

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 : 2023/2024

DCB40153: AIR CONDITIONING SYSTEM TECHNOLOGY

TARIKH : 03 JANUARI 2024

MASA : 8.30 AM – 10.30 AM (2 JAM)

Kertas ini mengandungi **EMPAT BELAS (14)** halaman bercetak.
Bahagian A: Subjektif (2 soalan)
Bahagian B: Subjektif (4 soalan)

Dokumen sokongan yang disertakan : Lampiran, Formula

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) Cooling load is divided into two types, namely external load and internal load. List **THREE (3)** examples of external loads and **TWO (2)** examples of internal loads.

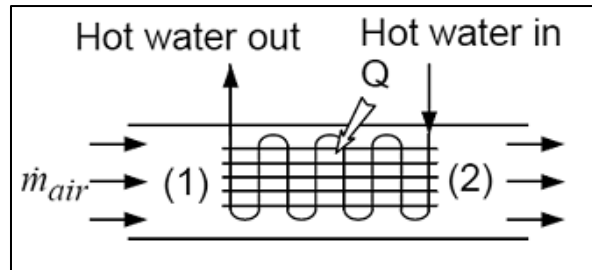
*Beban penyejukan terbahagi kepada dua jenis iaitu beban luaran dan beban dalaman. Senaraikan **TIGA (3)** contoh beban luaran dan **DUA (2)** contoh beban dalaman.*

[5 marks]

[5 markah]

- CLO2 (b) Referring to **Figure A1(b)**, if 200 m³ of air per minute at 15°C DBT and 75% RH (point 1) is heated until its temperature is 25°C (point 2), estimate the Relative Humidity (RH) of heated air and Wet Bulb Temperature (WBT) of heated air by using **CIBSE Standard Psychrometric Chart (Appendix 1)**.

*Merujuk kepada **Rajah A1(b)** di bawah, jika 200 m³ udara seminit pada 15°C SBK and 75% KR dipanaskan sehingga suhunya ialah 25°C, anggarkan Kelembapan Relatif (KR) udara yang dipanaskan dan Suhu Bebuli Basah (SBB) udara yang dipanaskan dengan menggunakan **Carta Psikrometrik Standard CIBSE (Lampiran 1)**.*

Figure A1(b) / *Rajah A1(b)*

[10 marks]

[10 markah]

CLO2 (c) Based on **Question A1(b)**, calculate the heat added to air per minute.

Berdasarkan Soalan A1(b), kirakan haba ditambah kepada udara seminit.

[10 marks]

[10 markah]

QUESTION 2**SOALAN 2**

- CLO2 (a) State **FIVE (5)** types of fans used for various applications in air conditioning and ventilation systems.
- Nyatakan **LIMA (5)** jenis kipas yang digunakan untuk pelbagai aplikasi dalam sistem penghawa dingin dan pengudaraan.*
- [5 marks]
[5 markah]
- CLO2 (b) Explain the characteristics of backward curve type centrifugal fan.
- Terangkan ciri-ciri kipas empar jenis lengkung ke belakang.*
- [10 marks]
[10 markah]
- CLO2 (c) An office will be installed with an air conditioning system. The accumulated external load is 11500 watts. This office is equipped with 20 units of fluorescent lamp with a power of 25 watts per unit (ballast factor = 1.2), 30 units of computer with a power of 200 watts per unit and 3 unit of laser printers with a power of 137 watts per unit. The number of employees at one time for 9 hours a day is 35 people. Given a sensible heat and latent heat per person is 75 watts and 55 watts, and assume the cooling load factor for lamp and people is 1, determine the appropriate type of air conditioning system by referring to **Table A2 (Appendix 2)** and ASHRAE standard formula.
- Sebuah pejabat akan dipasang dengan sistem penghawa dingin. Beban luaran terkumpul ialah 11500 watt. Pejabat ini dilengkapi dengan 20 unit lampu pendarfluor dengan kuasa 25 watt seunit (4omput ballast = 1.2), 30 unit 4omputer dengan kuasa 200 watt seunit dan 3 unit pencetak laser dengan kuasa 137 watt seunit. Bilangan pekerja pada satu-satu masa selama 9 jam sehari ialah 35 orang. Diberi haba deria dan haba pendam bagi setiap orang ialah 75 watt dan 55 watt, dan dengan mengandaikan 4omput beban penyejukan untuk*

*lampu dan orang ialah 1, tentukan jenis 5omput penyaman udara yang sesuai dengan merujuk kepada **Jadual A2 (Lampiran 2)** dan formula standard ASHRAE.*

[10 marks]

[10 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.

