

SULIT



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI
JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI**

**BAHAGIAN PEPERIKSAAN DAN PENILAIAN
JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI
KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI**

JABATAN KEJURUTERAAN AWAM

PEPERIKSAAN AKHIR

SESI I : 2024/2025

DCB40153: AIR CONDITIONING SYSTEM TECHNOLOGY

**TARIKH : 06 DISEMBER 2024
MASA : 3.00 PTG – 5.00 PTG (2 JAM)**

Kertas ini mengandungi **ENAM BELAS (16)** halaman bercetak.
Bahagian A: Subjektif (2 soalan)
Bahagian B: Subjektif (4 soalan)
Dokumen sokongan yang disertakan : Appendix

JANGAN BUKA KERTAS SOALAN INI SEHINGGA DIARAHKAN

(CLO yang tertera hanya sebagai rujukan)

SULIT

SECTION A : 50 MARKS**BAHAGIAN A : 50 MARKAH****INSTRUCTION:**

This section consists of **TWO (2)** subjective questions. Answer **ALL** questions.

ARAHAN :

*Bahagian ini mengandungi **DUA (2)** soalan subjektif. Jawab **SEMUA** soalan.*

QUESTION 1**SOALAN 1**

- CLO2 (a) Ventilation is used to remove the excess heat gained from buildings. The two types of heat gain involved are sensible heat and latent heat. Differentiate between sensible heat and latent heat.

Pengudaraan digunakan untuk mengeluarkan lebihan haba dari bangunan. Dua jenis penambahan haba yang terlibat adalah haba deria dan haba pendam. Bezakan antara haba deria dan haba pendam.

[5 marks]

[5 markah]

- CLO2 (b) A fan absorbs 2.5 kW of power, develops a static pressure of 200 Pa and discharges 3.0 m³/s volume of flow when the impeller angular velocity is 1000 revolutions per minute. If the impeller angular velocity is increased to 1200 revolutions per minute, calculate the following for this new condition:

Sebuah kipas menyerap 2.5 kW kuasa, menghasilkan tekanan statik 200 Pa dan menyahcas 3.0 m³/s isipadu aliran apabila halaju sudut pendesak ialah 1000 pusingan seminit. Jika halaju sudut pendesak dinaikkan kepada 1200 pusingan seminit, kirakan yang berikut untuk keadaan baharu ini:

- i. Volume of flow in m^3/s
Isipadu aliran dalam m^3/s

[3 marks]

[3 markah]

- ii. Power absorbed
Kuasa yang diserap

[3 marks]

[3 markah]

- iii. Static pressure
Tekanan statik

[3 marks]

[3 markah]

- iv. Percentage efficiency of the fan
Peratusan kecekapan kipas

[3 marks]

[3 markah]

- CLO2 (c) Figure A1(c) shows backward inclined fans. Based on the figure, explain **FOUR (4)** characteristics of the fan.

*Rajah A1(c) menunjukkan kipas melengkung ke belakang. Berdasarkan kepada rajah, terangkan **EMPAT (4)** ciri-ciri kipas tersebut.*

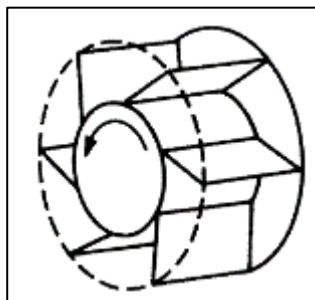


Figure A1(c) / Rajah A1(c)

[8 marks]

[8 markah]

QUESTION 2**SOALAN 2**

- CLO2 (a) The process which affects the psychrometric properties of air is called “psychrometric process”. By using a CIBSE Psychrometric Chart (Appendix 1), illustrate psychrometric processes line.

Notes: CIBSE Psychrometric Chart (Appendix 1) must be submitted together with the answer booklet.

Proses yang mempengaruhi sifat psikrometrik udara dipanggil "proses psikrometrik". Dengan menggunakan Carta Psikrometrik CIBSE (Lampiran 1), gambarkan garisan proses psikrometrik.

Nota: Carta Psikrometrik CIBSE (Lampiran 1) mesti dihantar bersama dengan buku jawapan.

[5 marks]

[5 markah]

- CLO2 (b) A supermarket will be installed with an air conditioning system. By using the data below and assumption that external load is 70 kW and cooling load factor (CLF) for people, equipment and light is 0.98, determine the appropriate type of air conditioning system by referring to Table A2(a) (Appendix 2).

