

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 1996/97

April 1997

EMK 402 - Sistem Penukaran Tenaga

Masa : [3 jam]

---

**ARAHAN KEPADA CALON:**

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **DUA BELAS** muka surat dan **TUJUH** soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab **LIMA** soalan sahaja. Semua soalan mempunyai markah yang sama.

Sekurang-kurangnya satu (1) soalan mesti dijawab dalam bahasa Malaysia. Soalan-soalan lain boleh dijawab sama ada dalam bahasa Malaysia atau bahasa Inggeris.

Jawapan bagi setiap soalan hendaklah dimulakan pada muka surat yang baru.

...2/-

- S1. [a] [i] **Bandungkan stim dan turbin gas dari segi kuasa, operasi kecekapan dan kegunaan.**

*Compare steam and gas turbines in terms of power, efficiency operations and utility.*

(20 markah)

- [ii] **Terangkan perbezaan antara:**

- Pemeluwapan dan tekanan balik turbin stim
- Iring dan majmuk-silang bagi turbin stim

*Explain difference between:*

- *Condensing and back pressure steam turbines*
- *Tandem and cross-compounding of steam turbines*

(20 markah)

- [b] **Sebuah Loji STAG mempunyai data berikut:**

**Turbin gas:** Empat, setiap satu berkadar 50 MW. Kadar aliran jisim bahanapi 5 kg/s and A/F nisbah = 30, ekzos turbin = 520°C

**Bahanapi:** Bahanapi berat dengan nilai kalori adalah 44000 KJ/kg

**Turbin stim:** Satu HP dan satu aliran kembar bertekanan rendah iring termajmuk, tiada pemanasan semula.

$p = 90 \text{ bar,}$

$t = 510^\circ\text{C}$  kadar aliran jisim bagi stim 125 kg/s

Tekanan balik = 0.12 bar,

$\zeta_s = 0.85,$

$\zeta_m = 0.95.$

...3/-

**HRSB:** Gas ekzos tersimpang ke HRSB bila beroperasi pada jalan kitar gabungan yang tiada pengapian tambahan

**Cerobong:** Suhu gas 110°C

**Lukiskan bentangan skema loji kuasa dan tentukan:**

- [i] kecekapan terma turbin gas
- [ii] kecekapan terma turbin stim
- [iii] kecekapan terma keseluruhan bagi kitar gabungan

*A STAG plant has the following data:*

**Gas turbine:** Four, each rated at 50 MW. Mass flow rate of fuel 5 kg/s and A/F) ratio = 30, turbine exhaust = 520°C

**Fuel:** Heavy fuel with calorific value of 44000 KJ/kg

**Steam turbine:** One HP and one double flow low pressure tandem compounded, no. reheat  
 $p = 90 \text{ bar}$ ,  
 $t = 510^\circ\text{C}$  mass flow rate of steam  
 125 kg/s,  
 back pressure = 0.12 bar,  
 $\zeta_s = 0.85$ ,  
 $\zeta_m = 0.95$ .

**HRSB:** Exhaust gases diverted to HRSB when operating at combined cycle mode no supplementary firing

**Chimney:** gas temperature 110°C

*Draw schematic layout of the power plant and determine:*

- [i] thermal efficiency of gas turbine
- [ii] thermal efficiency of steam turbine
- [iii] overall thermal efficiency of combined cycle

(60 markah)

...4/-

- S2. [a] [i] Terangkan 'penjanaan' dengan memberi contoh-contoh sumber penggunaan tenaga.