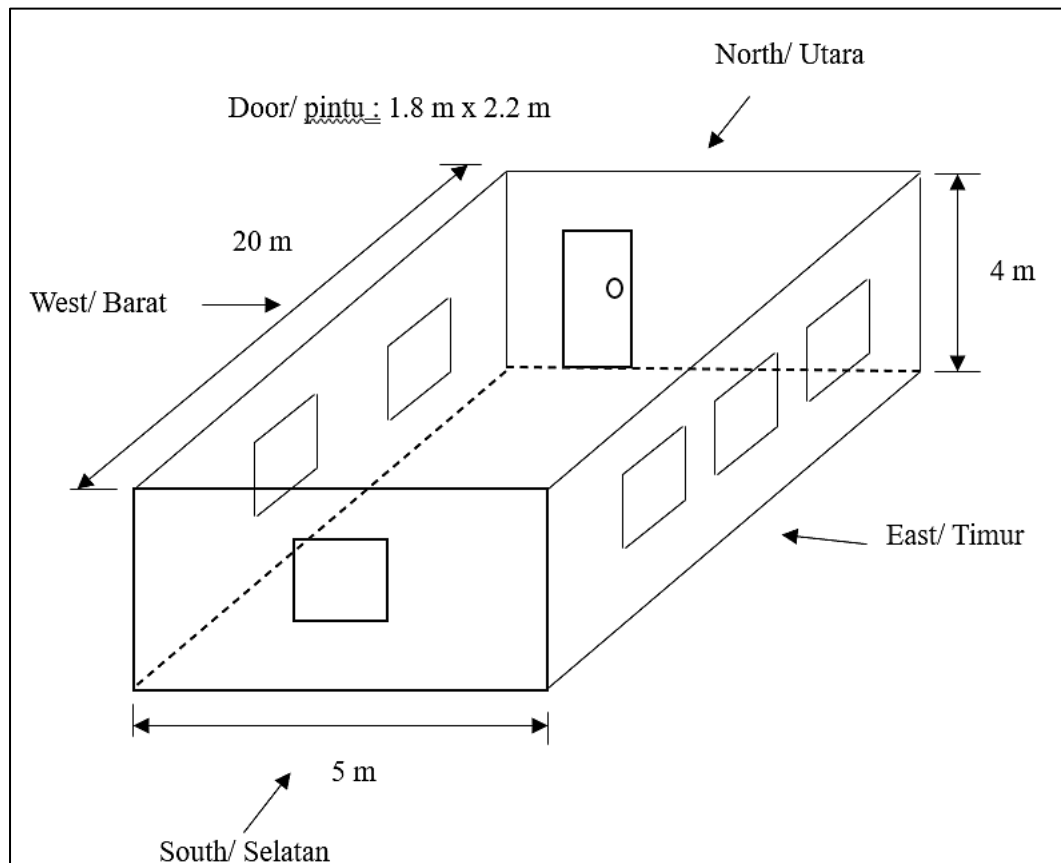
QUESTION 1**SOALAN 1**

Figure B1 / Rajah B1

Figure B1 shows an office measuring of 20 m × 5 m × 4 m. The room temperature of the office is 28°C while the outside temperature of the room is 37°C. The office has 6 double glazed windows. Each of them measures 1 m × 3 m. The office also has a ceiling made of tile roof and fiberglass throughout. While the floor consists entirely of concrete. This office is equipped with 30 fluorescent lamps with a power of 20 watt per unit (CLF = 0.91, ballast factor = 1.2) and the number of employees at any one time for 8 hours a day is 50 people (130 watts per person).

Rajah B1 menunjukkan sebuah pejabat berukuran 20 m × 5 m × 4 m. Suhu bilik pejabat ialah 28°C manakala suhu luar bilik ialah 37 °C. Pejabat tersebut mempunyai 6 tingkap kaca berkembar. Setiap satunya berukuran 1 m × 3 m. Pejabat tersebut juga mempunyai siling yang diperbuat daripada bumbung 7ompu dan kaca gentian keseluruhannya. Manakala lantai terdiri daripada konkrit keseluruhannya. Pejabat ini dilengkapi dengan 30 unit lampu kalimantang dengan kuasa 20 watt seunit (CLF = 0.91, 7omput 7ompute = 1.2) dan bilangan pekerja pada satu-satu masa selama 8 jam sehari ialah 50 orang (130 watt setiap orang).

