



**UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN MALAYSIA**

**PEPERIKSAAN AKHIR  
SEMESTER II  
SESI 2008/2009**

**NAMA MATA PELAJARAN: TERMODINAMIK I**

**KOD MATA PELAJARAN : BDA 2022**

**KURSUS : 2 BDI**

**TARIKH : APRIL/MEI 2009**

**JANGKA MASA : 2 JAM 30 MINIT**

**ARAHAN:**

- 1. JAWAB EMPAT (4) SOALAN DARIPADA LIMA (5) SOALAN.**
- 2. NYATAKAN ANDAIAN YANG DIBUAT BAGI SETIAP SOALAN.**

**KERTAS SOALAN INI MENGANDUNGI LIMA (5) MUKA SURAT**

- S1 (a) Bagaimana pekali prestasi (*COP*) sebuah penyejuk *Carnot* boleh ditingkatkan?  
(3 markah)
- (b) Sebuah penyejuk *Carnot* beroperasi di dalam sebuah bilik bersuhu  $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Penyejuk tersebut menggunakan kuasa sebanyak  $600\text{ W}$  semasa beroperasi dan mempunyai pekali prestasi (*COP*) sebanyak  $4.5$ . Tentukan:  
(i) kadar pembuangan haba dari ruang penyejuk; dan  
(ii) suhu ruang penyejuk.  
(12 markah)
- (c) Seorang perekacipta mengaku telah membina sebuah sistem penyejuk yang boleh menyingkir haba dari sebuah ruang tertutup bersuhu  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan memindahkannya ke persekitaran yang bersuhu  $29\text{ }^{\circ}\text{C}$  dengan mengekalkan pekali prestasi (*COP*) sebanyak  $5.4$ . Adakah pengakuan itu munasabah? Berikan penjelasan kepada jawapan anda.  
(10 markah)
- S2 (a) Apabila dua aliran bendalir dicampurkan di dalam sebuah kebuk percampuran, bolehkah hasil campuran tersebut bersuhu lebih rendah daripada kedua-dua aliran tersebut? Sila terangkan.  
(3 markah)
- (b) Di dalam sebuah sistem pemanas, udara dipanaskan dengan melalukannya kepada beberapa buah tiub yang mengandungi aliran mantap stim. Stim tersebut memasuki penukar haba pada  $300\text{ kPa}$  dan  $250\text{ }^{\circ}\text{C}$  dengan kadar alir  $188\text{ g/s}$  dan keluar pada  $275\text{ kPa}$  dan  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Udara pula masuk pada  $100\text{ kPa}$ ,  $33\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan keluar pada  $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Lakarkan rajah sistem tersebut dan tentukan kadar alir isipadu masukan udara.  
(22 markah)

- S3 (a) Sebuah peresap adiabatik adalah alat yang mengurangkan halaju bendalir yang melaluinya seterusnya mengurangkan tenaga kinetik. Apakah yang berlaku kepada tenaga kinetik yang hilang tersebut?  
(3 markah)
- (b) Udara pada 60 kPa dan 7 °C memasuki sebuah peresap adiabatik mantap dengan halaju 220 m/s dan keluar pada 85 kPa dan 22 °C. Tentukan:  
(i) halaju keluaran udara; dan  
(ii) nisbah luas masukan kepada keluaran  $A_1/A_2$ .  
(22 markah)
- S4 Stim memasuki sebuah turbin adiabatik pada 7 MPa, 650 °C, dan 88 m/s serta keluar pada 100 kPa, 150 °C, dan 144 m/s. Jika kuasa keluaran turbin tersebut adalah sebanyak 6.3 MW, tentukan:  
(a) kadar alir jisim stim yang melalui turbin tersebut; dan  
(b) kecekapan seentropi turbin tersebut.  
(25 markah)
- S5 Dua buah tangki (Tangki A dan Tangki B) diasingkan oleh sebuah pemisah. Pada awalnya, Tangki A mengandungi 2.7 kg stim pada 1.2 MPa dan 350 °C manakala Tangki B mengandungi 3.3 kg campuran cecair-wap tepu pada 165 °C dengan 30% pecahan cecair. Sekarang pemisah tersebut dikeluarkan dan kedua tangki tersebut bercampur sehingga sebati. Jika tekanan akhir stim ialah 400 kPa, tentukan:  
(a) isipadu tentu akhir stim;  
(b) suhu akhir stim;  
(c) kualiti akhir stim; dan  
(d) jumlah haba yang hilang daripada kedua tangki tersebut.  
(25 markah)

