
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2002/2003

September 2002

KIT 253 – Termodinamik Kejuruteraan Kimia

Masa: 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas 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 akan diberi markah.

1. (a) Sebuah silinder berpiston tanpa geseran mengandungi gas propana pada keadaan awal dengan tekanan 100 kPa, suhu 300 K dan isipadu 200 L. Gas tersebut dimampatkan secara perlahan-lahan supaya mengikut hubungan

$$PV^{1.1} = \text{pemalar}$$

sehingga mencapai suhu akhir 340 K. Kiralah tekanan akhir dan kerja yang dilakukan semasa proses tersebut.

(8 markah)

- (b) Gunakan Jadual Stim yang dibekalkan.

- (i) Tentukan nilai h pada tekanan 125 kPa dan kualiti 60%.
(ii) Kiralah nilai u pada tekanan 200 kPa dan suhu 429 °C.
(iii) Dapatkan nilai s pada keadaan $P = 3.5$ MPa dan $T = 250$ °C.

(6 markah)

...2/-

-2-

- (c) Sebuah tangki kosong bersaiz 40 L disambung kepada saluran udara. Apabila injap dibuka, udara mengalir memasuki tangki tersebut sehingga tekanan di dalamnya mencapai 5 MPa, dan injap ditutup. Suhu di dalam tangki itu ialah 400 K.

- (i) Kiralah jisim udara di dalam tangki itu.
(ii) Apakah tekanannya apabila tangki itu disejukkan kepada 300 K.

$$(R = 8.314 \text{ J/mol K})$$

(6 markah)

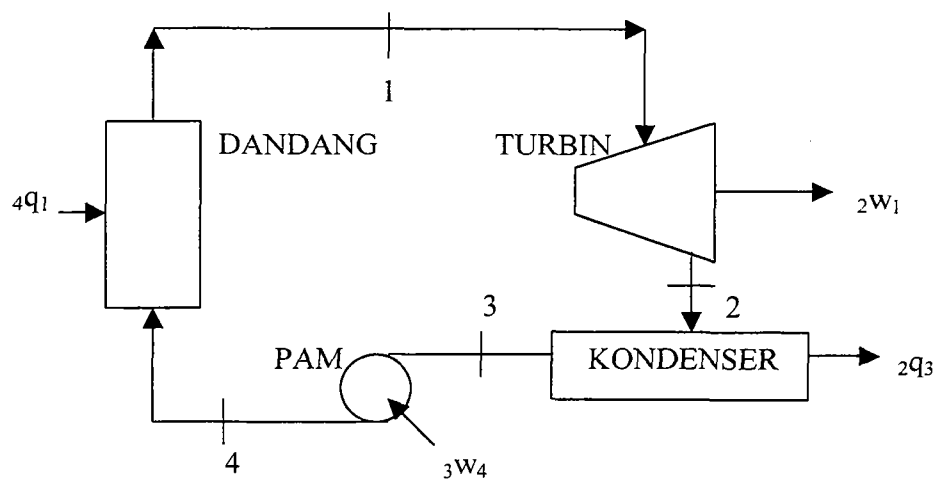
2. (a) Data berikut adalah bagi suatu loji kuasa stim seperti yang ditunjukkan dalam rajah di bawah.

$$P_1 = 2.0 \text{ MPa}, \quad T_1 = 300 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P_2 = 15 \text{ kPa}, \quad x = 0.8$$

$$P_3 = 10 \text{ kPa}, \quad T_3 = 45 \text{ }^\circ\text{C}$$

$${}_3w_4 = -4 \text{ kJ/kg}$$



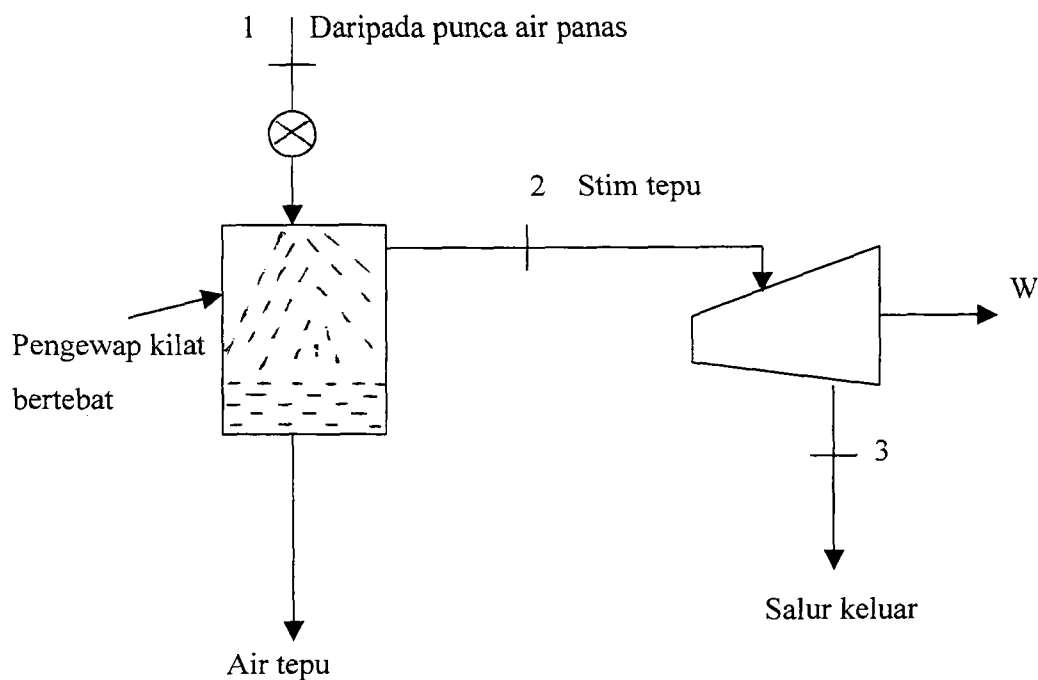
.../3-

Kiralah,

- (i) kerja turbin,
- (ii) haba dipindahkan dalam kondenser,
- (iii) haba dipindahkan dalam dandang, dan
- (iv) kecekapan sistem tersebut.