CLO1 (140) Referring to **Figure B1**, identify **FIVE (5)** factors that affect cooling load in the office.

*Merujuk kepada **Rajah B1**, kenalpasti **LIMA (5)** 7omput yang mempengaruhi beban penyejukan di dalam pejabat.*

[5 marks]

[5 markah]

CLO1 (b) Based on **Figure B1** and **Table B1(i)** (**Appendix 3**), calculate the heat load for door, floor, ceiling and window of the office by using ASHRAE standard formula.

*Berdasarkan kepada **Rajah B1** dan **Jadual B1(i)** (**Lampiran 3**), kirakan beban haba bagi pintu, lantai, siling dan tingkap bagi pejabat tersebut dengan menggunakan formula standard ASHRAE.*

[12 marks]

[12 markah]

CLO1

- (c) Referring to **Figure B1** and **Question B1(b)**, estimate the total cooling load for the office including internal and external load by using ASHRAE standard formula. Given the heat load for walls are 4183 watts. (Others, refer **Appendix 3: Table B1(ii)**)

*Merujuk kepada **Rajah B1** dan **Soalan B1(b)**, anggarkan jumlah beban penyejukan untuk pejabat termasuk beban dalaman dan luaran dengan menggunakan formula standard ASHRAE. Diberi beban haba untuk dinding ialah 4183 watt. (Lain-lain, rujuk **Lampiran 3: Jadual B1(ii)**)*

[8 marks]

[8 markah]

QUESTION 2

SOALAN 2

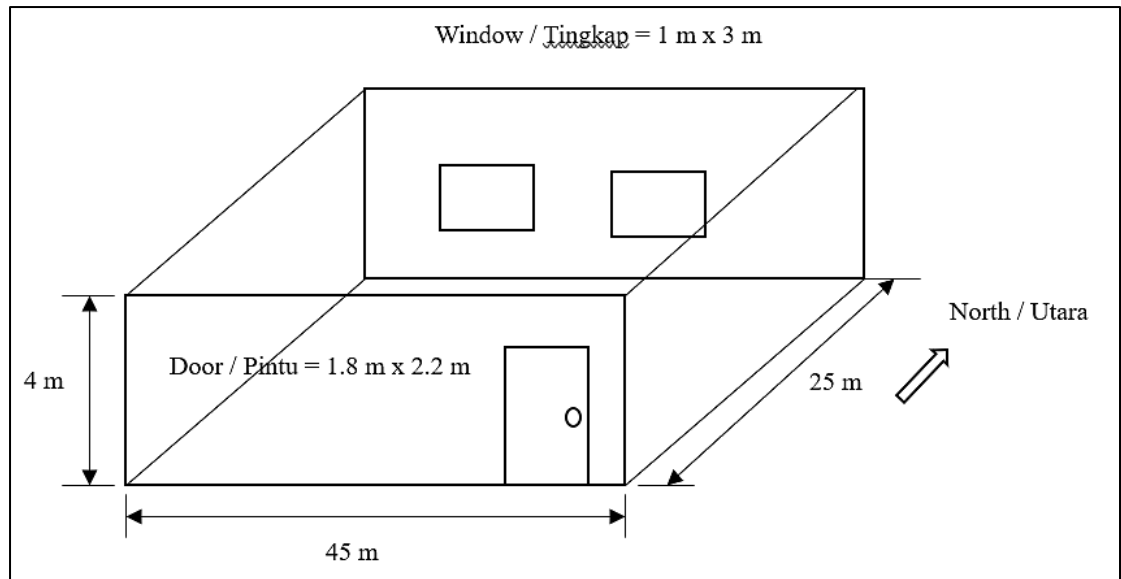


Figure B2 / Rajah B2

Figure B2 shows an office that will be installed with an air conditioning system. The room temperature is 24°C while the outside temperature of the room is 33°C .

Rajah B2 menunjukkan sebuah pejabat yang akan dipasang dengan 9omput penghawa dingin. Suhu bilik ialah 24°C manakala suhu luar bilik ialah 33°C .

CLO1

- (a) Referring to **Figure B2**, differentiate between heating and cooling load.