- S1 (a) How can we increase the COP of a Carnot refrigerator?  
(3 marks)
- (b) A Carnot refrigerator operates in a room in which the temperature is  $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ . The refrigerator consumes  $600\text{ W}$  of power when operating and has a COP of 4.5. Determine:  
(i) the rate of heat removal from the refrigerated space; and  
(ii) the temperature of the refrigerated space.  
(12 marks)
- (c) An inventor claims to have developed a refrigeration system that removes heat from the closed region at  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  and transfers it to the surrounding air at  $29\text{ }^{\circ}\text{C}$  while maintaining a COP of 5.4. Is this claim reasonable? Please explain your answer.  
(10 marks)
- S2 (a) When two fluid streams are mixed in a mixing chamber, can the resultant mixture temperature be lower than the temperature of both streams? Please explain.  
(3 marks)
- (b) In a steam heating system, air is heated by being passed over some tubes through which steam flows steadily. Steam enters the heat exchanger at  $300\text{ kPa}$  and  $250\text{ }^{\circ}\text{C}$  at a rate of  $188\text{ g/s}$  and leaves at  $275\text{ kPa}$  and  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Air enters at  $100\text{ kPa}$ ,  $33\text{ }^{\circ}\text{C}$  and leaves at  $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Sketch a diagram for the system and determine the volume flow rate of air at the inlet.  
(22 marks)

- S3 (a) An adiabatic diffuser is a device that reduces the speed of any fluid flowing through it thus decreases its kinetic energy. What happens to this lost kinetic energy?
- (3 marks)
- (b) Air at 60 kPa and 7 °C enters an adiabatic diffuser steadily with a velocity of 220 m/s and leaves at 85 kPa and 22 °C. Determine:
- (i) the exit velocity of the air; and
  - (ii) the ratio of the inlet to exit area  $A_1/A_2$ .
- (22 marks)
- S4 Steam enters an adiabatic turbine at 7 MPa, 650 °C, and 88 m/s and leaves at 100 kPa, 150 °C, and 144 m/s. If the power output of the turbine is 6.3 MW, determine:
- (a) the mass flow rate of the steam flowing through the turbine; and
  - (b) the isentropic efficiency of the turbine.
- (25 marks)
- S5 Two tanks (Tank A and Tank B) are separated by a partition. Initially Tank A contains 2.7 kg steam at 1.2 MPa and 350 °C while Tank B contains 3.3 kg saturated liquid-vapor mixture at 165 °C with a liquid mass fraction of 30%. Now the partition is removed and the two sides are allowed to mix until the equilibrium is established. If the pressure of the steam at the final state is 400 kPa, determine:
- (a) the specific volume of the steam at the final state;
  - (b) the temperature of the steam at the final state;
  - (c) the quality of the steam at the final state; and
  - (d) the amount of heat lost from the tanks.
- (25 marks)



**UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN MALAYSIA**

**PEPERIKSAAN AKHIR  
SEMESTER II  
SESI 2008/2009**

NAMA MATA PELAJARAN : TERMODINAMIK II

KOD MATA PELAJARAN : BDA 3043

KURSUS : 3 BDD / 3 BDI

TARIKH PEPERIKSAAN : APRIL/MEI 2009

JANGKA MASA : 3 JAM

ARAHAN :

1. JAWAB **EMPAT (4)** DARIPADA **ENAM (6)** SOALAN
2. SIMBOL YANG DIGUNAKAN MEMPUYAI TAKRIFAN YANG LAZIM KECUALI JIKA DINYATAKAN SEBALIKNYA.
3. NYATAKAN ANDAIAN YANG DIBUAT BAGI SETIAP SOALAN.

