
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2006/2007

April 2007

EMH 462E/3 - Energy Conversion System
(Sistem Penukaran Tenaga)

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat dan **LAPAN (8)** soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Sila jawab **LIMA (5)** soalan sahaja. Jawab sekurang-kurangnya **DUA (2)** soalan dalam setiap **BAHAGIAN**.

Pelajar dibenarkan menjawab semua soalan dalam **Bahasa Inggeris** ATAU **Bahasa Malaysia** ATAU kombinasi kedua-duanya.

Property Table Booket dibekalkan

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

SECTION A
BAHAGIAN A

- Q1. [a] Describe briefly the FOUR (4) advantages of using biomass as a source of fuel.**

Terangkan dengan ringkas EMPAT (4) kebaikan biomass sebagai bahan api.

(30 markah)

- [b] In a biomass gasification system, 200 kWe is to be generated. The following are the assumptions made:**

- i) Efficiency of the gasifier is 80%**
- ii) Efficiency of the engine is 30%**
- iii) Biomass heating value is 16 MJ/kg**
- iv) Heating value of diesel fuel is 30 MJ/kg**
- v) Assume 60 : 40 ratio for producer gas and diesel**

To Determine:

- i) The amount of biomass required per hour**
- ii) The flow of air into the gasifier**
- iii) Overall efficiency of the system**
- iv) The specific biomass consumption**

Di dalam sebuah sistem penggasan 200 kWe dihasilkan. Berikut adalah andaian yang dibuat:

- i) Kecekapan penggas 80%*
- ii) Kecekapan enjin 30%*
- iii) Nilai haba biomass 16 MJ/kg*
- iv) Nilai haba minyak diesel 30 MJ/kg*
- v) Andaikan nisbah 60 : 40 bagi 'producer' gas dan diesel*

Tentukan

- i) Amaun biomass yang diperlukan setiap jam*
- ii) Kadar alir isipadu udara yang diperlukan ke dalam penggas*
- iii) Kecekapan keseluruhan sistem*
- iv) Penggunaan spesifik biomass*

(70 markah)

- Q2. [a] Describe briefly the main components of a power plant.**

Terangkan dengan ringkas komponen-komponen utama bagi sebuah loji kuasa.

(30 markah)

[b] Determine the unit production cost in RM/kWh for a 15 MW biomass power plant with the following details.

- i) Nominal cost RM 5000/kW
- ii) Interest rate from bank loan 10%
- iii) Period of bank loan 25 years
- iv) Period of operation 25 years
- v) Number of workers 20
- vi) Average salary per month RM4000 with annual increment of 5%
- vii) Fuel cost RM 200 per ton
- viii) Thermal efficiency of the plant is 30%
- ix) Maintenance unit cost = labour unit cost
- x) Capacity factor 80%

Tentukan unit kos pengeluaran dalam RM/kWj bagi 15 MW loji kuasa biomass dengan perincian berikut:

- i) Kos nominal RM 5000/kW
- ii) Kadar faedah pinjaman bank 10%
- iii) Masa pinjaman bank 25 tahun
- iv) Masa operasi loji 25 tahun
- v) Bilangan pekerja 20 orang
- vi) Gaji purata RM4000 dengan kenaikan gaji tahunan 5%
- vii) Kos bahan api RM200 per ton
- viii) Kecekapan terma loji 30%
- ix) Kos penyelenggaraan = kos pekerjaan
- x) Faktor kapasiti 80%

(70 markah)

Q3. [a] Sketch the schematic layout of a combined cycle power plant.

Lakarkan susunatur skema loji kuasa gabungan.

(30 markah)

[b] Combined cycle power plant produces 200 MW. The following are the details

- i) Pressure ratio of gas turbine 8:1
- ii) Inlet temp 30°C
- iii) Maximum temp 900°C
- iv) Steam pressure 60 Bar
- v) Steam temp 600°C
- vi) Heating value of fuel 40 MJ/kg
- vii) Condenser pressure 0.05 bar
- viii) Gas temp at HRSG exit 100°C
- ix) Gas temp inside HRSG 800°C

Determine the thermal efficiency of the plant.