*Merujuk kepada **Rajah B2**, bezakan di antara beban pemanasan dan beban penyejukan.*

[5 marks]

[5 markah]

- CLO1 (b) Referring to **Figure B2**, calculate the heat gain accumulated from the wall by using ASHRAE standard formula. Given the U-value factor for walls is 2.61 W/m²K.

*Merujuk kepada **Rajah B2**, kirakan penambahan haba yang terkumpul daripada dinding dengan menggunakan formula standard ASHRAE. Diberi 10omput nilai U untuk dinding ialah 2.61 W/m²K.*

[12 marks]

[12 markah]

- CLO1 (c) By referring to **Table B2©**, estimate the total cooling load of the office including heat gain from walls on **Question B2(b)** by using ASHRAE standard formula.

*Dengan merujuk kepada **Jadual B2©**, anggarkan beban penyejukan bagi pejabat tersebut termasuk beban haba dinding dalam **Soalan B2(b)** dengan menggunakan formula standard ASHRAE.*

Table B2© / *Jadual B2©*

Total heat load from door / <i>Jumlah beban haba pintu</i>	135 watts
Total heat load from glass window / <i>Jumlah beban haba tingkap kaca</i>	400 watts
Heat load from ceiling / <i>Beban haba siling</i>	3.5 kW
Heat load from floor / <i>Beban haba lantai</i>	2.7 kW
30 unit fluorescent lamp (ballast factor 1.2, CLF = 1) / <i>30 unit lampu pendarfluor (10omput ballast 1.2, CLF = 1)</i>	25 watts/ unit
30 employees (CLF = 0.91) / <i>30 pekerja (CLF = 0.91)</i>	140 watts/ person

[8 marks]

[8 markah]

QUESTION 3

SOALAN 3

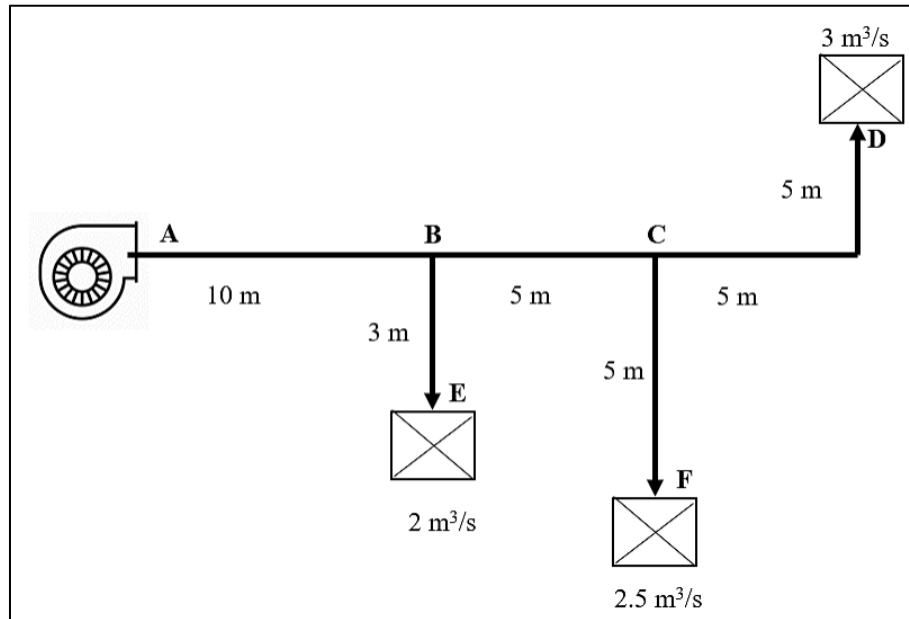


Figure B3 / Rajah B3

Figure B3 shows an air distribution system for a lecturer office, having flow rates as indicated. The velocity of the main duct (AB) is 8 m/s.

Rajah B3 menunjukkan sistem pengagihan udara untuk pejabat pensyarah, mempunyai kadar aliran seperti yang ditunjukkan. Halaju sesalur utama (AB) ialah 8 m/s.

CLO1

(a) Describe the supply fan shown in **Figure B3**.

*Huraikan kipas bekalan yang ditunjukkan dalam **Rajah B3**.*

[5 marks]

[5 markah]

- CLO1 (b) By using equal friction method and **Chart 4.33 (Appendix 4)**, calculate the total pressure loss (Pa) for a circular ductwork system as shown in **Figure B3**. Ignore the loss coefficients for fitting.