KERTAS SOALAN INI MENGANDUNGI DUA BELAS (12) MUKA SURAT

**S1** Stim dibekalkan kepada dua peringkat turbin pada tekanan 18 MPa dan suhu 550 °C seperti dalam **RAJAH S1**. Ia mengembang dalam turbin dalam keadaan kering tepu, dan dipanaskan semula kepada suhu 570 °C dan tekanannya adalah 3 MPa. Seterusnya ia mengembang di dalam turbin peringkat kedua. Tekanan dalam pemeluwap ialah 0.005 MPa.

- (i) Tuliskan keseimbangan tenaga pada setiap turbin, dandang, unit pemanasan semula, pemeluwap dan pam;
- (ii) Lakarkan gambajah T-s untuk kitar ini;
- (iii) Andaikan proses adalah ideal dan kerja pam diabaikan, kirakan kecekapan termal;
- (iv) Kirakan kecekapan termal jika tiada unit pemanasan semula; dan
- (v) Jika kecekapan proses pengembangan di dalam turbin adalah 84% bagi turbin peringkat pertama dan 78% bagi turbin peringkat kedua, kirakan kecekapan termal.

(25 markah)

**S2** Sebuah unit turbin gas menyedut udara pada suhu 17 °C dan tekanan 1.01 bar. Nisbah tekanan keseluruhan adalah 8/1. Pemampat dipacu oleh turbin tekanan tinggi dan turbin tekanan rendah memacu janakuasa. Kecekapan seentropik bagi pemampat, turbin tekanan tinggi dan tekanan rendah adalah 0.8, 0.85 dan 0.83 masing-masing. Suhu maksimum kitar ini adalah 650 °C. Bagi proses pemampatan ambil  $c_p=1.005\text{kJ/kgK}$  dan  $\gamma=1.4$ ; bagi proses pembakaran dan proses pengembangan ambil  $c_p=1.15\text{kJ/kgK}$  dan  $\gamma=1.333$ . Abaikan jisim bahan bakar.

- (i) Lakarkan gambarajah T-s untuk kitar ini;
- (ii) Kirakan tekanan dan suhu gas yang memasuki turbin penjana kuasa (turbin tekanan rendah);
- (iii) Kirakan kuasa bersih yang dihasilkan;
- (iv) Kirakan nisbah kerja; dan
- (v) Kirakan kecekapan termal.

(25 markah)

- S3 (a) Lakarkan gambarajah p-v dan tunjukkan bahawa hubungan tekanan perantaraan mampatan unggul bagi pemampat dua peringkat di beri sebagai,

$$p_i = \sqrt{p_1 p_2}$$

dengan  $P_i$  adalah tekanan perantaraan  
 $p_1$  dan  $p_2$  adalah tekanan awal mampatan dan hantaran masing-masing.

(10 markah)

- (b) Sebuah pemampat udara dua peringkat mempunyai tiga silinder yang mempunyai lejang dan gerak yang sama. Tekanan hantaran 7 bar dan hantaran udara bebas (F.A.D) ialah  $4.2 \text{ m}^3/\text{min}$ . Udara disedut masuk pada 1.013 bar, suhu  $21^\circ\text{C}$  dan penyejuk antara mampatan menyejukkan udara kepada  $38^\circ\text{C}$ . Indek mampatan ialah 1.25 untuk kesemua ketiga-tiga silinder. Abaikan isipadu kelegaan, Tentukan:

- (i) Tekanan perantaraan;
- (ii) Kuasa yang diperlukan untuk memacu pemampat; dan
- (iii) Kecekapan sesuhu.

(15 markah)

- S4 Sebuah sistem penyejukan lata dua peringkat seperti yang ditunjukkan dalam **RAJAH S4**, beroperasi di antara dua had tekanan 1.2 MPa dan 240 kPa dengan pendingin R-134a sebagai bendalir bekerja. Haba disingkirkan daripada kitar tekanan rendah kepada kitar tekanan tinggi diambil alih di dalam sebuah penukar haba pengira alir adiabatik di mana tekanan di dalam kitar tekanan tinggi dan kitar tekanan rendah adalah 0.5 and 0.6 MPa, masing-masing.