*Explain 'cogeneration' by giving examples as an efficient method of energy utilisation of the resources.*

(20 markah)

- [ii] Terangkan perbezaan antara:

- Edaran asli dan paksa dalam dandang
- Penurun dan penaik

*Explain the difference between:*

- *Natural and forced circulation in boilers*
- *Downcome and risers*

(20 markah)

- [b] Minyak kelapa sawit akan menggunakan sistem CHP yang mempunyai sebuah dandang, tekanan balik bagi turbin dipasangkan pada sebuah penjana elektrik. Ekzos turbin stim disambungkan pada sebuah penyambut kepada proses. Tentuan-tentuan bagi sebuah loji adalah diberikan di bawah:

**Dandang:**

- tekanan = 20 bar dan stim kering tertepu
- suhu air suapan = 30°C

**Tekanan balik turbin stim:**

- tekanan masukan = 20 bar, kering tertepu
- tekanan keluaran = 2.7 bar
- keluaran kuasa = 900 kW
- penggunaan stim = 18000 kg/jam
- kecekapan seentropi = 60%

...5/-

**Bahanapi:** Sisa biojisim (kulit dan gentian) - nilai kalori 34000 kJ/kg, penggunaan bahanapi = 3000 kg/jam.

**Lakarkan susunan loji dan tentukan:**

- [i] kecekapan dandang
- [ii] sejatan setara
- [iii] kecekapan mekanik bagi turbin

*A palm oil mill using CHP system has a boiler, back pressure turbine coupled to an electric generator. The exhaust of steam turbine is connected to a receiver for process. The specifications of such a plant is given below:*

**Boiler**

- pressure = 20 bar and steam dry saturated
- feed water temperature = 30°C

**Back pressure steam turbine**

- inlet pressure = 20 bar, dry saturated
- exit pressure = 2.7 bar
- power output = 900 kW
- steam consumption = 18000 kg/hr
- isentropic efficiency = 60%

**Fuel:** Biomass waste (shell and fibre) - calorific value 34000 kJ/kg, fuel consumption = 3000 kg/hr.

*Sketch the arrangement of the plant and determine:*

- [i] boiler efficiency
- [ii] equivalent evaporation
- [iii] mechanical efficiency of the turbine

(60 markah)

...6/-

- S3. [a] [i] Berikan faktor-faktor yang perlu diambil bagi menentukan perbelanjaan menjana elektrik di sebuah loji kuasa terma.

*Enumerate the factors taken into account to determine the generating cost of electricity of a thermal power plant.*

(20 markah)

- [ii] Terangkan perbezaan antara:

- asli dan alir bebas mekanik bagi menara-menara penyejukan.

*Explain difference between:*

- *natural and mechanical draft cooling towers*

(20 markah)

- [b] Perbelanjaan bahanapi bagi sebuah loji kuasa stim 800 MW adalah RM2/juta kJ. Kecekapan terma keseluruhan bagi loji adalah 32 % dan faktor keupayaan adalah 75%.

Tentukan:

- [i] perbelanjaan bahanapi dalam setahun  
[ii] pendapatan bersih dari jualan pada kadar 20 sen/kwj.

*The fuel cost for an 800 MW steam power plant is RM2/million kJ. The overall thermal efficiency of the plant is 32% and capacity factor is 75%. Determine:*

- [i] *fuel cost per year*  
[ii] *net income from sale of electricity at the rate of 20 sen/kwh.*

(30 markah)

...7/-

- [c] Loji kuasa pembakaran arang batu mempunyai sebuah penjana-turbin berkadar pada jumlah kasar 1000 MW. Loji menghendaki lebih kurang 10 % dari kuasa ini bagi operasi-operasi dalaman. Ia menggunakan 9800 tan arang batu setiap hari. Arang batu mempunyai nilai pemanasan 24000 kJ/kg. Kirakan kecekapan bersih stesyen.

Pada keadaan yang sama, tentukan perbelanjaan setahun bagi dandang pembakaran minyak untuk data berikut:

- ketumpatan minyak =  $870 \text{ kg/m}^3$
- nilai pemanasan =  $44000 \text{ kJ/kg}$
- perbelanjaan/liter minyak = 80 sen

*A coal-fired power plant has a turbine-generator rated at 1000 MW gross. The plant requires about 10% of this power for its internal operations. It uses 9800 tons of coal per day. The coal has a heating value of 24000 kJ/kg. Calculate the net station efficiency.*

*For same conditions, determine cost/year of oil-fired boiler with following data:*

- density of oil =  $870 \text{ kg/m}^3$
- heating value =  $44000 \text{ kJ/kg}$
- cost/litre of oil = 80 sen

(30 markah)

- S4. [a] [i] Mengapakah kecekapan terma turbin gas adalah rendah berbanding dengan enjin stim/diesel dan apakah cara-cara yang digunakan bagi membaiki kecekapan?