*Dengan menggunakan kaedah geseran sama dan **Carta 4.33 (Lampiran 4)**, hitung jumlah kehilangan tekanan (Pa) bagi 12omput kerja salur bulat yang ditunjukkan dalam **Rajah B3**. Abaikan pekali kehilangan untuk pemasangan.*

[12 marks]

[12 markah]

- CLO1 (c) Referring to **Question B3(b)** and **Chart 4.33 (Appendix 4)**, estimate the diameter (mm) of duct AB, BC, CD, branch BE and branch CF as shown in **Figure B3**.

*Merujuk kepada **Soalan B3(b)** dan **Carta 4.33 (Lampiran 4)**, anggarkan diameter (mm) sesalur AB, BC, CD, cabang BE dan cabang CF seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah B3**.*

[8 marks]

[8 markah]

QUESTION 4

SOALAN 4

- CLO1 (a) Describe the characteristics of a propeller fans.

Huraikan ciri-ciri kipas pendorong.

[5 marks]

[5 markah]

- CLO1 (b) **Figure B4(b)** shows the layout plan of the administration office. The ceiling height of the office is 3.5 m. If the air change rate (ACH) for the conference room is 12, pantry room is 8, copy room is 10 and computer room is 14, calculate the required air flow rates of the room in m^3/s based on ASHRAE standard formula.

Rajah B4(b) menunjukkan pelan susunatur pejabat pentadbiran. Ketinggian siling pejabat ialah 3.5 m. Jika kadar pertukaran udara (ACH) untuk bilik persidangan ialah 12, bilik 13omput ialah 8, bilik fotostat ialah 10 dan bilik 13omputer ialah 14, kirakan kadar alir udara yang diperlukan bagi bilik tersebut dalam m^3/s dengan berpandukan formula standard ASHRAE.

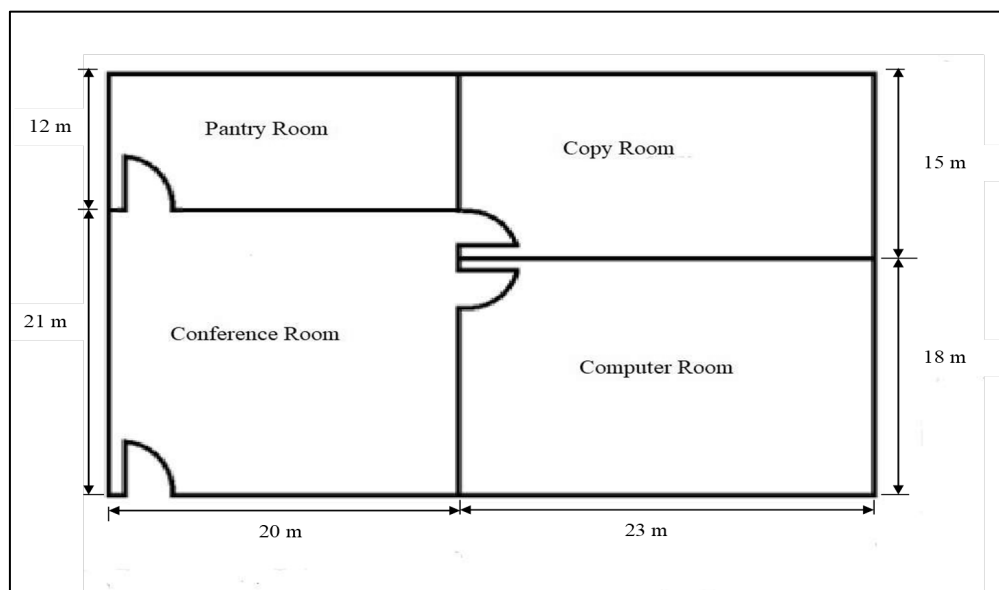


Figure B4(b) / Rajah B4(b)

[12 marks]

[12 markah]

- CLO1 (c) A 1.5 hp centrifugal fan running at 1000 rpm, delivers 15 m³/min of air at a pressure of 500 Pa. Estimate the new air volume, pressure and power of the fan if the fan's speed is increased to 1550 rpm by using Fans Law formula.