Pendingin dalam keadaan cecair tepu keluar daripada pemeluwap bagi kitar tekanan tinggi manakala pendingin dalam keadaan wap tepu memasuki ke pemampat bagi kitar tekanan rendah. Kecekapan isetropik setiap pemampat ialah 85 %. Kadar alir jisim pendingin melalui kitar tekanan rendah ialah  $9.0 \text{ kg}/\text{min}$ .

- (i) Lakar kitar pendingin dalam gambarajah T – s;
- (ii) Tentuksn entalpi pendingin yang meninggalkan pemampat tekanan rendah;
- (iii) Tentukan kadar alir jisim pendingin menerusi kitar tinggi;
- (iv) Berapa kadar haba berpindah daripada ruang sejuk.



(beban penyejukan)?; dan

(v) Tentukan pekali prestasi (COP) untuk sistem penyejukan.

(25 markah)

- S5** (a) Gambarajah tekanan melawan isipadu tentu ditunjukkan dalam **RAJAH S5** bagi kitar Otto gas unggul. Buktikan perhubungan kecekapan termal Otto untuk kitar ialah:

$$\eta_{th, Otto} = 1 - \frac{1}{\epsilon^{\gamma-1}}$$

di mana,  $\epsilon = \frac{v_1}{v_2}$  dan  $\gamma$  = nisbah mampatan.

(5 markah)

- (b) Kitar Otto unggul mempunyai nisbah mampatan 8/1. Pada keadaan permulaan proses mampatan, udara adalah pada 95 kPa, 27 °C dan 750 kJ/kg haba yang dipindahkan ke udara selepas proses penambahan haba. Dengan mengambil kira perubahan haba tentu dan suhu, tentukan:

(i) Tekanan dan suhu pada akhir proses penambahan haba;

(ii) Kerja bersih keluaran;

(iii) Kecekapan kitar Otto; dan

(iv) Purata tekanan berkesan (MEP) bagi kitar.

(20 markah)

- S6** Sebuah menara pendingin proses loji kecil seperti digambarkan dalam **RAJAH S6**, adalah direkabentuk untuk menyejuk 6.0 kg air per saat. Suhu masukkan air hangat adalah 50 °C. Motor pemacu kipas menyedut udara 12 m<sup>3</sup>/s melalui menara dan kuasa di serap ialah 6.0 kW. Udara memasuki menara ialah 23 °C, dan mempunyai kelembapan ralatif 60 %. Udara meninggalkan menara adalah tepu pada suhu 30 °C. Tekanan mengalir keluar menara adalah malar pada 1.013 bar, and air tambahan di tambah di luar menara.

(i) Kira nisbah kelembapan pada masukan udara;

(ii) Berapakah jumlah kadar alir jisim air tambahan di perlukan?; dan

(iii) Tentukan suhu akhir air yang meninggalkan menara.

(25 markah)

**Q1** Steam is supplied to a two-stage turbine at 18 MPa and 550 °C shown in **RAJAH S1**. It enters into the high pressure turbine as dry saturated and is reheated to 570 °C at 3 MPa. The steam expands further through the lower pressure turbine. The condenser pressure is 0.005 MPa.

(i) Write the energy balance equations for each device (turbine, boiler, reheater, condenser and pump)

(ii) Draw the thermodynamic cycle on a T-s diagram.

(iii) Calculate the thermal efficiency if the process is an ideal and the pump work negligible.

(iv) Calculate the thermal efficiency without steam reheat.

(v) Calculate thermal efficiency if the isentropic efficiencies of the high pressure and low pressure turbine are 84 % and 78 %, respectively.

(25 marks)

**Q2** A gas turbine unit induces air at 17 °C and 1.01 bar and its overall pressure ratio is 8/1. The compressor is driven by a high pressure (HP) turbine and a lower pressure (LP) turbine drives a separate power shaft. The isentropic efficiency of the compressor, HP and LP turbines are 0.8, 0.85, 0.83, respectively. The maximum cycle temperature is 650 °C.

(For the compression process:  $c_p=1.005\text{kJ/kgK}$  and  $\gamma=1.4$ ;  
for both combustion and expansion :  $c_p=1.15\text{kJ/kgK}$  and  $n=1.333$ .)

(i) Draw the T-s diagram of the cycle;

(ii) Calculate the pressure and temperature of the gas entering the power turbine (L.P. turbine);

(iii) Calculate the net power;

(iv) Calculate the work ratio; and

(v) Calculate thermal efficiency.

