

**INSTRUCTION:**

This section consists of **FOUR (4)** structured questions. Answer **ALL** questions.

**ARAHAN:**

*Bahagian ini mengandungi EMPAT (4) soalan berstruktur. Jawab semua soalan.*

**QUESTION 1****SOALAN 1**

- CLO1  
C2 (a) Compare the difference between superheater and reheater.  
*Bandingkan perbezaan diantara peralatan pemanas lampau dan pemanasan semula.*
- [4 marks]  
[4 markah]
- CLO1  
C3 (b) List **FOUR (4)** methods to increase the vapour power cycle performance.  
*Senaraikan EMPAT (4) kaedah untuk meningkatkan prestasi kitaran kuasa wap.*
- [8 markah]
- CLO1  
C4 (c) A steam power plant operates on an ideal reheat Rankine cycle that uses water as the working fluid. As shown in the process flow of **Figure 1c**, the conditions at the inlet to the high pressure turbine stage are 12.0 MPa and 500°C at a rate of 27000 kg/hour. The exhaust steam from the high pressure turbine at 1.5 MPa is reheated to the temperature of 450 °C and then is expanded in the low pressure turbine to the condenser pressure of 7.5 kPa. Work done on the boiler feed-water pump is neglected.
- i. Sketch the process cycle on the temperature versus entropy (T-s) diagram [1 mark]
- and determine the following:
- ii. Enthalpy values at the end of each process [6 marks]
- iii. Temperature of the exhaust steam from high-pressure turbine [1 mark]
- iv. Heat supplied to the system [1 mark]
- v. Gross work [1 mark]
- vi. Net work in kW [1 mark]

- vii. Thermal efficiency [1 mark]
- viii. Specific steam consumption [1 mark]

*Sebuah loji kuasa stim beroperasi pada kitar Rankine sempurna menggunakan air sebagai medium kerja. Keadaan stim pada bahagian masuk turbin tekanan tinggi adalah 12.0 MPa dan 500°C dengan kadar alir 27000 kg/jam seperti yang ditunjukkan di dalam **Rajah 1c**. Stim ekzos dari turbin tekanan tinggi pada tekanan 1.5 MPa dipanaskan semula sehingga mencapai suhu 450°C dan seterusnya dikembangkan di dalam turbin tekanan rendah sehingga ke tekanan pemeluwap 7.5 kPa. Kerja yang dilakukan keatas pam bekalan air suaan dandang diabaikan.*

- i. *Lakarkan kitar proses pada gambarajah suhu melawan entropi (T-s)* [1 markah]

*dan tentukan nilai-nilai berikut:*

- ii. *Entalpi di setiap akhir proses* [6 markah]
- iii. *Suhu stim ekzos dari turbin tekanan tinggi* [1 markah]
- iv. *Haba yang dibekalkan kedalam sistem* [1 markah]
- v. *Kerja kasar* [1 markah]
- vi. *Kerja bersih dalam unit kilowatt (kW)* [1 markah]
- vii. *Kecekapan haba* [1 markah]
- viii. *Penggunaan stim tentu* [1 markah]