Loji kuasa gabungan menjana 200 MW kuasa. Berikut adalah perincian loji.

- i) *Nisbah tekanan turbin gas 8:1*
- ii) *Suhu masukan 30°C*
- iii) *Suhu maksimum 900°C*
- iv) *Tekanan stim 60 bar*
- v) *Suhu stim 600°C*
- vi) *Nilai haba bahan api 40 MJ/kg*
- vii) *Tekanan pemeluwap 0.05 bar*
- viii) *Suhu gas pada keluaran HRSG 100°C*
- ix) *Suhu gas pada masukan HRSG 800°C*

Tentukan kecekapan keseluruhan loji.

(70 markah)

Q4. [a] Discuss the emissions from a coal power plant.

Bincangkan pencemaran daripada loji kuasa arang batu.

(30 markah)

[b] A boiler generates 4000 kg/hr of steam at 0.8 MPa with a dryness fraction of 0.98. The feed water to the boiler is 45°C. Coal is used with a calorific value of 30 MJ/kg at a rate of 700 kg/hr,

- i) Determine the boiler efficiency**
- ii) If an economiser is used that raises the boiler efficiency by 5%, determine the new consumption rate of the coal**

Sebuah dandang menghasilkan 4000 kg/jam stim pada 0.8 MPa dengan pecahan kekeringan 0.98. Air suap ke dandang adalah 45°C. Arang batu digunakan dengan nilai haba 30 MJ/kg pada kadar 700 kg/jam.

- i) Tentukan kecekapan dandang*
- ii) Jika "ekonomiser" digunakan yang meningkatkan kecekapan dandang sebanyak 5%, tentukan kadar penggunaan arang batu yang baru.*

(70 markah)

SECTION B
BAHAGIAN B

- Q5. [a]** Describe the principle of solar parabolic reflector – concentrator. Also derive the expression for useful heat power and typical efficiency factor of a solar tower array with reflector mirrors.

Huraikan prinsip pemantul - penumpu parabola solar. Terbitkan juga ungkapan bagi kuasa haba berguna dan faktor kecekapan bagi tatasusunan menara solar dengan cermin pemantul.

(30 markah)

- [b]** Express the empirical form for the efficiency relationship of a glazed collector when only the input radiation and temperature values are known.

Nyatakan bentuk empirikal bagi hubungan kecekapan pemungut gilap apabila hanya radiasi input dan nilai suhu diketahui.

(20 markah)

- [c]** Water at 50°C is circulated through a flat plate solar collector having a top heat transfer coefficient of 5 W/m²K and back heat transfer coefficient of 2.5 W/m²K. The transmissivity of the glass cover is 0.85 and absorptivity of the absorber plate is 0.9. If the ambient and the inlet temperature is 20°C, what is the minimum solar radiation required to achieve 50°C output water temperatures. Neglect edge losses.

Air pada suhu 50°C digerakkan melalui suatu pemungut solar kepingan rata yang mempunyai pekali pemedahan haba atas sebanyak 5 W/m²K dan pekali pemedahan haba belakang sebanyak 2.5 W/m²K. Kebolehpancaran penutup kaca ialah 0.85 dan kebolehserapan kepingan penyerap ialah 0.9. Sekiranya suhu persekitaran dan suhu masukan ialah 20°C, apakah radiasi solar minimum yang diperlukan untuk mencapai 50°C suhu air keluaran. Abaikan kehilangan pinggir.

