

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2005/2006

November 2005

**KIT 253 – Termodinamik Kejuruteraan Kimia**

Masa: 3 jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi ENAM muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab sebarang LIMA soalan sahaja.

Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan, hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan sahaja akan diberi markah.

...2/-

-2-

1. (a) Udara di dalam sebuah silinder berpiston mengalami proses politropik dengan  $PV^n = k$ . Tekanan dan isipadu awalnya masing-masing ialah 10 atm dan  $0.01 \text{ m}^3$ , dan isipadu akhir ialah  $0.03 \text{ m}^3$ . Kerja pengembangan proses politropik dinyatakan sebagai

$$W = \frac{k}{V^n} dV$$

dengan  $k$  ialah pemalar,  $V$  ialah isipadu dan  $n$  ialah eksponen.

Kiralah kerja dalam unit kJ, jika (i)  $n = 2.0$ , (ii)  $n = 0.0$ , dan (iii)  $n = \gamma$

( $c_p = 1.004 \text{ kJ/kg K}$ ,  $c_v = 0.717 \text{ kJ/kg K}$ )

(10 markah)

- (b) Suhu tepu air pada tekanan 1 MPa ialah  $179.91 \text{ }^\circ\text{C}$ . Isipadu tentu cecair tepu dan wap tepu masing-masingnya ialah  $v_f = 0.0011273 \text{ m}^3/\text{kg}$  dan  $v_g = 0.19444 \text{ m}^3/\text{kg}$ . Nyatakan dan jelaskan keadaan sistem air bagi keadaan-keadaan berikut:

- (i)  $P = 1 \text{ MPa}$ ,  $v = 0.2 \text{ m}^3/\text{kg}$
- (ii)  $T = 179.91 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $P = 1.20 \text{ MPa}$
- (iii)  $P = 1 \text{ MPa}$ ,  $T = 200 \text{ }^\circ\text{C}$
- (iv)  $P = 1 \text{ MPa}$ ,  $v = 0.1 \text{ m}^3/\text{kg}$

(6 markah)

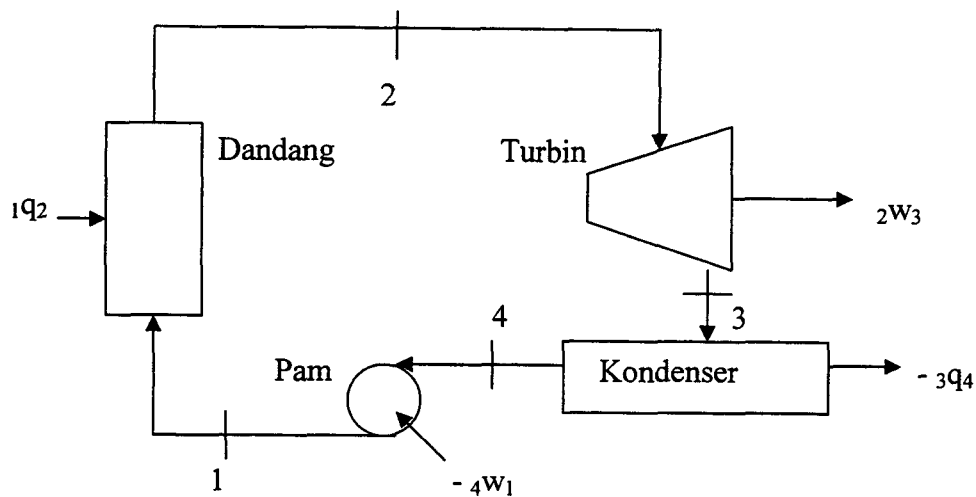
- (c) Tentukan kualiti (jika tepu) atau suhu (jika panas lampau) bagi air pada tekanan 300 kPa dengan setiap isipadu berikut:

- (i)  $0.5 \text{ m}^3/\text{kg}$  dan (ii)  $1.0 \text{ m}^3/\text{kg}$

(4 markah)

...3/-

2. Skema di bawah ialah sebuah loji kuasa stim.



Pertimbangkan 1 kg air mengalami kitaran daripada dandang, turbin, kondenser dan dipam kembali ke dandang. Keadaan air pada setiap keadaan ialah:  $P_1 = 0.3$  MPa,  $T_1 = 95$  °C;  $P_2 = 0.3$  MPa,  $T_2 = 600$  °C;  $P_3 = 0.07$  MPa,  $T_3 = 400$  °C;  $P_4 = 0.07$  MPa, dan  $x_4 = 0.0$ . Kiralah:

- Haba dibekalkan kepada dandang.
- Kerja output turbin.
- Haba dibebaskan pada kondenser.
- Kerja dibekalkan kepada pam.
- Kerja net kitaran.
- Nisbah kerja net terhadap haba dibekalkan kepada dandang.

