mukasurat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.
2. Kertas soalan ini mengandungi ENAM (6) soalan semuanya. Anda dikehendaki menjawab LIMA (5) soalan sahaja.
3. Semua jawapan MESTILAH dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. Hukum Termodinamik pertama dan hukum termodinamik kedua memastikan bahawa sifat-sifat model zat tulen sebenarnya berkaitan antara satu dengan lain oleh fungsi-fungsi termodinamik tertentu.

a) Dari persamaan  $du = T ds - P dv$ , kita boleh tuliskan fungsi  $u = u(s, v)$ ,  $s$  dan  $v$  pembolehubah-pembolehubah tak tersandar fungsi tersebut. Secara matematik kita boleh tuliskan kebezaan jumlahan 'tenaga dalam' dalam bentuk:

$$du = \left( \frac{\partial u}{\partial s} \right)_v ds + \left( \frac{\partial u}{\partial v} \right)_s dv$$

dan dapatlah dibuat kesimpulan kepercamaan-kepercamaan berikut pasti ada:

$$T = \left( \frac{\partial u}{\partial s} \right)_v \quad \text{dan} \quad -P = \left( \frac{\partial u}{\partial v} \right)_s$$

Bermula dari persamaan  $du = T ds - P dv$ , terbitkan fungsi-fungsi ciri berikut, iaitu kebezaan-kebezaan separa yang pertama:

$$\text{I. } T = \left( \frac{\partial h}{\partial s} \right)_p \quad \text{dan} \quad v = \left( \frac{\partial h}{\partial p} \right)_s \quad (20 \text{ markah})$$

$$\text{II. } -s = \left( \frac{\partial f}{\partial T} \right)_v \quad \text{dan} \quad -P = \left( \frac{\partial f}{\partial v} \right)_T \quad (20 \text{ markah})$$

$$\text{III. } -s = \left( \frac{\partial g}{\partial T} \right)_p \quad \text{dan} \quad v = \left( \frac{\partial g}{\partial p} \right)_T \quad (20 \text{ markah})$$

( $f$  = Tenaga bebas Helmholtz,  $g$  = Tenaga bebas Gibbs)

...3/-

(b) Diberi suatu fungsi  $z = z(x,y)$  dengan pembeza tepat  $dz$ , iaitu:

$$\left\{ \frac{\partial}{\partial x} \left[ \left( \frac{\partial z}{\partial y} \right)_x \right] \right\}_y = \left\{ \frac{\partial}{\partial y} \left[ \left( \frac{\partial z}{\partial x} \right)_y \right] \right\}_x$$

Gunakan keperluan di atas bagi menerbitkan perkaitan-perkaitan Campuran pembeza-pembeza separa kedua yang berikut (perkaitan-perkaitan Maxwell):

I.  $\left( \frac{\partial T}{\partial v} \right)_s = - \left( \frac{\partial P}{\partial s} \right)_v$  (10 markah)

II.  $\left( \frac{\partial T}{\partial P} \right)_s = \left( \frac{\partial v}{\partial s} \right)_P$  (10 markah)

III.  $\left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_v = - \left( \frac{\partial s}{\partial v} \right)_T$  (10 markah)

IV.  $- \left( \frac{\partial s}{\partial P} \right)_T = \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_P$  (10 markah)

2. Bagi enjin kereta yang biasa kita lihat di jalan-jalanraya, suatu jumlah tenaga kerja yang masih berupaya sebenarnya sentiasa terlepas begitu saja dari ekzosnya. Dengan sebab inilah kaedah pengecasan turbo telah menarik minat para jurutera otomobil untuk berusaha menggunakan sebanyak mana tenaga yang boleh diambil dan melepaskan tenaga buangan seminima yang terdaya.

...4/-

Sebuah enjin otomobil tertentu mempunyai sebuah silinder yang mengandungi gas ditekanan  $6.50 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  dan disuhu 1900 K pada akhir lejang kuasa iaitu sebaik-baik sahaja sebelum injap ekzos dibuka. Tekanan atmosfera ialah  $1.00 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  sementara suhunya pula ialah 290 K. Tentukan jumlah kerja maksima yang dapat dipindahkan dari setiap kg gas yang terbuang ini. Katakanlah gas tersebut boleh disamakan seperti gas unggul dengan nilai  $R = 0.287 \text{ kJ/kg K}$  dan  $C_v = 0.716 \text{ kJ/kg K}$ .

