

SULIT

UNIVERSITI MALAYSIA PERLIS

Peperiksaan Akhir Semester Pertama
Sidang Akademik 2025/2026

Januari - Februari 2026

EPT335 – Applied Thermodynamics
[Termodinamik Gunaan]

Masa: 3 jam

Please make sure that this question paper has **SEVEN (7)** printed pages including this front page before you start the examination.

*[Sila pastikan kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** muka surat yang bercetak termasuk muka hadapan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

This question paper has **FIVE (5)** questions. Answer **FOUR (4)** questions only. Each question contributes 25 marks.

*[Kertas soalan ini mengandungi **LIMA (5)** soalan. Jawab **EMPAT (4)** soalan sahaja. Markah bagi tiap-tiap soalan adalah 25 markah.]*

SULIT

Question 1*[Soalan 1]*

You are an engineering consultant for a new development of non flow process of pressure vessel project, which is to be developed in your company. Your task is to evaluate the design proposal for development of the pressure vessel to heat up dairy product at an Ultra High Temperature (UHT) within 3 to 5 seconds. If the vessel of 0.3 m³ capacity contains air at pressure 0.7 bar and temperature 75 °C.

[Anda adalah perunding kejuruteraan untuk pembangunan baharu proses bukan aliran projek takungan tekanan, yang akan dibangunkan di syarikat anda. Tugas anda adalah untuk menilai cadangan reka bentuk untuk pembangunan takungan tekanan untuk memanaskan produk temusu pada Suhu Ultra Tinggi (UHT) dalam masa 3 hingga 5 saat. Jika bejana berkapasiti 0.3 m³ mengandungi udara pada tekanan 0.7 bar dan suhu 75 °C.]

(i). Estimate the mass of water to be injected, so that the vessel is filled with saturated vapour only.

[(i). Anggarkan jisim air yang hendak disuntik, supaya bejana diisi dengan wap tepu sahaja]

(5 Marks / Markah)

(ii). If the injection continues until a total mass of 0.7 kg of water is introduced, determine the new total pressure in the vessel.

[(ii) Jika suntikan berterusan sehingga jumlah jisim 0.7 kg air dimasukkan, tentukan jumlah tekanan baru di dalam takungan.]

(8 Marks / Markah)

(iii). The vessel is then heated until all the water in it evaporates, determine the total pressure for this condition and the heat supplied.

[(iii) Takungan itu kemudiannya dipanaskan sehingga semua air di dalamnya menyejat, tentukan jumlah tekanan untuk keadaan ini dan haba yang dibekalkan.]

(12 Marks / Markah)

Question 2*[Soalan 2]*

You are an engineer at a gas turbine power plant in Perlis. Based on the design specification, your gas turbine engine has a pressure ratio of 10. You also know that the air enters the compressor at a pressure of 150 kPa and temperature of 27 °C, and that the maximum temperature is at the turbine inlet, which is 1000 °C. Recently, due to increase in fuel cost, you are thinking to add a heat exchanger as a regenerator to your gas turbine. You know that this can recover the heat from the turbine exhaust and helps you to save fuel.

[Anda seorang jurutera di kilang kuasa turbin gas di Perlis. Berdasarkan spesifikasi reka bentuk, enjin turbin gas anda mempunyai nisbah tekanan sebanyak 10. Anda juga tahu bahawa udara memasuki pemampat pada tekanan 150kPa dan suhu 27 °C, dan suhu maksimum adalah pada salur turbin, yang mana adalah 1000 °C. Baru-baru ini, disebabkan kenaikan kos bahan api, anda berfikir untuk menambah penukar haba sebagai penjana semula kepada turbin gas anda. Anda tahu bahawa ini dapat memulihkan haba dari ekzos turbin dan membantu anda menjimatkan bahan bakar.]

- (a). Calculate the increase in thermal efficiency of your gas turbine when you add a regenerator with 100% efficiency. Assume the gas turbine is based on an ideal Brayton Cycle and use constant specific heats at room temperature with $k = 1.4$. Hint: For the typical arrangement of a gas turbine with a regenerator, as depicted in **Figure 1**, a regenerator with 100% efficiency will enable all heat from Point 5 to Point 6 to be transferred to the air between Point 2 and Point 3.

*[Kirakan peningkatan kecekapan haba turbin gas anda apabila anda menambah regenerator dengan kecekapan 100%. Anggapkan turbin gas berdasarkan Kitaran Brayton yang ideal dan gunakan pemanasan spesifik yang berterusan pada suhu bilik dengan $k = 1.4$. Petunjuk: Untuk pengaturan tipikal turbin gas dengan regenerator, seperti yang digambarkan dalam **Rajah 1**, regenerator dengan kecekapan 100% akan membolehkan semua haba dari titik 5 hingga titik 6 dipindahkan ke udara di antara Titik 2 dan Titik 3.]*

(15 Marks / Markah)

- (b). Will your gas turbine efficiency be increased, or reduced, if you were to operate this same gas turbine in Cameron Highlands, where the surrounding air is colder? Explain your answer.