(25 marks)

**Q3** (a) Sketch on the p-v diagram and shows that the ideal intermediate pressure of two stage compressor is given as,

$$p_i = \sqrt{p_1 p_2}$$

Where  $P_i$  is intermediate pressure  
 $p_1$  and  $p_2$  are compression pressure initial and delivery, respectively.  
 (10 marks)

- (b) A two stage air compressor consists of three cylinders having the same bore and stroke. The delivery pressure is 7 bar and the free air delivery (F.A.D) is  $4.2 \text{ m}^3/\text{min}$ . Air is drawn in at 1.013 bar,  $21^\circ\text{C}$  and is inter-cooled to  $38^\circ\text{C}$ . The index of compression is 1.25 for all three cylinders. Neglecting clearance of volume calculate:

- (i) The intermediate pressure;
- (ii) The power required to drive the compressor and,
- (iii) The isothermal efficiency.

(15 marks)

- Q4** A two-stage cascade refrigeration system as shown in **RAJAH S4**, operates between the pressure limits of 1.2 MPa and 240 kPa with refrigerant R-134a as the working fluid. Heat rejection from the lower cycle to the upper cycle takes place in an adiabatic counterflow heat exchanger where the pressure in the upper and lower cycles are 0.5 and 0.6 MPa, respectively. In both cycles, the refrigerant is a saturated liquid at the condenser exit and a saturated vapor at the compressor inlet. The isentropic efficiency of each compressor is 85 %. The mass flow rate of the refrigerant through the lower cycle is  $9.0 \text{ kg}/\text{min}$ .

- (i) Sketch the refrigeration cycle on the T – s diagram;
- (ii) Calculate the enthalpy of the refrigerant leaving the low pressure compressor ;
- (iii) Determine the mass flow rate of the refrigerant through the upper cycle;
- (iv) What is the rate of heat removal from the refrigerated space (the refrigerating load)? ; and
- (v) Determine the Coefficient of Performance (COP) for the refrigeration system.

(25 marks)

- Q5** (a) Pressure versus specific volume diagram for an ideal gas Otto cycle is showed in **RAJAH S5**. Shows that the thermal efficiency for that cycle is given as,

$$\eta_{th,Otto} = 1 - \frac{1}{\epsilon^{\gamma-1}}$$

where,  $\epsilon = \frac{v_1}{v_2}$  and  $\gamma =$  compression ratio

(5 marks)

- (b) An ideal Otto cycle has compression ratio of 8/1. At the beginning of the compression process, air is at 95 kPa and 27°C and 750 kJ/kg of heat is transferred to air during the constant heat-addition process. Taking into account the variation of specific heats with temperature. Determine:

- (i) The pressure and temperature at the end of the heat-addition process ;
- (ii) The net work output ;
- (iii) The Otto cycle efficiency ; and
- (iv) The mean effective pressure (MEP) for the cycle.

(20 marks)

- Q6** A cooling tower of a small process plant as illustrated in **RAJAH S6**, is designed to cool 6.0 kg of water per second. The inlet temperature of the warm water is 50 °C. The motor-driven fan induces 12 m<sup>3</sup>/s of air through the tower and the power absorbed is 6.0 kW. The air entering the tower is at 23 °C, and has a relative humidity of 60 %. The air leaving the tower is saturated at a temperature of 30 °C. The pressure throughout the tower is constant at 1.013 bar, and the makeup water is added outside the tower.