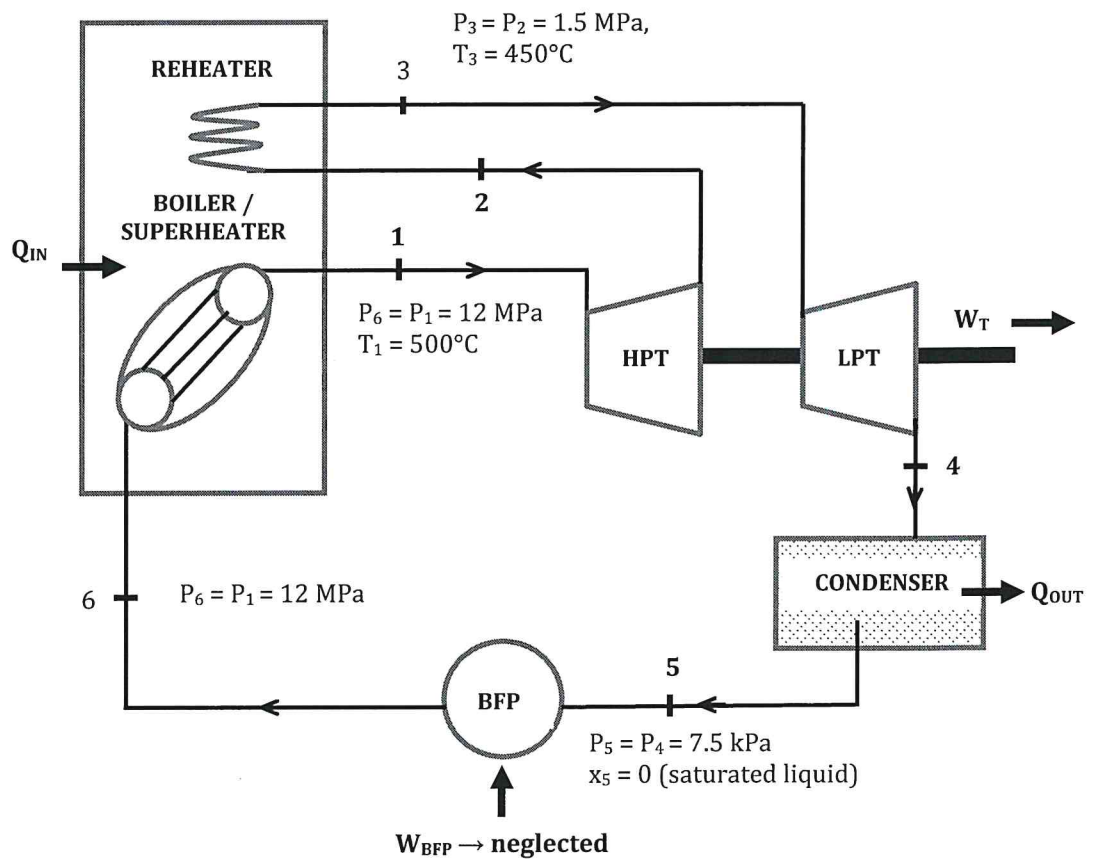


Figure 1c: Process Flow Diagram  
Rajah 1c: Rajah Aliran Proses

**QUESTION 2**  
**SOALAN 2**

CLO1  
C2

- (a) Identify **TWO (2)** advantages and **TWO (2)** disadvantages of the used of a gas turbine engine as a power generation as compared to the other prime mover.

*Kenalpasti DUA (2) kelebihan dan DUA (2) kekurangan penggunaan enjin turbin gas sebagai penjana kuasa berbanding dengan penggerak utama yang lain.*

[4 marks]  
[4 markah]

CLO2  
C3

- (b) Sketch a schematic process flow diagram (PFD) and an ideal Brayton cycle on the temperature versus entropy (T-s) diagram, and then label the diagrams for a **2-shaft gas turbine system** which consist of **1 Compressor, 1 Combustion Chamber, 2 Turbine and Open Cycle**.

*Lakarkan gambarajah blok skematik aliran proses dan kitar Brayton pada gambarajah suhu melawan entropi (T-s) serta labelkan kedua-dua gambarajah bagi satu sistem turbin gas syaf tunggal terdiri dari **1 Pemampat, 1 Rongga Pembakaran, 2 Turbin dan Sistem Terbuka**.*

[8 marks]

[8 markah]

CLO2  
C4

- (c) A gas turbine plant operates on an ideal Brayton cycle with an overall pressure ratio of 9:1. The plant consists of two units of compressors (with complete and ideal intercooling), a combustion chamber and a turbine which drive both compressors and the generator. Air enters the compressor at 300K with a flow rate of 15 kg/s. The maximum temperature in the cycle is 1060K.

- i. Sketch a block schematic flow process diagram, and draw the Brayton cycle on the temperature versus entropy (T-s) diagram and the pressure versus specific volume (p-v) diagram.

[3 marks]

Utilizing the air-standard assumptions and the mass of fuel is neglected, calculate the:

- |      |   |           |
|------|---|-----------|
| ii.  | Enthalpy <b>OR</b> temperature values at the end of the process | [5 marks] |
| iii. | Heat supply to the system                                       | [1 mark]  |
| iv.  | Work output from the turbine                                    | [1 mark]  |
| v.   | Work done to drive both compressors                             | [1 mark]  |
| vi.  | Net output power in kW  | [1 mark]  |
| vii. | Plant efficiency  | [1 mark]  |

Assuming constant properties for air as given below:

Compression process :  $C_{p_a} = 1.005 \text{ kJ/kg.K}$        $\gamma_a = 1.4$

Expansion process:       $C_{p_g} = 1.15 \text{ kJ/kg.K}$        $\gamma_g = 1.33$

**Note:**

The solution can either be using the Change In Temperature Method **OR** the Change In Enthalpy Method.

Sebuah loji turbin gas beroperasi dengan proses sempurna pada nisbah tekanan keseluruhan 9:1. Loji terdiri daripada dua buah pemampat (dengan penyejuk antara yang sempurna diantara kedua-dua pemampat), sebuah kebuk pembakaran dan sebuah turbin memacu kedua-dua pemampat dan penjana elektrik. Udara pada suhu 300K memasuki pemampat dengan kadar alir 15 kg/s dan suhu maksimum dalam kitar ialah 1060K.

