



KOLEJ UNIVERSITI TEKNOLOGI
TUN HUSSEIN ONN

PEPERIKSAAN AKHIR
SEMESTER 1
SESI 2004/2005

MATA PELAJARAN : TERMODINAMIK GUNAAN /
TERMODINAMIK II

KOD MATA PELAJARAN : BKM 3313 / BKM 3053

KURSUS : 3 BKM / 4 BKM

TARIKH PEPERIKSAAN : OKTOBER 2004

JANGKAMASA : 3 JAM

ARAHAN : JAWAB EMPAT (4) SOALAN SAHAJA
DARIPADA ENAM (6) SOALAN

KERTAS SOALAN INI MENGANDUNGI SEMBILAN (9) MUKA SURAT

S1 (a) **Rajah 1** menunjukkan susun-atur litar sebuah loji Rankine yang dimodifikasi. Apakah kelebihan dan kelemahan yang terdapat pada susun-atur ini? Nyatakan kaedah yang boleh diambil untuk mengatasi kelemahan susun-atur ini. (5 markah)

(b) Sebuah loji janakuasa stim penjana semula menggunakan tiga pemanas air suapan tertutup dengan tekanan dandang dan tekanan pemeluwap masing-masing ialah 40 bar dan 0.025bar. Stim dipanaslampau pada suhu 500°C. Stim dijujoh ke pemanas-pemanas suapan pada tekanan 15 bar, 4.5bar dan 0.5 bar. Dengan andaian-andaian yang bersesuaian bagi analisis kitar dan lakaran gambarajah suhu melawan entropi (T-s) tentukan:

- i. pecahan stim yang dijujoh pada setiap peringkat,
- ii. kerja bersih yang dihasilkan oleh turbin,
- iii. kecekapan kitar, dan
- iv. jisim bahan yang dibakar per kilogram stim yang dihantar ke dandang jika dandang memiliki kecekapan 65% dan nilai kalorifik rendah bahan api (NKR) bahan api ialah 38700kJ/kg

(20 markah)

S2 (a) Nisbah kerja balikan merupakan parameter penting bagi mengukur prestasi kitar gas. Terangkan dengan ringkas mengapa nilai nisbah kerja balikan agak tinggi bagi sebuah turbin gas. (5 markah)

(b) Hubungan perubahan entropi untuk gas unggul di bawah andaian-andaian haba tentu malar diberikan seperti berikut:

$$s_2 - s_1 = c_V \ln r_T - R \ln r_P$$

di mana, c_V = haba tentu udara pada isipadu tetap
 r_T = nisbah suhu T_2 / T_1
 r_P = nisbah tekanan p_2 / p_1
 R = pamalar gas

Oleh itu, tunjukkan bahawa nisbah tekanan untuk proses mampatan kitar Brayton unggul diberi oleh:

$$r_T = r_P^{\frac{(k-1)}{k}}$$

di mana k = nisbah haba tentu

Seterusnya, tunjukkan bahawa kecekapan kitar Brayton ialah:

$$\eta_{Brayton} = 1 - \frac{1}{r_P^{\frac{k-1}{k}}}$$

(10 markah)

- (c) Sebuah kitar Brayton dengan penjana semula yang menggunakan udara sebagai bendalir bekerja mempunyai nisbah tekanan sebanyak 8. Suhu minimum dan maksimum di dalam kitar masing-masing ialah $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $880\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pemampat dan turbin masing-masing mempunyai kecekapan isentropik 70% dan 84%. Penjana semula yang digunakan untuk kitar ini mempunyai keberkesanan 65%. Tentukan:

- i. suhu udara pada masukan turbin,
- ii. kerja keluaran bersih, dan
- iii. kecekapan terma kitar

(10 markah)

- S3 (a) Kitar A dan B merupakan dua buah kitar mampatan-wap. Penyejuk memasuki injap pendikit kitar A sebagai cecair tepu pada $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan memasuki injap pendikit kitar B sebagai cecair sub-dingin pada $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tekanan penyejat pada kedua-dua kitar adalah sama. Pada pendapat anda, kitar yang manakah akan mempunyai nilai COP_R yang lebih tinggi jika penyejuk yang sama digunakan untuk kedua-dua kitar? Gunakan gambarajah T-s untuk menerangkan jawapan anda.