Sebuah pasar raya akan dipasang dengan sistem penyaman udara. Dengan menggunakan data di bawah dan andaian bahawa beban luaran ialah 70 kW dan faktor beban penyejukan (FBP) bagi manusia, peralatan dan lampu ialah 0.98, tentukan jenis sistem penyaman udara yang sesuai dengan merujuk Jadual A2(a) (Lampiran 2).

Data (Data):

Occupancy: 150 person

Penghuni: 150 orang

Latent heat: 120 watt

Haba pendam: 120 watt

Sensible heat: 150 watt

Haba deria: 150 watt

Lamp: 200 unit fluorecent lamp, 16 watt each

Lampu: 200 buah lampu pendarflour, 16 watt setiap unit.

2 unit freezer, 3000 watt each

2 unit mesin sejuk beku, 3000 watt setiap satu

[12 marks]

[12 markah]

CLO2

- (c) The cumulative external heat load for a Building Services Laboratory is 3300 watts occupied by 20 students and the area of laboratory is 64 m². Based on the data given below, choose the appropriate type of air conditioning system by referring to Table A2(b) (Appendix 2).

Beban haba luaran terkumpul untuk Makmal Perkhidmatan Bangunan ialah 3300 watt yang diduduki oleh 20 orang pelajar dan keluasan makmal ialah 64 m². Berdasarkan data yang diberikan di bawah, pilih jenis sistem penyamanan udara yang sesuai dengan merujuk kepada Jadual A2(b) (Lampiran 2).

Data (Data):

Light Power Density, 15 W/m²

Ketumpatan Kuasa Cahaya, 15W/m²

Sensible heat: 72 watts/ per student

Haba deria: 72 watt / per pelajar

Latent heat: 45 watts/ per student

Haba pendam: 45 watt/ per pelajar

Cooling load factor (CLF): 1

Faktor beban penyejukan (FBP): 1

[8 marks]

[8 markah]

SECTION B : 50 MARKS**BAHAGIAN B : 50 MARKAH****INSTRUCTION:**

This section consists of **FOUR (4)** subjective questions. Answer **TWO (2)** questions only.

ARAHAN:

Bahagian ini mengandungi EMPAT (4) soalan subjektif. Jawab DUA (2) soalan sahaja.

QUESTION 1**SOALAN 1**

- CLO1 (a) Air-conditioning cooling load can be classified into two, i.e. the room load and the total load. Identify **FIVE (5)** room sensible heat (RSH) loads for the room load.

Beban penyejukan penyaman udara boleh dikelaskan kepada dua iaitu beban bilik dan jumlah beban. Kenal pasti LIMA (5) beban haba deria (RSH) bilik untuk beban bilik.

[5 marks]

[5 markah]

- CLO1 (b) Figure B1(b) shows the plan of the laboratory room 27 m x 18 m x 4 m height where air conditioning is to be installed. By using the data below, calculate the total heat gain through walls.

Rajah B1(b) menunjukkan pelan sebuah bilik makmal berukuran 27 m x 18 m x 4 m tinggi yang hendak dipasang penyaman udara. Dengan menggunakan data di bawah, kirakan jumlah penambahan haba melalui dinding.

Data (*Data*):