- i. Lakarkan gambarajah blok skematik aliran proses dan lukiskan kitar Brayton pada gambarajah suhu melawan entropi ( $T-s$ ) dan gambarajah tekanan melawan isipadu tentu ( $P - v$ ). [3 markah]

Menggunakan semua andaian piawai bagi udara dan jisim bahan api diabaikan, kirakan:

- ii. Entalpi **ATAU** suhu di setiap akhir proses [5 markah]  
 iii. Habu bekalan ke dalam system [1 markah]  
 iv. Kerja keluaran turbin [1 markah]  
 v. Kerja yang digunakan untuk memacu kedua-dua pemampat [1 markah]  
 vi. Kerja keluaran bersih dalam unit kilowatt ( $kW$ ) [1 markah]  
 vii. Kecekapan haba loji [1 markah]

Andaikan pemalar untuk udara adalah seperti dibawah:

$$\text{Proses mampatan} : C_{p_a} = 1.005 \text{ kJ/kg.K} \quad \gamma_a = 1.4$$

$$\text{Proses pengembangan} : C_{p_g} = 1.15 \text{ kJ/kg.K} \quad \gamma_g = 1.33$$

**Nota:**

Penyelesaian boleh dibuat secara Kaedah Perubahan Suhu **ATAU** Kaedah Perubahan Entalpi.

**QUESTION 3****SOALAN 3**

- CLO1  
C2 (a) Identify **FIVE (5)** types of classifications for internal combustion engine.  
*Kenalpasti LIMA (5) dari pengkelasan untuk enjin pembakaran dalam.*
- [5 marks]  
[5 markah]
- CLO1  
C3 (b) Choose **TWO (2)** of the essential elements in a diesel power plant and briefly interpret their function in the system.  
*Pilih DUA (2) elemen penting di dalam sebuah loji kuasa diesel dan tafsirkan dengan ringkas fungsi masing-masing.*
- [8 marks]  
[8 markah]
- CLO2  
C4 (c) An air-standard Otto cycle operates with a temperature of 300 K and the pressure of 100 kPa at the start of a compression stroke. The compression ratio is 8:1 and the maximum temperature of the cycle is 1800 K. Using the nominal standard specific heat capacity values for air at 300K throughout all four processes, take  $C_v = 0.718 \text{ kJ/kg.K}$  and  $C_p = 1.005 \text{ kJ/kg.K}$ .
- i. Sketch the process cycle on the pressure versus volume (p-v) diagram  
[2 marks]
- and determine the following:
- ii. Temperature and pressure at the end of the compression and at the end of expansion stroke, in K [4 marks]
- iii. Heat addition for the cycle, in kJ/kg [3 marks]
- iv. Net work for the cycle, in kJ/kg [1½ marks]
- v. Thermal efficiency of the cycle [1½ marks]

*Satu kitar sempurna udara-piawai Otto beroperasi pada permulaan lejang mampatan dengan suhu 300 K dan tekanan 100 kPa . Nisbah mampatan ialah 8:1 dan suhu maksimum kitar adalah 1800 K. Dengan menggunakan nilai muatan haba tentu piawai nominal bagi udara pada 300 K, bagi semua empat proses yang berlaku, ambil  $C_v = 0.718 \text{ kJ/kg.K}$  and  $C_p = 1.005 \text{ kJ/kg.K}$ .*



- i. Lakarkan kitar proses pada gambarajah tekanan melawan isipadu ( $p-v$ ) [2 markah]

dan tentukan nilai-nilai berikut bagi setiap 1 kg udara:

- ii. Suhu dan tekanan udara diakhir lejang mampatan dan lejang pengembangan, dalam unit K [4 markah]
- iii. Haba bekalan kedalam sistem, dalam unit kJ/kg [3 markah]
- iv. Kerja bersih bagi setiap kitar, dalam unit kJ/kg [1½ markah]
- v. Kecekapan haba kitar [1½ markah]

#### QUESTION 4 SOALAN 4

CLO1  
C3

- (a) List **SIX (6)** important applications of the air conditioning/refrigeration.  
*Senaraikan ENAM (6) kepentingan penggunaan penyamanan udara / penyejukan.*
- [6 marks]  
[6 markah]