Bantuan: Mulakan pengiraan anda dengan mengambilkira definisi entropi untuk mendapatkan nilai tenaga haba yang terlibat. Kemudian gunakan persamaan yang menyatakan bahawa jumlah perpindahan tenaga kerja bagi gas yang terlibat ialah kerja berguna dicampur kerja bagi melawan tekanan atmosfera. Nilai kerja berguna inilah yang anda cari.

(100 markah)

3. Air pada suhu  $40^\circ \text{C}$  memasuki sebuah tangki pada kadar  $10.0 \text{ kg/minute}$ . Tangki mengandungi  $100 \text{ kg}$  air dan mempunyai saluran keluar yang mengeluarkan air pada kadar  $10.0 \text{ kg/minute}$ . Air di dalam tangki dicampur dengan secukupnya. Tangki tertebat sepenuhnya. Sebuah pemanas letrik diletakkan di dalam tangki dan membekalkan haba pada kadar  $60\,000 \text{ watt}$ . Jisim tangki itu sendiri bolehlah tidak diambil kira, dan tangki tertebat sepenuhnya (Rujuk Rajah).
- a) Apabila keadaan mantap dan aliran mantap dicapai, berapakah suhu air yang keluar dari tangki.

(33 markah)

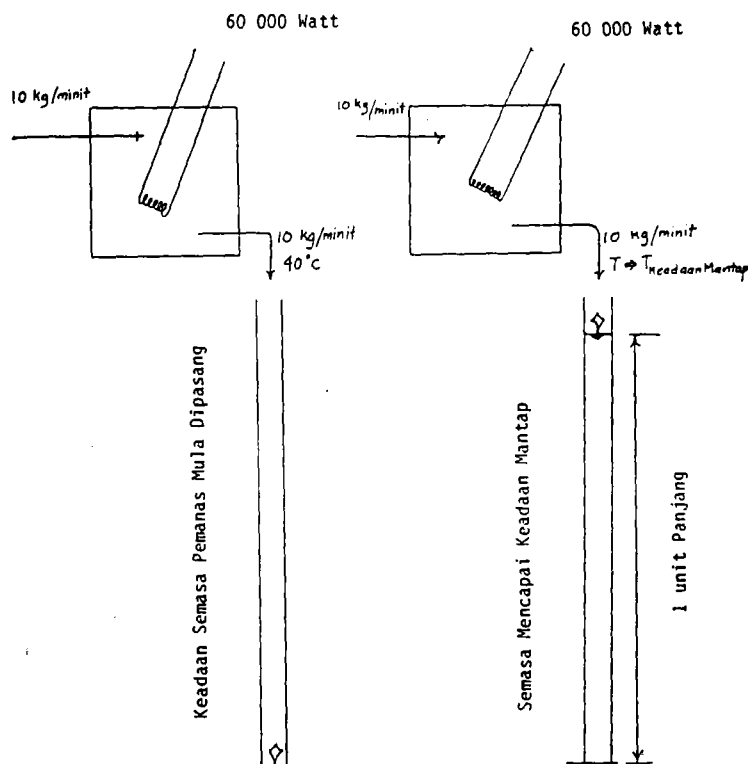
...5/-

- b) Tentukan masa yang diperlukan bermula dari pemanas letrik mula dipasang sehinggalah suhu air yang keluar menjadi  $80^{\circ}\text{C}$ .

(34 markah)

- c) Jika air yang keluar dari tangki tersebut disalurkan ke dalam sebatang paip tegak yang panjang, bermula dari pemanas letrik mula dipasang sehinggalah suhu air yang keluar dari tangki mencapai suhu maksimumnya, nyatakan dan lukiskan persamaan antara suhu air lawan ketinggian paip tegak tersebut. Katakanlah paip tegak tersebut tertebat sepenuhnya dan tiada haba yang terlepas dari air panas yang keluar dari tangki. (Jumlah ketinggian air di dalam paip tersebut bolehlah dinyatakan sebagai 1 unit panjang). (Lihat Rajah)

(33 markah)



...6/-

4. Tentukan jumlah tenaga kerja yang terlibat dalam proses-proses yang berikut.

a) Oksigen dimampatkan di dalam suatu sistem piston dan silinder dari tekanan 160 kPa dan suhu  $40^{\circ}\text{C}$  kepada tekanan 600 kPa dan suhu  $90^{\circ}\text{C}$ . Sudahkan jawapan anda dalam unit kJ/kg.