(50 markah)

- Q6. [a]** Explain the theoretical maximum power extractable from the wind and prove that in case of horizontal axis wind turbine the maximum power can be obtained when:

Exit Velocity = $\frac{1}{3}$ wind velocity and

$$P_{\max} = \frac{8}{27} \rho AV^3$$

Terangkan kuasa maksimum secara teori yang dihasilkan daripada angin dan buktikan bahawa dalam kes turbin angin paksi melintang, kuasa maksimum angin boleh diperolehi apabila:

Halaju keluar = $\frac{1}{3}$ halaju angin dan

$$P_{\max} = \frac{8}{27} \rho AV^3$$

(30 markah)

- [b] Derive an expression for the shear stress at the surface of a solid cylindrical shaft wind turbine.

Terbitkan ungkapan bagi tegasan ricih pada permukaan aci silinder pejal turbin angin.

(20 markah)

- [c] Wind at 1 standard atmospheric pressure and 15°C temperature has a velocity of 15 m/s. The turbine has diameter of 120m and its operating speed in 40 rev/min at maximum efficiency. Calculate:

- (i) the total power density in the wind stream
- (ii) the maximum obtainable power density
- (iii) the total power produced (in kW)

Angin pada tekanan atmosfera piawai bersamaan 1 dan suhu 15°C mempunyai halaju 15 m/s. Turbin mempunyai diameter 120m dan kelajuan operasinya ialah 40 put/min pada kecekapan maksimum. Kirakan:

- (i) jumlah ketumpatan kuasa bagi aliran angin
- (ii) ketumpatan kuasa maksimum yang boleh didapati
- (iii) jumlah kuasa yang dihasilkan (dalam kW)

(50 markah)

- Q7. [a] Describe with a sketch the principle and operation of

- (i) Pressurised water reactor (PWR)
- (ii) Fast breeder reactor

for the electricity generation.

Huraikan dengan lakaran prinsip dan operasi bagi

- (i) Reaktor air bertekanan (PWR)
- (ii) Reaktor pembiak pantas

bagi penghasilan elektrik.

(70 markah)

- [b] Discuss in detail the problems related to safe disposal of nuclear wastes.

Terangkan dengan terperinci masalah-masalah berkaitan pelupusan bahan-bahan nuklear.

(30 markah)

- Q8. [a] What is the principle of a fuel cell. Discuss problems associated with operation of fuel cell.

Apakah prinsip sel bahan api. Bincangkan masalah-masalah yang berkaitan dengan operasi sel bahan api.

(50 markah)

- [b] Find the output voltage and theoretical conversion efficiency of an oxygen-hydrogen fuel cell operating at 550°C. Assume that its hydrogen is supplied at 1.1 atm and oxygen is supplied from air at 1.2 atm and assume that the steam produced is at 1 atm.

Given:

$$\Delta G^\circ (\text{for steam}) = 228 \times 10^6 \text{ J/kg mole H}_2\text{O}$$

$$\Delta H^\circ (\text{for steam}) = 241 \times 10^6 \text{ J/kg mole H}_2\text{O}$$

$$\Delta H^\circ (\text{for water}) = 286 \times 10^6 \text{ J/kg mole H}_2\text{O}$$

$$F = 9.65 \times 10^7 \text{ C}_1/\text{kg mole electrons.}$$

Cari voltan keluaran dan kecekapan penukaran secara teori bagi sel bahan api oksigen-hidrogen pada 550°C. Anggap hidrogen dibekal pada 1.1 atm dan oksigen dibekal daripada udara pada 1.2 atm dan anggap wap terhasil ialah pada 1 atm.

Diberi:

$$\Delta G^\circ (\text{bagi wap}) = 228 \times 10^6 \text{ J/kg mol H}_2\text{O}$$

$$\Delta H^\circ (\text{bagi wap}) = 241 \times 10^6 \text{ J/kg mol H}_2\text{O}$$

$$\Delta H^\circ (\text{bagi air}) = 286 \times 10^6 \text{ J/kg mol H}_2\text{O}$$

$$F = 9.65 \times 10^7 \text{ c/kg mol elektron.}$$

(50 markah)