(20 markah)

3. (a) Bermula daripada persamaan keabadian tenaga hukum pertama, terbitkan persamaan keabadian tenaga untuk turbin adiabatik berbalik. (4 markah)
- (b) Aliran mantap stim memasuki nozel pada tekanan 1 MPa dan suhu 400 °C dengan halaju 8 m/s. Pada salur keluar tekanan dan halaju masing-masing ialah 0.4 MPa dan 500 m/s. Kadar alir jisim ialah 10 kg/s. Tentukan suhu stim dan luas salur keluar nozel tersebut. (10 markah)
- (c) Pertimbangkan sebuah enjin haba kitaran Carnot dengan air sebagai bendalir berfungsi. Pemindahan haba kepada bendalir berlaku pada suhu 300 °C semasa air berubah daripada cecair tepu kepada wap tepu. Haba dibebaskan daripada bendalir pada suhu 40 °C. Kiralah kualiti bendalir pada awal dan akhir proses. (6 markah)
4. (a) Tunjukkan perubahan entropi bagi suatu gas unggul dinyatakan sebagai
- $$s_2 - s_1 = c_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{P_2}{P_1}$$
- (4 markah)
- (b) Gas oksigen di dalam sebuah silinder dipanaskan daripada 27 °C kepada 1000 °C. Semasa pemanasan tersebut tekanan berkurangan setengah daripada tekanan asal. Kiralah perubahan entropi per jisim proses tersebut. ( $c_p = 0.9216$  kJ/kg K,  $R = 8.314$  kJ/kmol K). (4 markah)
- (c) Terbitkan pernyataan-pernyataan berikut:
- (i)  $(\partial h / \partial P)_T = v - T(\partial v / \partial T)_P$
- (ii)  $(\partial u / \partial v)_T = T(\partial P / \partial T)_v - P$
- (6 markah)
- (d) Terbitkan pernyataan bagi kekembangan isipadu,  $\chi_v$ , dan keternampatan isoterma,  $\beta_T$ , bagi gas unggul tanpa mengandungi sebutan-sebutan  $\partial v$ ,  $\partial T$ , dan  $\partial P$ . (6 markah)

5. (a) Tenaga solar telah digunakan sebagai punca tenaga bagi kitaran unggul Rankine dengan menggunakan air sebagai bendalir berfungsi. Wap tepu keluar dari pengumpul solar pada suhu  $155\text{ }^{\circ}\text{C}$  disuap kepada turbin, dan tekanan kondenser ialah  $10\text{ kPa}$ . Kuasa output kitaran ialah  $15\text{ MW}$ . Tentukan kadar alir wap dan kecekapan kitaran tersebut. (15 markah)
- (b) Andaikan proses pada (a) beroperasi secara kitaran Carnot, bandingkan serta beri ulasan tentang perbezaan kecekapan antara kedua-dua kitaran tersebut. (5 markah)
6. (a) Takrifkan nisbah-udara bahan api dalam suatu proses pembakaran. Kiralah nisbah udara-bahan api berasaskan mol dan jisim bagi pembakaran cecair propana,  $\text{C}_3\text{H}_8$ , dalam udara. Analisis isipadu kering hasil pembakaran adalah seperti berikut:  $\text{CO}_2 = 8.6\%$ ,  $\text{CO} = 0.6\%$ ,  $\text{O}_2 = 7.2\%$  dan  $\text{N}_2 = 83.6\%$ . (8 markah)
- (b) Sebuah stim turbin disuapkan dengan stim pada kadar  $2000\text{ kg/j}$  dengan tekanan  $5\text{ bar}$  dan suhu  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Halaju stim memasuki turbin ialah  $40\text{ m/s}$ . Stim mengembang secara adiabatik di dalam turbin dan keluar dengan halaju  $20\text{ m/s}$ . Keadaan stim pada salur keluar ialah  $0.1\text{ bar}$  dengan kualiti  $0.98$ . Stim daripada turbin disuapkan ke dalam kondenser dan keluar dengan halaju perlahan sebagai cecair tepu pada  $0.1\text{ bar}$ . Tiada pemindahan haba kepada sekitaran. Kiralah:
- (i) Perubahan tenaga kinetik pada turbin.
  - (ii) Kuasa dikeluarkan oleh turbin.
  - (iii) Kadar pemindahan haba daripada proses kondensesasi stim.
  - (iv) Ulas perubahan tenaga kinetik pada (i) berbanding dengan kuasa turbin pada (ii).
- (12 markah)

7. (a) Terangkan dengan jelas sistem kuasa udara yang beroperasi secara kitaran Ericsson.  
(10 markah)
- (b) Sebuah enjin udara beroperasi secara kitaran Stirling mempunyai suhu minimum  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Had tekanan maksimum dan minimum masing-masing ialah  $1.5\text{ MPa}$  dan  $0.2\text{ MPa}$ .
- (i) Kiralah kecekapan kitaran jika nisbah pengembangan ialah 3.
- (ii) Jika kecekapan regenerator ialah  $95\%$ , kiralah jumlah haba per unit jisim yang mampu dibekalkan kepada udara dalam proses isipadu tetap.  
(10 markah)