(25 markah)

b) 11.6 kg udara dimampatkan secara sesuhu di dalam suatu sistem piston dan silinder dari 110 kPa,  $30^{\circ}\text{C}$  kepada 450 kPa.

(25 markah)

c) 1 gram nitrogen mengembang secara adiabatik di dalam suatu sistem piston dan silinder dari tekanan 5 atmosfera dan suhu  $150^{\circ}\text{C}$  kepada suatu keadaan yang isipadunya dua kali dari keadaan yang pertama.

(25 markah)

d) Sejenis gas dimampatkan dari  $125\text{ m}^3$  dan  $80^{\circ}\text{C}$  kepada  $25\text{ m}^3$  dan  $300^{\circ}\text{C}$ . Proses berlaku seperti gas unggul,  $pV = mRT$ . Proses juga politropik,  $pV^n = C$ . Tentukan jumlah kerja yang piston lakukan ke atas gas. Kerja mampatan tersebut melibatkan 17 kg gas berlaku di dalam sebuah silinder.

Cuba ramalkan jenis gas itu dari senarai dalam jadual 2-2 yang diberi, jika proses itu adiabatik. Cari jumlah kerja berlaku ke atas gas untuk proses adiabatik tersebut.

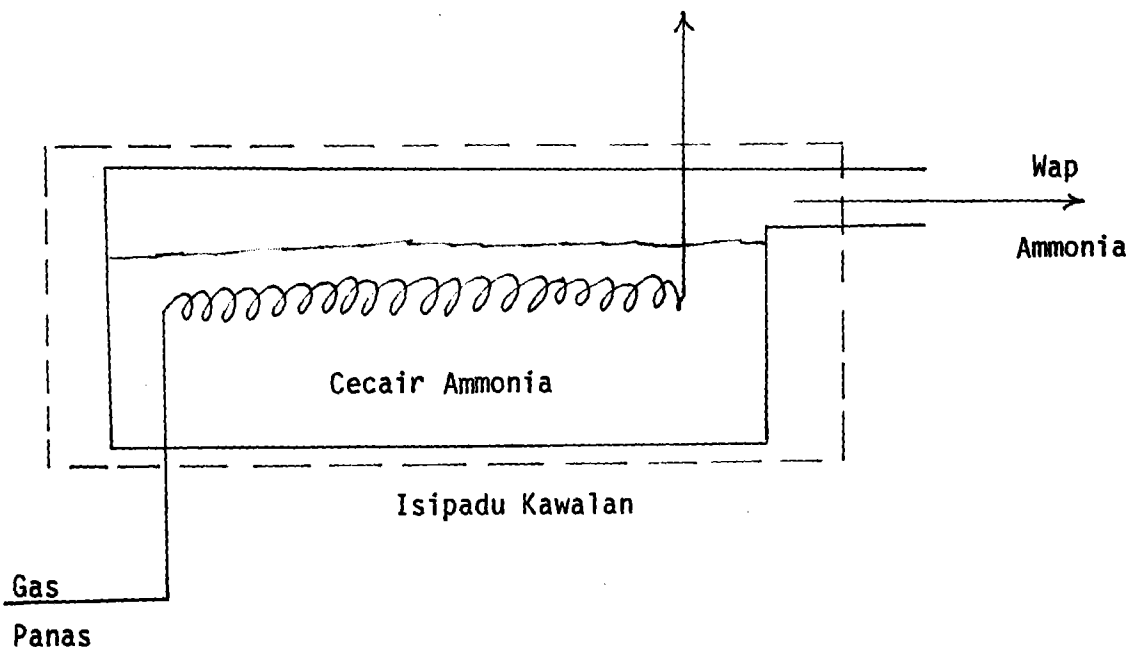
(25 markah)

...7/-

5. Gas panas  $190^{\circ}\text{C}$  digunakan bagi menghasilkan ammonia lampau panas  $1800\text{ kPa}$  dan  $45^{\circ}\text{C}$ . Asalnya ammonia bertekanan  $1800\text{ kPa}$  juga dan bersuhu  $12^{\circ}\text{C}$ . Penukar haba direkabentuk untuk  $20\text{ kg}$  aliran ammonia seminit. Gas panas keluar ditakat  $35^{\circ}\text{C}$ .  $C_p$  gas panas ialah  $1000\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$ . Cari kadar aliran jisim bagi gas panas dan ammonia.