(12 markah)

- (b) Air panas daripada punca geoterma pada tekanan 1.5 MPa dan suhu 180 °C dikawal melalui injap ke dalam sebuah pengewap kilat **bertebat** dan membentuk cecair dan stim pada tekanan 400 kPa. Cecair dikeluarkan dari bahagian bawah, manakala stim disedut dan disuap kepada turbin. Stim keluar dari turbin pada tekanan 10 kPa dan 90 % kualiti. Jika turbin menghasilkan kerja sebanyak 1000 kW, berapa banyakkah air panas diperlukan dari punca geoterma dalam masa satu jam? Lakaran loji tersebut adalah seperti rajah di bawah.



(8 markah)

.../4-

-4-

3. (a) Bermula daripada persamaan keabadian tenaga hukum pertama, terbitkan persamaan keabadian tenaga untuk turbin adiabatik berbalik. (4 markah)
- (b) Stim pada tekanan 1 MPa dan suhu 300 °C memasuki turbin pada halaju 50 m/s. Stim keluar dengan halaju 200 m/s tetapi tekanan berkurangan kepada 15 %. Kiralah kerja per jisim stim yang dihasilkan oleh turbin dengan andaian proses adalah adiabatik berbalik. (10 markah)
- (c) Sebuah silinder berpiston mengandungi 1 kg gas metana pada 100 kPa, 20 °C. Gas dimampatkan secara berbalik kepada tekanan 800 kPa. Kiralah kerja diperlukan jika proses adalah (i) adiabatik, dan (ii) isoterma. ($c_p/c_v = 1.3$, $R(\text{metana}) = 0.51835 \text{ kJ/kg K}$). (6 markah)
4. (a) 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 dari bendalir pada suhu 40 °C.
- (i) Tunjukkan rajah T-s bagi kitaran tersebut.
- (ii) Kiralah kualiti bendalir pada awal dan akhir proses. (8 markah)
- (b) Suatu sistem yang terdiri daripada 1 kg stim tepu pada 200 kPa dimampatkan secara adiabatik dan tak berbalik kepada 400 kPa, 200 °C. Kiralah perubahan entropi sistem tersebut. (6 markah)
- (c) Sejumlah 0.5 m³ etana pada 700 kPa, 260 °C, mengembang secara isentropik di dalam silinder berpiston kepada tekanan 1 bar dan suhu 100 °C. Kiralah kerja pengembangan dengan andaian gas etana adalah bersifat unggul. ($c_p = 1.89 \text{ kJ/kg K}$, $R = 8.3143 \text{ kJ/kmol K}$). (6 markah)

.../5-

5. (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 berpiston dipanaskan daripada 300 K kepada 1500 K. Semasa pemanasan tersebut tekanan berkurangan dari 200 kPa kepada 150 kPa. Kiralah perubahan entropi per jisim proses tersebut. ($c_p = 0.9216 \text{ kJ/kg K}$, $R = 8.314 \text{ kJ/kmol K}$).

(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, χ_v , dan keternampatan isoterma, β_T , bagi gas unggul tanpa mengandungi sebutan-sebutan ∂v , ∂T , dan ∂P , dan buktikan juga bahawa

$$c_p - c_v = \frac{\chi_v^2 v T}{\beta_T}$$

(6 markah)

6. (a) Tenaga solar telah digunakan sebagai punca tenaga bagi kitaran unggul Rankine dengan menggunakan air sebagai bendalir berfungsi. Wap tepu keluar daripada pengumpul solar pada suhu 150°C , dan tekanan kondenser ialah 10 kPa. Tentukan kecekapan kitaran tersebut.

(15 markah)

- (b) Andaikan proses di (a) beroperasi secara kitaran Carnot, bandingkan serta beri ulasan tentang perbezaan kecekapan di antara kedua-dua kitaran tersebut.

(5 markah)

7. (a) Takrifkan nisbah-udara bahan api dalam suatu proses pembakaran. Kiralah nisbah udara-bahan api berasaskan mol dan jisim bagi pembakaran cecair propana, C_3H_8 , dalam udara. Analisis isipadu kering hasil pembakaran adalah seperti berikut:

Hasil	% isipadu
CO_2	8.6
CO	0.6
O_2	7.2
N_2	83.6

(8 markah)

- (b) Terangkan dengan terperinci proses-proses yang berlaku dalam kitaran Otto udara dengan merujuk kepada rajah P-v dan T-s.

(5 markah)

- (c) Tunjukkan kecekapan Otto, η_o , dinyatakan sebagai

$$\eta_o = 1 - \frac{T_1(T_4/T_1 - 1)}{T_2(T_3/T_2 - 1)}$$

Kiralah nilai η_o , jika udara dimampatkan secara isentropik dari suhu awal $15^\circ C$ kepada $389^\circ C$, menerima haba sehingga suhu mencapai $2900^\circ C$, dan mengembang secara isentropik dengan penurunan suhu kepada $1000^\circ C$.

(7 markah)

ooOoo