(5 markah)

- (b) Sebuah penyejuk yang menggunakan R-12 sebagai bendalir bekerja beroperasi mengikut kitar mampatan wap unggul di antara $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kadar alir jisim bagi penyejuk ialah 0.05 kg/s . Dengan bantuan gambarajah-gambarajah T-s, nyatakan perbezaan-perbezaan di antara kitar penyejukan praktikal dan kitar mampatan-wap unggul yang beroperasi di antara had-had suhu yang sama dan tentukan:

- i. kadar haba yang dikeluarkan dari ruang penyejukan
- ii. kuasa masukan untuk pemampat
- iii. pekali prestasi
- iv. mengapakah turbin seentropi di dalam kitar Carnot digantikan dengan injap pendikit di dalam kitar mampatan-wap.

(20 markah)

- S4 (a) Ketukan merupakan fenomena fenomena yang tidak diingini kerana ia boleh merosakkan dan memendekkan jangkahayat sebuah enjin pembakaran dalam. Terangkan apakah yang dimaksudkan oleh ketukan melalui gambarajah tekanan silinder melawan sudut engkol.

(5 markah)

- (b) Nyatakan perbezaan antara ketukan cucuhan dan disel and terangkan dengan ringkas bagaimana ia dipengaruhi oleh nisbah mampatan.

(5 markah)

(b) Berikut adalah spesifikasi bagi enjin Campro terbaru Proton GEN-2:

Jenis enjin	= 4 silinder – 4 lejang
Jenis bahan api	= petrol
Gerek	= 76.0 mm
Lejang	= 88.0 mm
Nisbah mampatan	= 10:1

Tork maksimum diperoleh pada putaran enjin 4000 rpm menggunakan dynamometer yang mempunyai lengan tork sepanjang 0.4 m dan beban brek 370.0 Nm. Kuasa maksimum diperoleh pada beban brek 326.25 N. Kelajuan omboh min maksimum ialah 17.6 m/s. Kirakan:

- i. sesaran enjin dan isipadu kelegaan (V_C),
- ii. tork maksimum,
- iii. kelajuan enjin maksimum, N_{max} , untuk menghasilkan kuasa brek maksimum, dan
- iv. tekanan brek min berkesan (bmep)

(15 markah)

S5 (a) Dengan menggunakan gambarajah p-v, terangkan dengan ringkas prinsip-prinsip kerja dan proses sebuah pemampat udara dwi-tindakan.

(5 markah)

(b) Sebuah pemampat dwi-tindakan satu peringkat mempunyai silinder berdiameter 150 mm dan lejang 200 mm. Isipadu kelegaan ialah 5% daripada isipadu tersapu. Tekanan dan suhu di dalam silinder semasa proses sedutan masing-masing ialah 0.95 bar dan 27 °C. Tekanan hantaran diambil sebagai 7 bar dan indeks mampatan dan pengembangan ialah 1.3. Kirakan:

- i. jisim udara yang dihantar per unit masa,
- ii. kuasa tertunjuk, dan
- iii. kecekapan isipadu

(10 markah)

(c) Apakah fungsi penyejuk-antara yang digunakan di dalam sebuah pemampat berperingkat dan bagaimanakah ia mempengaruhi kecekapan isipadu?

(5 marks)

S6 (a) Terangkan sama ada isipadu campuran gas unggul sama dengan isipadu-isipadu setiap gas di dalam setiap campuran.