[Adakah kecekapan turbin gas anda meningkat, atau dikurangkan, jika anda mengendalikan turbin gas yang sama di Cameron Highlands, di mana udara sekitarnya lebih sejuk? Terangkan jawapan anda.]

(10 Marks / Markah)

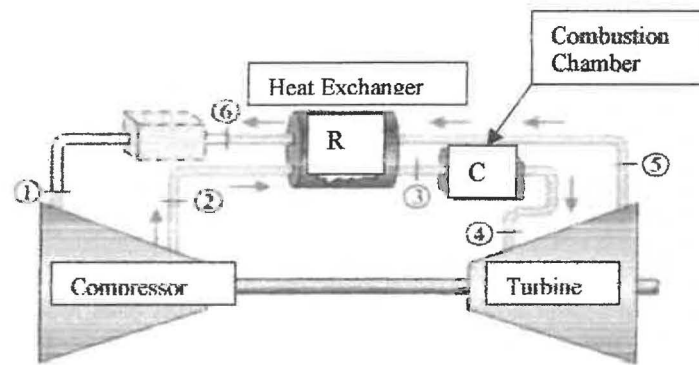


Figure 1: Typical arrangement of a gas turbine with a regenerator
[Rajah 1: Susunan tipikal turbin gas dengan penjana semula]

Question 3*[Soalan 3]*

- (a) Calculate the heat and work transfers, cycle efficiency and specific steam consumption for a steam power plant which operates on the Carnot Cycle from a pressure of 20 bar to 0.030 bar.

[Kirakan pemindahan haba dan kerja, kecekapan kitaran dan penggunaan stim khusus untuk loji kuasa stim yang beroperasi pada Kitaran Carnot daripada tekanan 20 bar kepada 0.030 bar.]

(6 Marks / Markah)

- (b) 1500 kg/hr of dry saturated steam at 20 bar is supplied to a turbine and the condenser pressure is 0.030 bar. If the plant operates according to the Rankine cycle, find: (i). work output if work by feed pump is neglected, (ii). feed pump work and work ratio, (iii). heat supplied, (iv). Rankine efficiency, (v). Specific Steam Consumption (ssc), and (vi) heat transferred to evaporator cooling water and rate of flow of cooling water if the rise in temperature is 5.5 K. Compare these results with the corresponding values for Carnot cycle in Question (a).

[1500 kg/jam wap tepu kering pada 20 bar dibekalkan kepada turbin dan tekanan kondenser ialah 0.030 bar. Jika loji beroperasi mengikut kitaran Rankine, cari: (i). hasil kerja jika kerja dengan pam suapan diabaikan, (ii). kerja pam suapan dan nisbah kerja, (iii). haba dibekalkan, (iv). Kecekapan Rankine, (v). ssc, dan (vi) haba dipindahkan ke air penyejuk penyejat dan kadar aliran air penyejuk jika kenaikan suhu ialah 5.5 K. Bandingkan keputusan ini dengan nilai yang sepadan untuk kitar Carnot dalam Soalan (a).]

(12 Marks / Markah)

- (c). Recalculate **Question 3(b)**, by taking degree of superheat as 200°C. Then reconsider **Question 3(b)** and this time the plant operates with superheat. Calculate efficiency, ssc and dryness factor for steam coming out from second stage turbine. Assume that steam coming out from first stage turbine is dry saturated and is reheated to its initial temperature i.e. 412.4°C. Compare All the results with the corresponding values for Carnot cycle in **Question 3(a)**. Give your comments on the findings.

[Kira semula Soalan 3(b), dengan mengambil darjah kepanasan lampau sebagai 200°C. Kemudian pertimbangkan semula Soalan 3(b) dan kali ini loji itu beroperasi dengan haba lampau. Kira kecekapan, ssc dan faktor kekeringan untuk wap yang keluar dari turbin peringkat kedua. Andaikan wap yang keluar dari turbin peringkat pertama adalah tepu kering dan dipanaskan semula ke suhu awalnya iaitu 412.4°C. Bandingkan Semua keputusan dengan nilai yang sepadan untuk kitaran Carnot dalam Soalan 3(a). Berikan ulasan anda tentang dapatan.]

(7 Marks / markah)

Question 4*[Soalan 4]*

- (a) In a single-acting, two-stage reciprocating air compressor 4.5 kg of air per minute are compressed from 1.013 bar and 15°C through a pressure ratio of 9 to 1. Both stages have the same pressure ratio, and the lower compression and expansion in both stages is $pV^{1.3} = \text{constant}$. If intercooling is complete, calculate the indicated power and the cylinder swept volumes required. Assume that the clearance volumes of both stages are 5% of their respective swept volumes and that the compressor runs at 300 rev/ min.