<u>Menukarkan dari</u>	<u>Kepada</u>	<u>Darabkan dengan</u>
joules	Btu	$9.4845 \times 10^{-4}$
Btu	joules	$1.0551 \times 10^3$
Meter padu	kaki padu	$3.5315 \times 10^1$
Kaki padu	Meter padu	$2.8317 \times 10^{-2}$
Kilogram	Ibm	2.2046
Ibm	Kilogram	$4.5359 \times 10^{-1}$

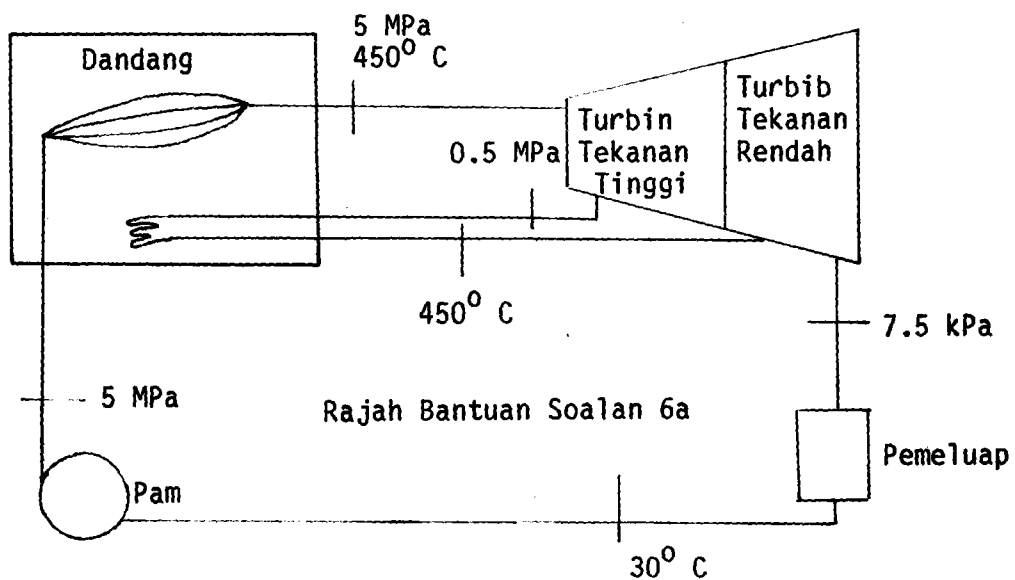
(100 markah)



...8/-

6. a) Di dalam sebuah loji kuasa kitar paraskan semula (reheat), stim memasuki turbin tekanan tinggi ditekanan 5 MPa, dan disuhu  $450^{\circ}\text{C}$ , mengembang kepada 0.5 MPa, dan kemudian dipanaskan semula kepada  $450^{\circ}\text{C}$ . Stim kemudiannya dikembangkan melalui turbin tekanan rendah sehingga menjadi kepada 7.5 kPa. Air meninggalkan pemeluap disuhu  $30^{\circ}\text{C}$ , dipamkan kepada 5 MPa, dan kemudian dialirkan semula ke dalam penjana stim. Turbin adiabatik serta kecekapan seentropinya 87%. Kecekapan pam 82%. Kadar penjanaan kerja turbin 10 000 kW, tentukan:

- i) Kadar aliran jisim stim (20 markah)
- ii) Kuasa pam (20 markah)
- iii) N loji (20 markah)



b) 5 kg stim ditakungkan ditekanan 150 kPa dan berkualiti (nilai  $x$ ) 90 peratus, dalam sebuah bekas tegas yang sesuai yang isipadunya tidak berubah. Tentukan tenaga haba yang mesti ditambah supaya nilai  $x$  mencapai 100 peratus ataubila semua bahan mencapai keadaan wap kesemuanya. Apakah tekanan pada akhir proses pemanasan?

(40 markah)