(5 marks)

(b) 1.4 kmol Nitrogen dicampur dengan 2.5 kmol udara di dalam sebuah silinder pada tekanan dan suhu masing-masing 3.0 bar dan 35°C. Udara mengandungi 20% Oksigen dan 80% Nitrogen. Tentukan:

- i. pecahan jisim setiap komponen dan jumlah jisim campuran,
- ii. kandungan Nitrogen di dalam campuran,
- iii. jisim molar purata, dan
- iv. pemalar gas campuran

(Diberi jisim molar Oksigen = 32 kg/kmol, jisim molar Nitrogen = 28 kg/kmol dan pemalar gas universal 134 kJ/kmol.K)

(20 marks)

- S1** (a) *Figure S1 shows a plant layout of a modified simple Rankine power plant. What would be the advantage and disadvantage of this layout? Suggest a way of overcoming the disadvantage of the cycle.*

(5 marks)

- (b) *A regenerative steam power plant uses three closed feed heaters with the boiler and condenser pressure at 40 bar and 0.025 bar respectively. Steam is superheated to 500 °C. The bled steam for feed heating are taken at pressures 15, 4.5 and 0.5 bar. With appropriate assumptions for the cycle analysis and a sketch of the cycle on the temperature-entropy (T-s) diagram, calculate:*

- i. *the fraction of steam bled at each stage,*
- ii. *the turbine efficiency,*
- iii. *specific steam consumption, and*
- iv. *the mass of fuel burned per kilogram of steam delivered to the boiler if the boiler efficiency is 65% and the net calorific value (NCV) of fuel is 38700 kJ/kg*

(20 marks)

- S2** (a) *Back work ratio is an important parameter in measuring the performance of a gas power cycle. Explain briefly why the back work ratio is relatively high in gas turbines.*

(5 marks)

- (b) *The relationship for entropy change of an ideal gas under constant specific heat assumptions is given as follows:*

$$s_2 - s_1 = c_v \ln r_T - R \ln r_p$$

where

c_v	=	specific heat capacity at constant volume
r_T	=	temperature ratio T_2/T_1
r_p	=	pressure ratio p_2/p_1
R	=	gas constant

Hence, show that temperature ratio in the compression process of an ideal Brayton cycle is given by:

$$r_T = r_p^{\frac{(k-1)}{k}}$$

where k = specific heat ratio

Then show that efficiency of the Brayton cycle is:

$$\eta_{\text{Brayton}} = 1 - \frac{1}{r_p^{\frac{k-1}{k}}}$$

(10 marks)

(c) *A Brayton cycle with regeneration using air as the working fluid has a pressure ratio of 8. The minimum and maximum temperatures in the cycle are 35 °C and 880 °C. The compressor and turbine have isentropic efficiencies of 70% and 84% respectively. The regenerator used for this cycle has an effectiveness of 65%. Determine:*

- i. the air temperature at the turbine exit,*
- ii. the net work output, and*
- iii. the thermal efficiency of the cycle*

(10 marks)

S3 (a) *Cycle A and B are two vapor-compression cycles. The refrigerant enters the throttling valve of cycle A as saturated liquid at 30 °C and enters throttling valve of cycle B as sub-cooled liquid at 30 °C. The evaporator pressure for cycles is the same. Which cycle do you think will have a higher COP_R if the both cycles uses the same refrigerant? Use the T-s diagram to explain your answer.*

(5 marks)

(b) *A refrigerator uses R-12 as working fluid operates on an ideal vapor-compression cycle between -25 °C and 30 °C. The mass flow rate of the refrigerant is 0.05 kg/s. With the aid of T-s diagrams, compare the differences between a practical refrigeration cycle and an ideal vapor-compression cycle operating between this same temperature limits and determine:*

- i. the rate of heat removed from the refrigerated space,*
- ii. the power input to the compressor,*
- iii. the coefficient of performance, and*
- iv. why do we replace the isentropic turbine in the Carnot cycle with a throttling valve in the vapor-compression cycle*