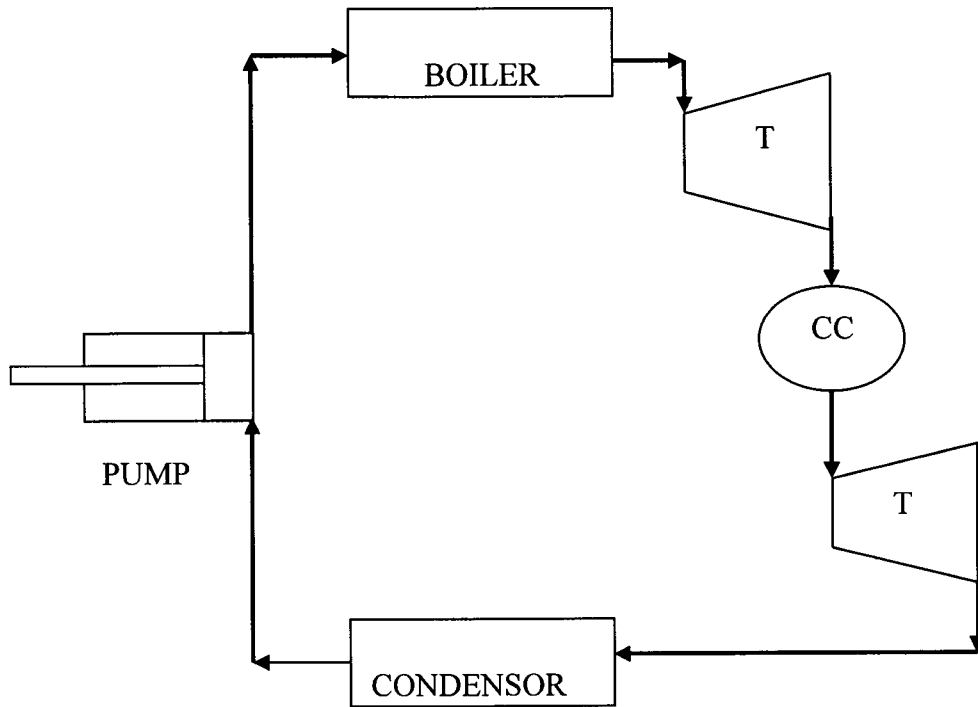
- (i) Calculate the humidity ratio at the air inlet ;
- (ii) What is the amount of the mass flow rate of the makeup water required? ;  
and
- (iii) Determine the final temperature of the water leaving the tower.

(25 marks)

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/ SESI : 2/2008/2009  
MATA PELAJARAN: TERMODINAMIK II