CLO2  
C3

- (b) An oil flow through a 40 mm bore steel pipe with the thickness of 4 mm. The pipe is covered by 10 mm thickness of insulator with the thermal conductivity of 0.038 W/m.K as shown in **Figure 4b**. The temperature of the oil in the pipe is 75°C and the ambient temperature is 17°C . The internal thermal conductivity of steel is 50 W/m.K and the inside and outside heat transfer coefficient are 300 W/m<sup>2</sup>.C and 17 W/m<sup>2</sup>.C respectively. Neglecting radiation, calculate the following:
- i. Rate of heat flow per meter length of the pipe [6 marks]
- ii. The temperature of the outside surface ( $T_s$ ) [1 mark]

Note : All dimensions are in mm

*Minyak mengalir di dalam paip keluli bergarispusat 40 mm dan mempunyai ketebalan 4 mm. Paip tersebut di balut dengan penebat setebal 10mm dan mempunyai pekali pengaliran haba 0.038 W/m.K seperti yang ditunjukkan dalam*

**Rajah 4b.** Suhu minyak didalam paip ialah  $75^{\circ}\text{C}$  dan suhu persekitaran ialah  $17^{\circ}\text{C}$ . Pekali pengaliran haba paip keluli ialah  $50 \text{ W/m.K}$  dan pekali pemindahan haba bagi minyak dan udara adalah  $300 \text{ W/m}^2.\text{C}$  and  $17 \text{ W/m}^2.\text{C}$  masing-masing. Dengan mengabaikan pemindahan haba secara pancaran, kirakan yang berikut:

- i. Kadar pengaliran haba bagi setiap meter panjang paip. [6 markah]
- ii. Suhu permukaan luar ( $T_s$ ) [1 markah]

Nota: Semua dimensi adalah dalam mm

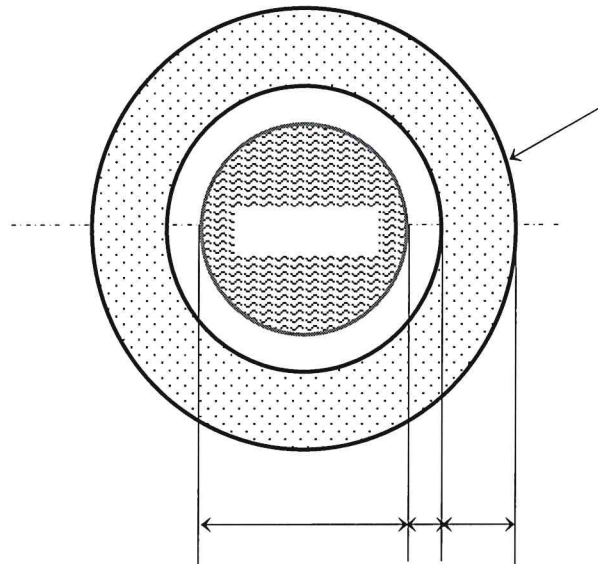


Figure 4b: Heat Flow Diagram  
Rajah 4b:Rajah Aliran Haba

CLO2  
C4

(c) An ammonia refrigerator operates between evaporating and condensing temperatures of  $-18^{\circ}\text{C}$  and  $38^{\circ}\text{C}$  respectively. The condition of the refrigerant is  $6^{\circ}\text{C}$  degree of superheat at the compressor inlet, the compression process is isentropic and there is no undercooling of the condensate.

- i. Sketch the process cycle on the temperature versus entropy ( $T-s$ ) and pressure versus specific volume ( $p-h$ ) diagram.

[2 marks]

Calculate the following:

- ii. The enthalpy values at the end of each process [4 marks]
- iii. The refrigerating effect [1½ marks]



- iv. The mass flow of refrigerant per kW [1½ marks]
- v. Power input per kW of refrigeration [1½ marks]
- vi. The coefficient of performance of refrigeration [1½ marks]

*Sebuah peti penyejuk ammonia beroperasi diantara suhu penyejukan —18°C dan suhu pemeluwapan 38°C masing-masing. Keadaan bahan pendingin pada bahagian kemasukan pemampat adalah 6°C panas lampau, proses mampatan berlaku secara seisentropi dan tiada proses dibawah pendinginan.*

- i. *Lakarkan kitar proses pada gambarajah suhu melawan entropi (T-s) dan gambarajah tekanan melawan isipadu tentu (p-v).*  
[2 markah]

*Kirakan nilai-nilai berikut:-*

- ii. *Entalpi di setiap akhir proses* [4 markah]
- iii. *Kesan penyejukan* [1½ markah]
- iv. *Kadar alir jisim bahan pendingin bagi setiap kilowatt*  
[1½ markah]
- vi. *Kuasa masukan bagi setiap kW penyejukan* [1½ markah]
- vii. *Pekali kelakuan penyejukan* [1½ markah]

**SOALAN TAMAT**