[Dalam satu tindakan pemampat udara salingan dua peringkat 4.5 kg atau udara seminit dimampatkan daripada 1.013 bar dan 15°C melalui nisbah tekanan 9 hingga 1. Kedua-dua peringkat mempunyai nisbah tekanan yang sama, dan mampatan dan pengembangan yang lebih rendah dalam kedua-dua peringkat ialah $pV^{1.3} = \text{malar}$. Jika intercooling selesai, hitung kuasa yang ditunjukkan dan isipadu sapu silinder yang diperlukan. Andaikan bahawa isipadu pelepasan atau kedua-dua peringkat adalah 5% atau isipadu sapuan masing-masing dan pemampat berjalan pada 300 putaran/ min.]

(17 Marks / Markah)

- (b) A three-stage, single-acting air compressor running in an atmosphere at 1.013 bar and 15 °C has a free air delivery of 2.83 m³/min. The suction pressure and temperature are 0.98 bar and 32 °C respectively. Calculate the indicated power required, assuming complete intercooling, $n = 1.3$, and that the machine is designed for minimum work. The delivery pressure is to be 70 bar.

[Pemampat udara tiga peringkat, satu tindakan yang berjalan dalam atmosfera pada 1.013 bar dan 15 °C mempunyai penghantaran udara percuma atau 2.83 m³/min. Tekanan sedutan dan suhu masing-masing ialah 0.98 bar dan 32 °C. Kira kuasa yang ditunjukkan yang diperlukan, dengan anggapan intercooling lengkap, $n = 1.3$, dan mesin direka bentuk untuk kerja minimum. Tekanan penghantaran ialah 70 bar].

(8 Marks / Markah)

Question 5
[Soalan 5]

This month, your company is going to develop a reciprocating compressor to be used for gas compression at an offshore platform. Your specific job is to monitor the the compressor before it is fabricated and applied offshore. The compressor details are as follows: The reciprocating compressor is a single acting with incoming air pressure of 1 bar and temperature inlet of 15 °C. The maximum operating pressure is 64 bar, achieved in three stages with equal pressure ratios between the stages. The Free Air Delivery is rated at 0.07 m³/s. The stroke for each stage is 120 mm and the speed for each stage is 360 rev/min. An intercooler have been introduced each between the stages, which is able brings the temperature back to the incoming air temperature, as long as the incoming air stays above 15 °C. Index of compression for each stage is 1.3, taking a constant specific of air, 1.005 kJ/kg K. The compressor air leakage and clearance volume is very small compared to the air flow and the cylinder dimension, respectively. Your operating manager asks the following questions: First, he would like to add some cooling to each cylinder and thus would like to know the amount of heat to be removed from each cylinder. Second, he may use the compressor at a site where the incoming air is 20 °C. He wants to know how the isothermal efficiency of the compressor will be changing change in this case, since it is initially designed to have an incoming air at 15 °C. Please provide answers to the operating manager. Show your calculations clearly.

[Bulan ini, syarikat anda akan membangunkan pemampat salingan untuk digunakan untuk pemampatan gas di platform luar pesisir. Tugas khusus anda ialah memantau pemampat sebelum ia dibuat dan digunakan di luar pesisir. Butiran pemampat adalah seperti berikut: Yang berbalas-balas pemampat adalah satu tindakan dengan tekanan udara masuk 1 bar dan suhu masuk 15 °C. Tekanan operasi maksimum ialah 64 bar, dicapai dalam tiga peringkat dengan tekanan yang sama nisbah antara peringkat. Penghantaran Udara Percuma dinilai pada 0.07 m³/s. Pukulan untuk setiap peringkat ialah 120 mm dan kelajuan bagi setiap peringkat ialah 360 rev/min. Intercooler telah diperkenalkan setiap antara peringkat, yang mampu membawa suhu kembali ke udara masuk suhu, selagi udara yang masuk kekal melebihi 15 °C. Indeks pemampatan untuk setiap peringkat ialah 1.3, mengambil spesifik tetap udara, 1.005 kJ/kg K. Kebocoran dan kelegaan udara pemampat isipadu adalah sangat kecil berbanding dengan aliran udara dan dimensi silinder, masing-masing. Awak pengurus operasi bertanya soalan berikut: Pertama, dia ingin menambah sedikit penyejukan setiap silinder dan dengan itu ingin mengetahui jumlah haba yang akan dikeluarkan dari setiap silinder. Kedua, dia boleh menggunakan pemampat di tapak di mana udara masuk ialah 20 °C. Dia nak tahu bagaimana kecekapan isoterma pemampat akan mengubah perubahan dalam kes ini, kerana ia pada mulanya direka untuk mempunyai udara masuk pada 15 °C. Sila berikan jawapan kepada operasi pengurus. Tunjukkan pengiraan anda dengan jelas.]

(25 Marks / Markah)

-0000000-