KURSUS : BDD/BDI  
KOD MATA PELAJARAN : BDA 3043

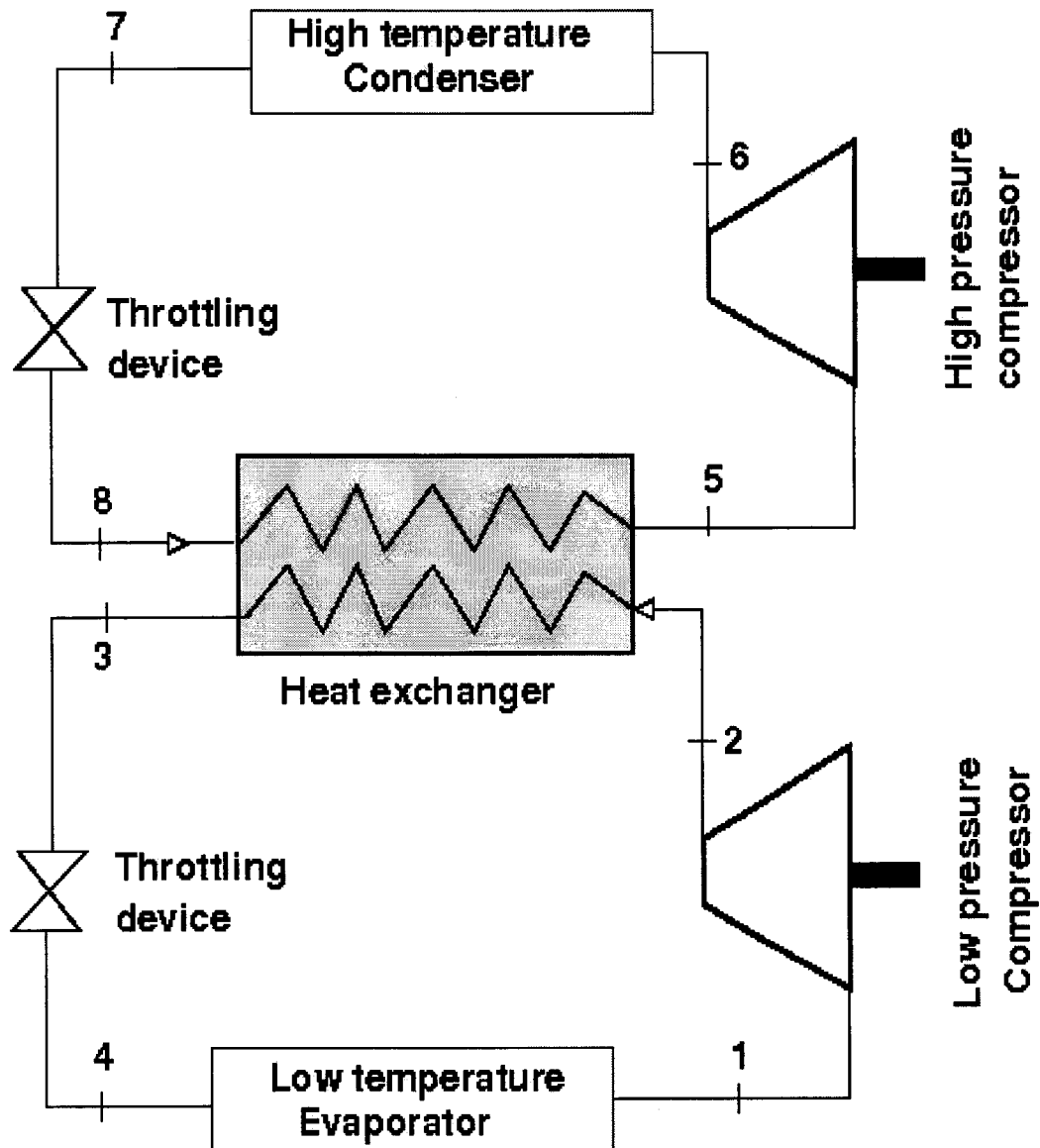


**RAJAH S1**

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/ SESI : 2/2008/2009  
MATA PELAJARAN: TERMODINAMIK II