Window = 2 m x 1.5 m

Tingkap = 2 m x 1.5 m

Door = 2.5 m x 3 m

Pintu = 2.5 m x 3 m

U-value for wall = 2.4 W/m²K

Nilai U bagi dinding = 2.4 W/m²K

Outdoor temperature = 42°C

Suhu luaran = 42°C

Indoor temperature = 24 °C

Suhu dalaman = 24 °C

 Window / *Tingkap*

 Door / *Pintu*

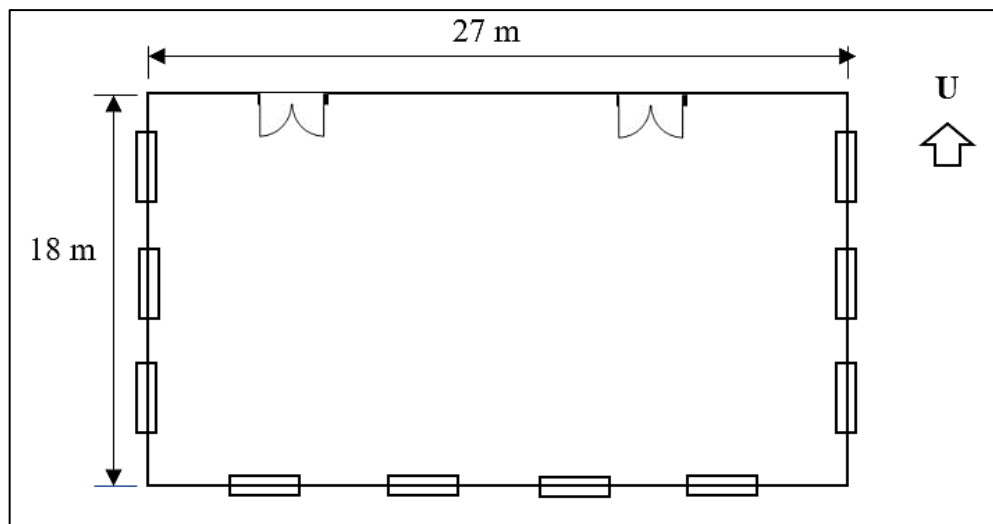


Figure B1(b) / *Rajah B1(b)*

[12 marks]

[12 markah]

CLO1

- (c) An air flow of 1.5 kg/s passes through a heater battery, the dry bulb temperature rises from 10°C (50 % relative humidity) to 24 °C. Using the CIBSE Psychrometric Chart (Appendix 3), calculate the load for the heater battery.

Notes: CIBSE Psychrometric Chart (Appendix 3) must be submitted together with the answer booklet.

Aliran udara 1.5 kg/s melalui bateri pemanas, suhu bebuli kering meningkat daripada 10°C (50 % kelembapan relatif) kepada 24 °C. Menggunakan Carta Psikrometrik CIBSE (Lampiran 3), kirakan beban bagi bateri pemanas.

Nota: Carta Psikrometrik CIBSE (Lampiran 3) mesti dihantar bersama dengan buku jawapan.

[8 marks]

[8 markah]

QUESTION 2**SOALAN 2**

- CLO1 (a) The psychrometric processes involved in air conditioning consist of sensible heating and sensible cooling. Compare between the sensible heating and the sensible cooling.

Proses-proses psikrometrik yang terlibat dalam penyaman udara terdiri daripada pemanasan deria dan penyejukan deria. Bandingkan antara pemanasan deria dan penyejukan deria.

[5 marks]

[5 markah]

- CLO1 (b) The cumulative external heat load for an Auto CADD Laboratory is 3500 watts. The area of the laboratory is 120 m² and equipped with fluorescent lamps. Based on the data given below, calculate the cooling load for the Auto CADD laboratory in tons units. Assume cooling load factor (CLF) is 1.

Beban haba luaran terkumpul untuk Makmal Auto CADD ialah 3500 watt. Keluasan makmal ialah 120 m² dan dilengkapi dengan lampu pendarfluor. Berdasarkan data yang diberikan di bawah, kirakan beban penyejukan untuk makmal Auto CADD dalam unit tan. Andaikan faktor beban penyejukan (FBP) ialah 1.

Data (Data):

Light Power Density, 15 W/m²

Ketumpatan Kuasa Cahaya, 15 W/m²

40 unit desktop computer, 200 watts

40 unit komputer meja, 200 watts

1 unit projector, 300 watts

1 unit projektor, 300 watts

1 unit Wi-Fi router, 20 watts

1 unit penghala Wi-Fi, 20 watts

40 students, sensible heat 75 watt/student and latent heat 45 watt/student

40 pelajar, haba deria 75 watt/pelajar dan haba pendam 45 watt/pelajar

[12 marks]