*Why is thermal efficiency of gas turbine low compared to steam/diesel engine and what are the methods used to improve the efficiency?*

(20 markah)

...8/-

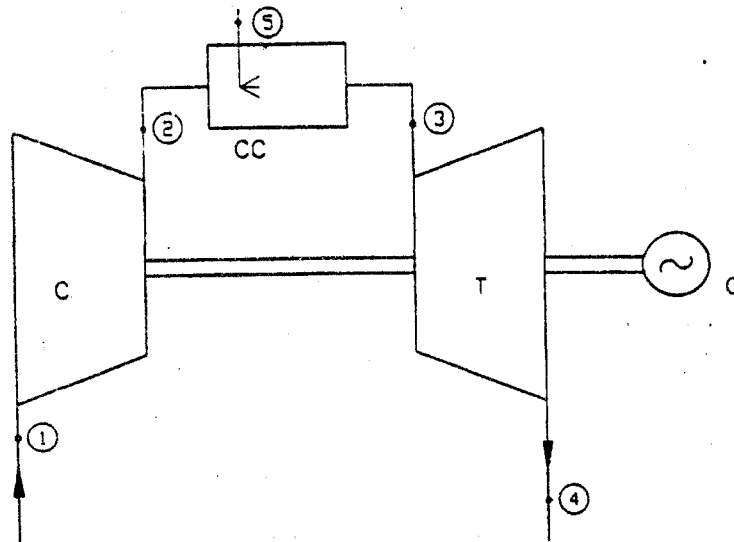
[ii] Berikan beberapa penggunaan turbin gas dalam unit kuasa.

*Enumerate few applications of gas turbine as power unit.*

(20 markah)

[b] Butir-butir sebuah unit kuasa turbin-gas di Paka, Terengganu adalah ditunjukkan pada Rajah S4[b]. Suhu salur masuk adalah  $30^{\circ}\text{C}$  dan suhu maksimum selepas pembakaran adalah  $1100^{\circ}\text{C}$ . Tekanan dan kadar aliran jisim diberikan dalam Jadual I.

*The details of a gas turbine power unit at Paka, Terengganu is shown in Figure Q4[b]. The inlet temperature is  $30^{\circ}\text{C}$  and maximum temperature after combustion is  $1100^{\circ}\text{C}$ . The pressure and mass flow rate is given in Table I.*



Rajah S4[b]  
Figure Q4[b]

...9/-



Titik (Point)	Tekanan (bar) (Pressure) (bar)	Kadar aliran (kg/s) Flow rate (kg/s)
1	0.98	341
2	10.8	341
3	10.38	347.5
4	1.03	347.5
5	1.01	6.5

**Jadual 1**  
*Table 1*

Kecekapan seentropi bagi pemampat dan turbin adalah 90%.

**Kirakan:**

- [i] nisbah tekanan pemampat dan nisbah pengembangan turbin
- [ii] kehilangan tekanan dalam kebuk pembakaran
- [iii] kuasa elektrik bersih
- [iv] kecekapan loji kuasa

Anggapkan:  $C_{pa} = 1.005 \text{ kJ/kg}$ ;  $C_{pg} = 1.147 \text{ kJ/kg}$   
 Nilai pemanasan bahanapi = 46000 kJ/kg.

*The isentropic efficiency of compressor and turbine is 90%.*

*Calculate:*

- [i] *compressor pressure ratio and turbine expansion ratio*
- [ii] *pressure losses in combustion chamber*
- [iii] *net electrical power*
- [iv] *power plant efficiency*

Assume:  $C_{pa} = 1.005 \text{ kJ/kg}$ ;  $C_{pg} = 1.147 \text{ kJ/kg}$   
 Heating value of fuel = 46000 kJ/kg.