(20 marks)

S4 (a) *Knocking is an undesired phenomenon as it damages and shortens the life of IC engines. By illustrating on a sketch of a cylinder pressure against crank angle diagram, explain briefly what is meant by knocking.*

(5 marks)

(b) *State the differences between a spark and diesel knock and briefly explain how it is affected by compression ratio.*

(5 marks)

(b) The new Proton GEN-2 Campro engine comes with the following specifications:

Engine type	= 4 cylinder - 4 stroke
Type of fuel	= petrol
Bore	= 76.0 mm
Stroke	= 88.0 mm
Compression ratio	= 10:1

The maximum torque is obtained at a rated speed of 4000 rpm using a dynamometer with a torque arm of 0.4 m and a brake load of 370.0 N. Maximum power is produced at a brake load of 326.25 N. The maximum mean piston speed, \bar{S}_{\max} , is 17.6 m/s. Estimate:

- engine displacement and the clearance volume (V_C),
- maximum torque,
- maximum rated speed, N_{\max} , to produce maximum brake power,
- maximum brake power, and
- brake mean effective pressure (bmep)

(15 marks)

S5 (a) With a schematic and a p-v diagram, briefly explain the working principles and the process of a double acting air compressor.

(5 marks)

(b) A single stage double-acting air compressor has a cylinder of 150mm diameter and 200mm stroke. The clearance volume is 5% of the swept volume. The cylinder pressure and temperature during induction is 0.95bar and 27°C respectively. The delivery pressure is taken as 7bar and the index of compression and expansion is 1.3. Calculate:

- mass of air delivered per unit time
- indicated power
- volumetric efficiency

(10 marks)

(c) What is the function of an intercooler used in a multistage compressor and how does it affect the volumetric efficiency?

(5 marks)

S6 (a) Explain whether the volume of an ideal gas mixture is equal to the sum of volumes of each individual gas in the mixture. (5 marks)

(b) 1.4 kmol Nitrogen is mixed with 2.5 kmol air in a cylinder at pressure and temperature of 3.0 bar and 35°C respectively. The air contains 20% Oxygen and 80% Nitrogen. Determine:

- i. mass fraction of each components and total mass of mixture,
- ii. content of Nitrogen in the mixture,
- iii. the average molar mass, and
- iv. the gas constant of the mixture

(Given, molar mass of Oxygen = 32 kg/kmol, molar mass of Nitrogen = 28 kg/kmol and the universal gas constant = 8.134 kJ/kmol.K) (20 marks)

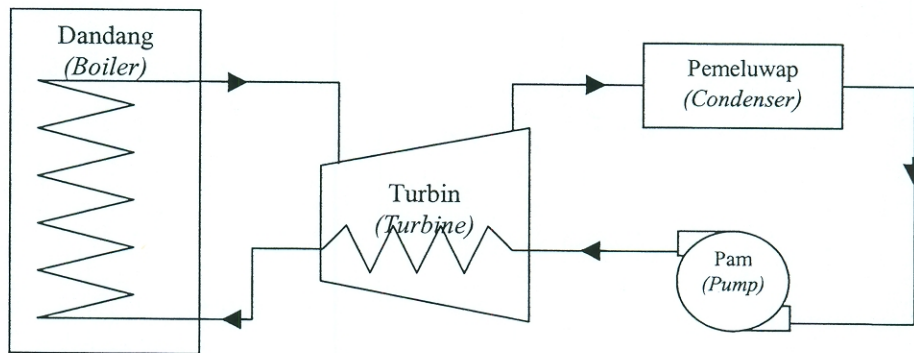
PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER / SESI : SEMESTER I / 2004/2005

KURSUS : 3 BKM / 4 BKM

MATA PELAJARAN : TERMODINAMIK GUNAAN /
TERMODINAMIK II

KOD MATA PELAJARAN : BKM 3313 /
BKM 3053



Rajah S1
(Figure S1)