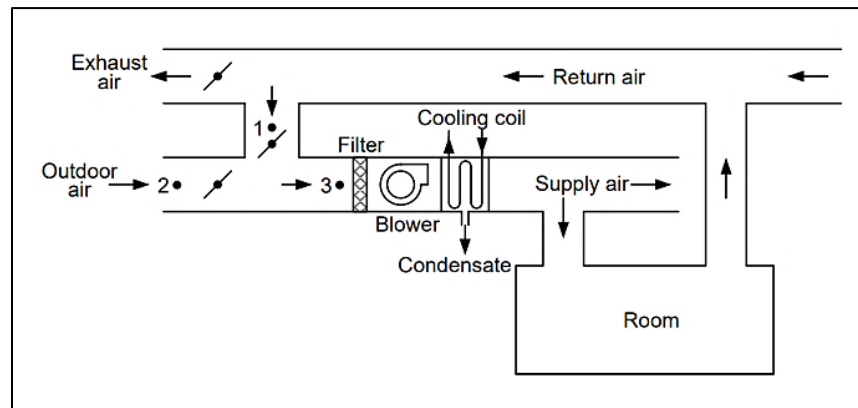
[12 markah]

- CLO1 (c) Figure B2(c) shows the mixing process of the return and the outdoor fresh air streams. The outdoor air has a dry bulb temperature of 33°C and a wet bulb temperature of 22°C (point 2) while the return air has a dry bulb temperature of 22°C and a relative humidity of 15% (point 1). Given the air mixture at point 3 consists of 25% outside air and 75% return air. Using a CIBSE Psychrometric Chart (Appendix 4), estimate the dry bulb temperature and the wet bulb temperature of that air mixture (point 3).

Notes: CIBSE Psychrometric Chart (Appendix 4) must be submitted together with the answer booklet .

Rajah B2(c) menunjukkan proses pencampuran aliran balikan dan aliran udara segar luar. Udara luar mempunyai suhu bebuli kering 33°C dan suhu bebuli basah 22°C (titik 2) manakala udara balikan mempunyai suhu bebuli kering 22°C dan kelembapan relatif 15% (titik 1). Diberi campuran udara di titik 3 terdiri daripada 25% udara luar dan 75% udara balikan. Menggunakan Carta Psikrometrik CIBSE (Lampiran 4), anggarkan suhu bebuli kering dan suhu bebuli basah bagi campuran udara (titik 3) tersebut.

Nota: Carta Psikrometrik CIBSE (Lampiran 4) mesti dihantar bersama dengan buku jawapan.

Figure B2(c) / *Rajah B2(c)*

[8 marks]

[8 markah]

QUESTION 3**SOALAN 3**

- CLO1 (a) Briefly explain about the static pressure involved in a duct system.

Terangkan secara ringkas berkaitan tekanan statik yang terlibat dalam sesalur udara.

[5 marks]

[5 markah]

- CLO1 (b) Figure B3(b) shows an air-distribution system for a meeting room, having flow rates as indicated. The velocity of the main duct (AB) is 6 m/s. By using equal friction method and Chart 4.33 (Appendix 5), calculate the total pressure loss (Pa) for the air-distribution system. Ignore the loss coefficients for fitting.

Notes: Chart 4.33 (Appendix 5) must be submitted together with the answer booklet.

Rajah B3(b) menunjukkan sistem pengagihan udara untuk bilik mesyuarat, mempunyai kadar aliran seperti yang ditunjukkan. Halaju sesalur utama (AB) ialah 6 m/s. Dengan menggunakan kaedah geseran sama dan carta 4.33 (Lampiran 5), kirakan jumlah kehilangan tekanan (Pa) bagi sistem pengagihan udara tersebut. Abaikan pekali kehilangan untuk sambungan.

Nota: Carta 4.33 (Lampiran 5) mesti dihantar bersama dengan buku jawapan.