(60 markah)

...10/-

- S5. [a] Bagaimanakah angin digunakan sebagai satu sumber kuasa? Nyata dan bincangkan kebaikan dan keburukannya.

*How is wind used as a source of power? Identify and discuss its advantages and disadvantages.*

(25 markah)

- [b] Apakah had Betz? Tunjukkan kuasa maksimum terkumpul dari angin tidak boleh mencapai had Betz.

*What is the Betz limit? Show that the maximum power extracted from wind cannot exceed the Betz's limit.*

(45 markah)

- [c] Lukiskan  $C_P$  lawan  $\lambda$  dan  $C_T$  lawan  $\lambda$  bagi kincir angin yang berbeza. Apakah yang berlaku pada graf ini jika kincir angin digabungkan pada pam air dan alat penjanaan elektrik?

di mana,  $C_P$  = pemalar kuasa  
 $C_T$  = pemalar kilasan  
 $\lambda$  = nisbah laju hujung

- [c] *Draw  $C_P$  vs  $\lambda$  and  $C_T$  vs  $\lambda$  for different wind mills. What are the implications of these graphs while coupling the wind mills to the water pumping and electricity generation devices?*

where,  $C_P$  = Power coefficient  
 $C_T$  = Torque coefficient  
 $\lambda$  = Tip speed ratio

(30 markah)

- S6. [a] Bagaimanakah kecekapan sebuah pengumpul piring rata mudah boleh diperbaiki?

*How can the efficiency of a simple flat plate collector be improved?*

(20 markah)

- [b] Terangkan dengan ringkas tugas utama bagi tenaga suria tanpa-perolakan.

*Briefly describe the working principle of a non-convecting solar pond.*

(30 markah)

- [c] Keamatan bagi sebuah sel suria yang diberi, ketumpatan arus litar-pintas adalah  $180 \text{ A/m}^2$ , dan ketumpatan arus balik-tepu adalah  $8 \times 10^{-9} \text{ A/m}^2$ . Pada suhu  $30^\circ\text{C}$  dan keadaan kuasa maksimum, carikan luas permukaan berkesan jika keamatan sinaran adalah  $800 \text{ W/m}^2$ .

$[e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J/V}$  dan  $k = 1.381 \times 10^{-23} \text{ J/K}]$

*At a given intensity on a solar cell, the short-circuit current density is  $180 \text{ A/m}^2$ , and the reverse-saturation current density is  $8 \times 10^{-9} \text{ A/m}^2$ . At a temperature of  $30^\circ\text{C}$  and the condition of maximum power, find the effective surface area needed for an output of  $5000 \text{ W}$  and also estimate the conversion efficiency if the radiation intensity is  $800 \text{ W/m}^2$ .*

$[e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J/V}$  and  $k = 1.381 \times 10^{-23} \text{ J/K}]$

(50 markah)

- S7. [a] Takrifkan pembelahan dan lakuran nuklear. Berikan satu contoh bagi setiap tidakbalas. Lukiskan dengan hanya gambarajah blok (dan tandakan) bagi menunjukkan bagaimana sebuah turbin-stim boleh beroperasi dari haba terbina dalam sebuah reaktor nuklear.

...12/-

*Define nuclear fission and fusion. Give one example of each reaction. Draw only the block diagram (and label it) to show how a steam turbine can be operated from the heat developed in a nuclear reactor.*

(30 markah)

- [b] **Namakan cara-cara yang berbeza bagi biobahan sebagai bahanapi.**

*Name the different methods of using biomatter as biofuels.*

(10 markah)

- [c] **Analisis muktamad bagi sebatang kayu, dalam peratus jisim adalah karbon 50.0, hidrogen 6.0, oksigen 43.0, nitrogen 0.4, sulfur 0.3 dan abu 0.3. Tentukan kuantiti air yang dikehendaki bagi pembakaran sempurna secara teori.**

*The ultimate analysis of a wood, in percent by mass, is carbon 50.0, hydrogen 6.0, oxygen 43.0, nitrogen 0.4, sulfur 0.3 and ash 0.3. Determine the quantity of air required for its theoretically complete combustion.*

(60 markah)

oooOOOooo