KURSUS : BDD/BD1  
KOD MATA PELAJARAN : BDA 3043



RAJAH S4

PEPERIKSAAN AKHIR

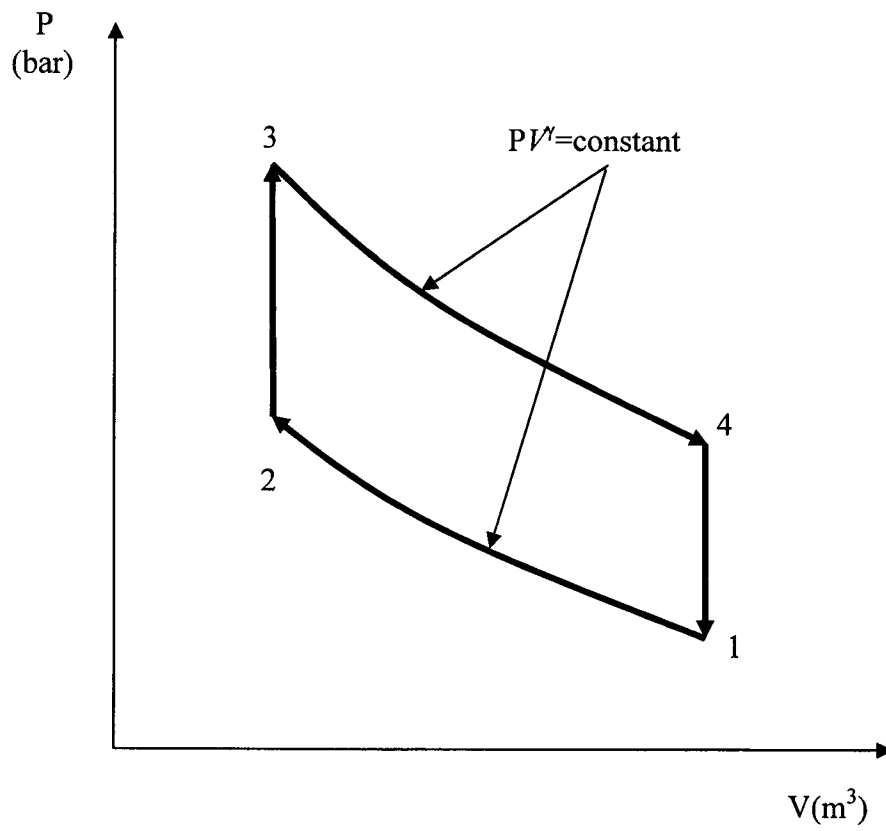
SEMESTER/ SESI : 2/2008/2009

KURSUS

: BDD/BDI

MATA PELAJARAN: TERMODINAMIK II

KOD MATA PELAJARAN : BDA 3043

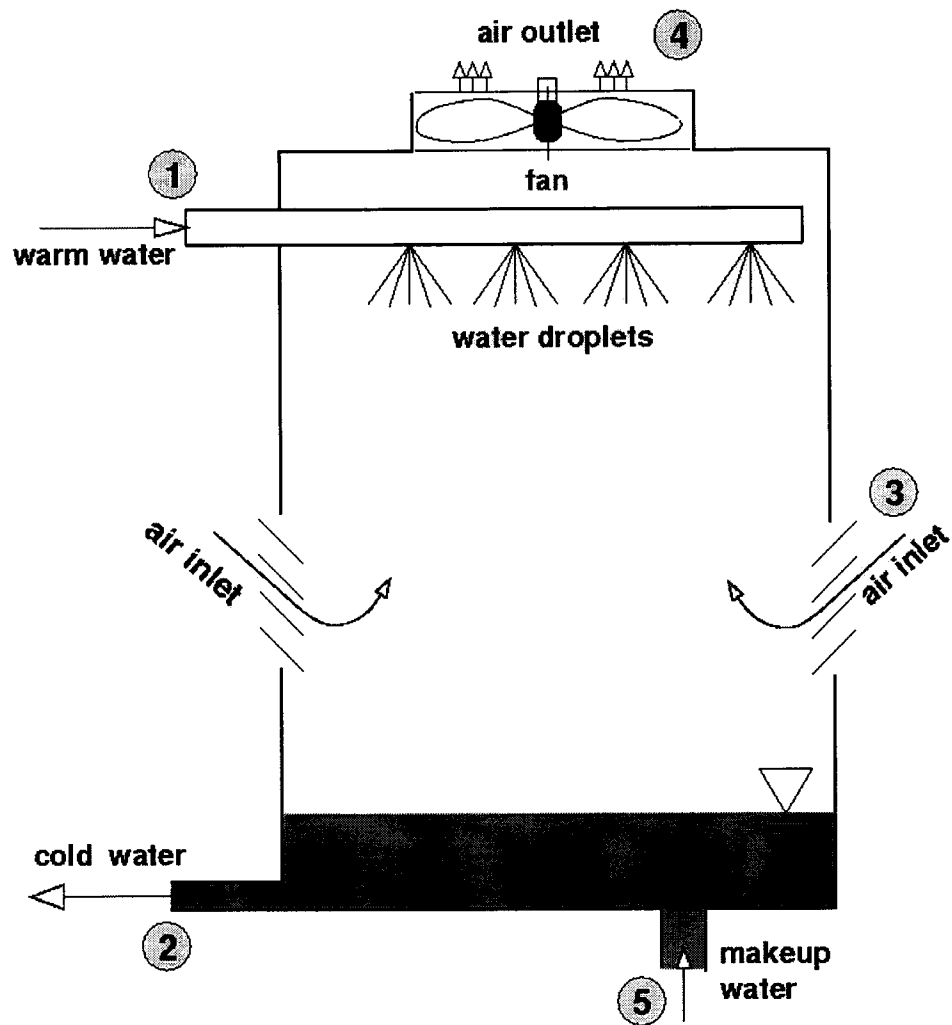


RAJAH S5

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/ SESI : 2/2008/2009  
MATA PELAJARAN: TERMODINAMIK II

KURSUS : BDD/B01  
KOD MATA PELAJARAN : BDA 3043



RAJAH S6



PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/ SESI : 2/2008/2009  
 MATA PELAJARAN: TERMODINAMIK II

KURSUS : BDD/BDI  
 KOD MATA PELAJARAN : BDA 3043

LAMPIRAN A

PSYCHROMETRIC CHART