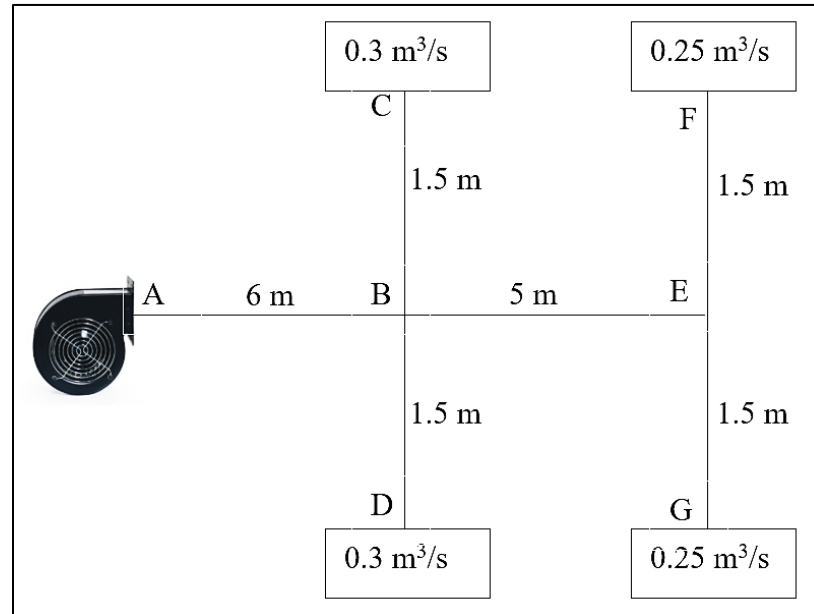


Figure B3(b) / Rajah B3(b)

[12 marks]

[12 markah]

CLO1

- (c) A 12 m long duct passes air at the rate of $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$. By using ASHRAE standard formula, calculate the pressure drop if the duct is circular of diameter 280 mm. Given the friction factor is 0.0048.

Sesalur sepanjang 12 m mengalirkan udara pada kadar $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$. Dengan menggunakan formula standard ASHRAE, kira kejatuhan tekanan apabila sesalur bulat berdiameter 280 mm. Diberi faktor geseran ialah 0.0048.

[8 marks]

[8 markah]

QUESTION 4**SOALAN 4**

- CLO1 (a) Explain briefly the forward-curved centrifugal fans.

Terangkan secara ringkas berkaitan kipas empur lengkung ke hadapan.

[5 marks]

[5 markah]

- CLO1 (b) Figure B4(b) shows the supply air duct system for an office having flow rates as indicated. The velocity of the main duct AB is 10 m/s. By using the Equal Friction Method and Chart 4.33 (Appendix 6), determine the diameter of ducts AB, BC, BD, DE, and DF.

Notes: Chart 4.33 (Appendix 6) must be submitted together with the answer booklet.

Rajah B4(b) menunjukkan sistem saluran udara bekalan untuk pejabat yang mempunyai kadar alir seperti yang ditunjukkan. Halaju sesalur utama AB ialah 10 m/s. Dengan menggunakan Kaedah Geseran Sama dan Carta 4.33 (Lampiran 6), tentukan diameter salur AB, BC, BD, DE, dan DF.

Nota: Carta 4.33 (Lampiran 6) mesti dihantar bersama dengan buku jawapan.

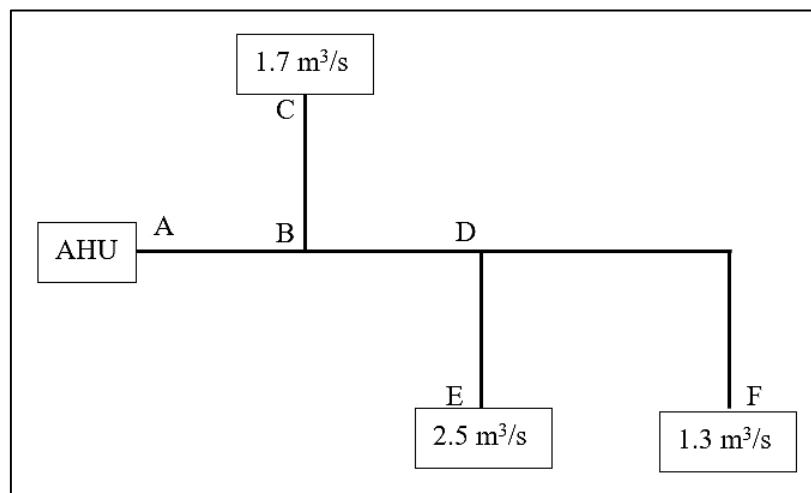


Figure B4(b) / Rajah B4(b)

[12 marks]

[12 markah]

CLO1

- (c) Figure B4(c) shows the layout plan of kitchen, store and toilet. The ceiling height is 5 m. The air flow rate for the kitchen, toilet, and store is $8.5 \text{ m}^3/\text{s}$, $5.75 \text{ m}^3/\text{s}$ and $3.8 \text{ m}^3/\text{s}$ respectively. Calculate the air change per hour (ACH) for each room.

Rajah B4(c) menunjukkan pelan susun atur dapur, stor dan tandas. Ketinggian siling ialah 5 m. Kadar alir udara untuk dapur, tandas dan stor masing-masing ialah $8.5 \text{ m}^3/\text{s}$, $5.75 \text{ m}^3/\text{s}$ dan $3.8 \text{ m}^3/\text{s}$. Kirakan pertukaran udara sejam (ACH) bagi setiap bilik.

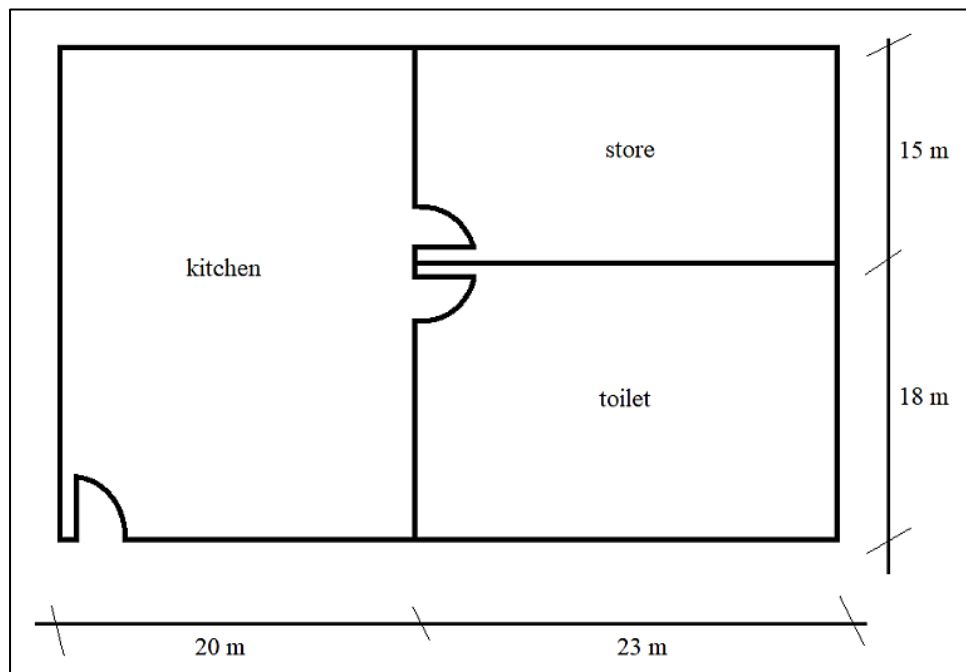


Figure B4(c) / Rajah B4(c)

[8 marks]

[8 markah]

SOALAN TAMAT

FORMULA

$$Q = U \times A \times CLTD$$

$$Q = A \times SC \times SCL$$

$$Q = \text{No. of people} \times \text{sensible heat gain per person} \times CLF$$

$$Q = \text{No. of people} \times \text{latent heat gain per person}$$

$$Q = \text{total watts} \times \text{ballast factor} \times CLF$$

$$\text{Airflow} = (\text{volume of space} \times \text{air change rate}) / 3600$$

$$Q = 0.8 N V (m_{so} - m_{sr})$$

$$Q = \frac{1}{3} N V (T_o - T_r)$$

$$Qh = m_a (h_2 - h_1)$$

$$Qc = m_a (h_1 - h_2)$$

$$SHF = \frac{SH}{SH+LH}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{h_3 - h_2}{h_1 - h_3}$$

$$m_a = \frac{Q_a}{V_s}$$

$$p_f = \frac{fL}{m} \left(\frac{v}{4.04} \right)^2$$

$$m = \frac{A}{p}$$

$$P = \pi D; \quad P = 2(a + b)$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left[\frac{N_1}{N_2} \right]^2$$

$$\frac{KW_1}{KW_2} = \left[\frac{N_1}{N_2} \right]^3$$

$$\text{efficiency} = \frac{\text{fan total pressure} \times \text{volume of flow}}{\text{power absorbed}} \times \frac{100}{1}$$

$$1 \text{ tonnes} = 3516.85 \text{ watts}$$

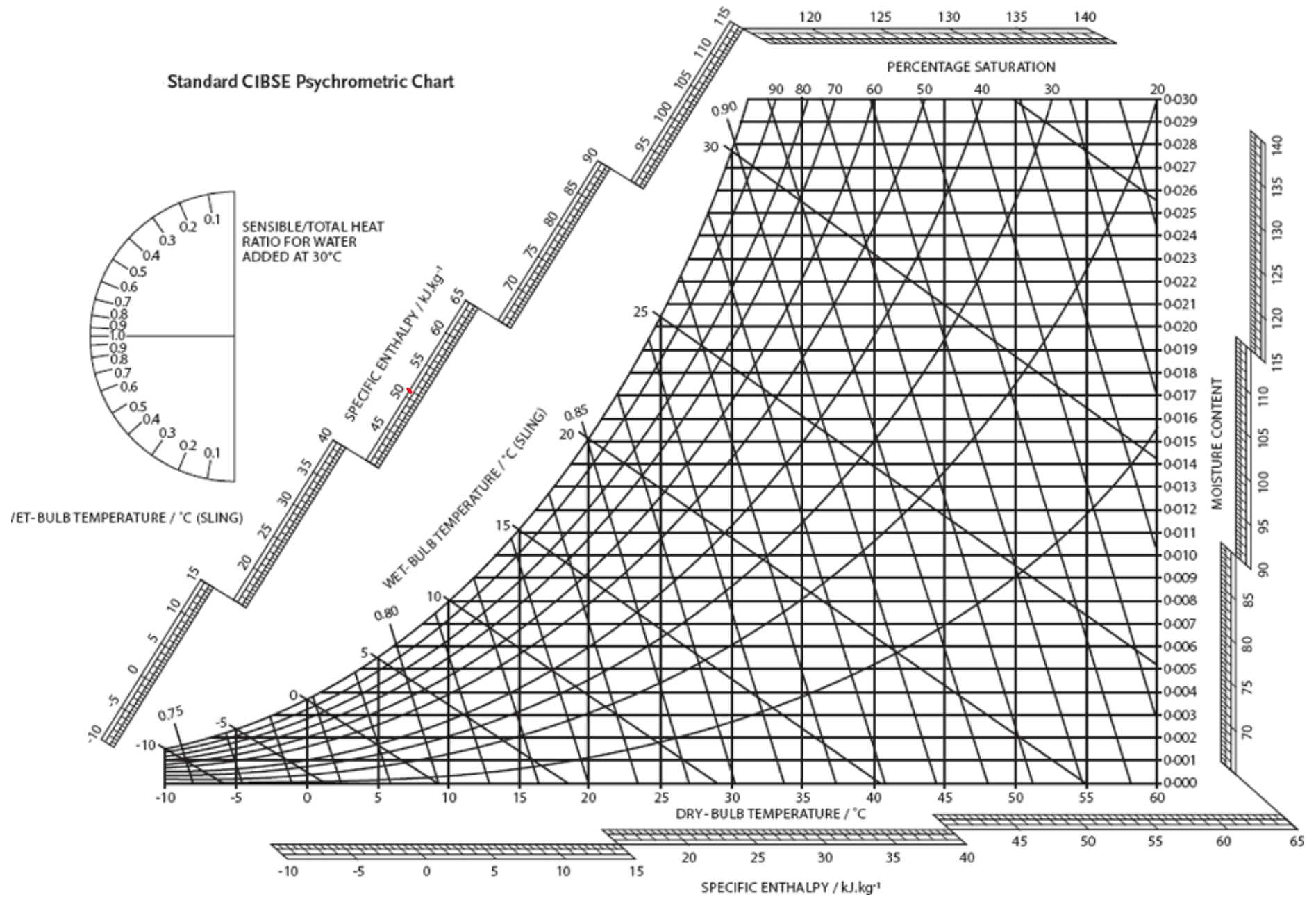


Table A2(a) / *Jadual A2(a)*

TYPE OF EQUIPMENT	USUAL TONNAGE
Air-cooled Package	up to 15 tons
Water Cooled Package	up to 60 tons
DX Central System	30 to 120 tons
Chiller water	100 tons to above

Table A2(b) / *Jadual A2(b)*

SPECIFICATION (50Hz) S MODEL			CS- VU10UKH-1	CS- VU13UKH-1	CS- VU18UKH-1
Cooling Capacity	(min – max)	kW	2.80 (0.84 – 3.29)	3.66 (0.92 – 4.20)	5.20 (1.10 – 5.89)
	(min – max)	Btu/h	9500 (2860 – 11200)	12500 (3140 – 14300)	17700 (3750 – 19800)