Sebuah kipas empar 1.5 hp yang bergerak pada 1000 rpm, menghantar 15 m³/min udara pada tekanan 500 Pa. Anggarkan isipadu udara, tekanan dan kuasa baru kipas jika kelajuan kipas dinaikkan kepada 1550 rpm dengan menggunakan formula Hukum Kipas.

[8 marks]

[8 markah]

SOALAN TAMAT

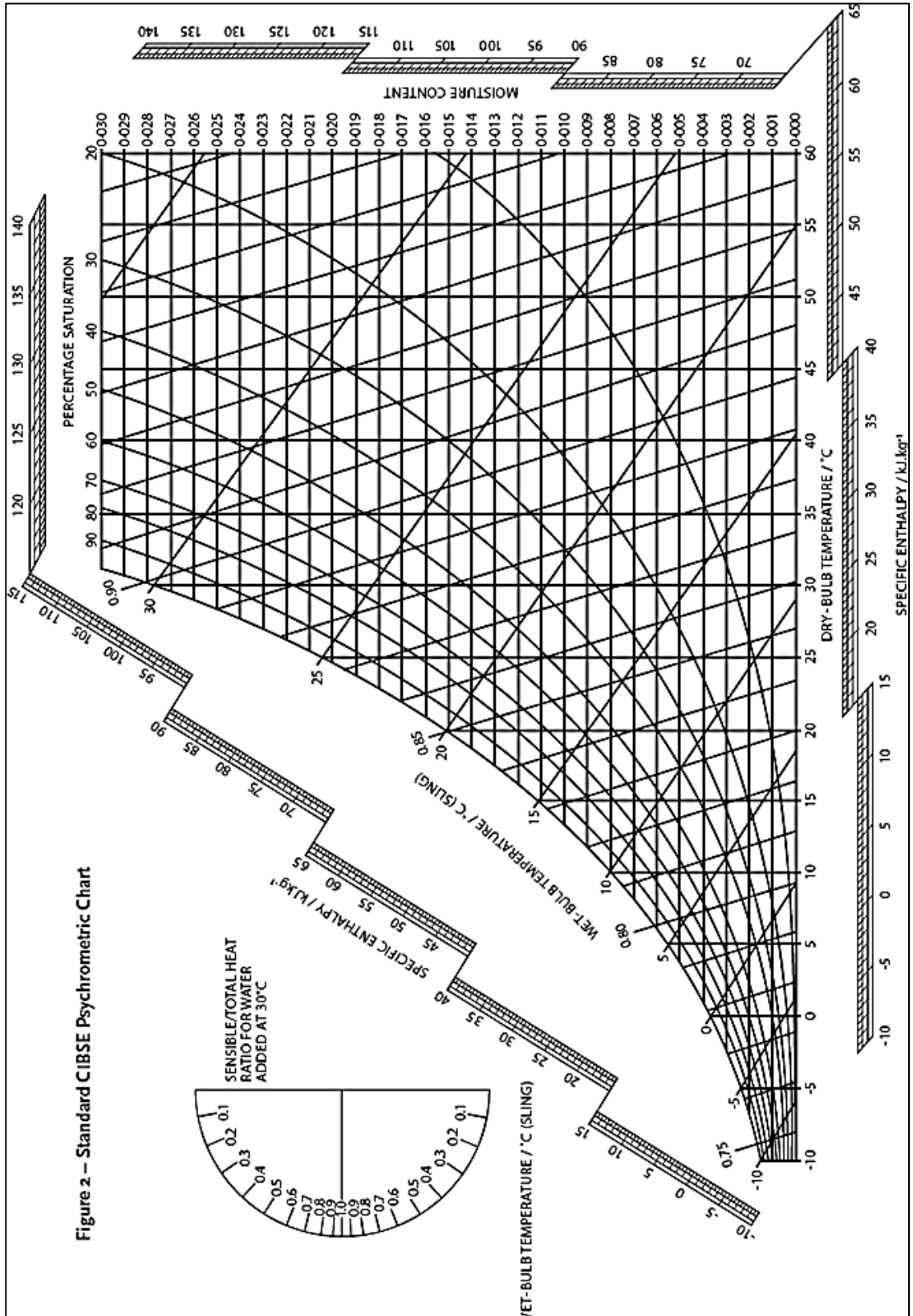


Figure 2 – Standard CIBSE Psychrometric Chart

Table A2 / *Jadual A2*

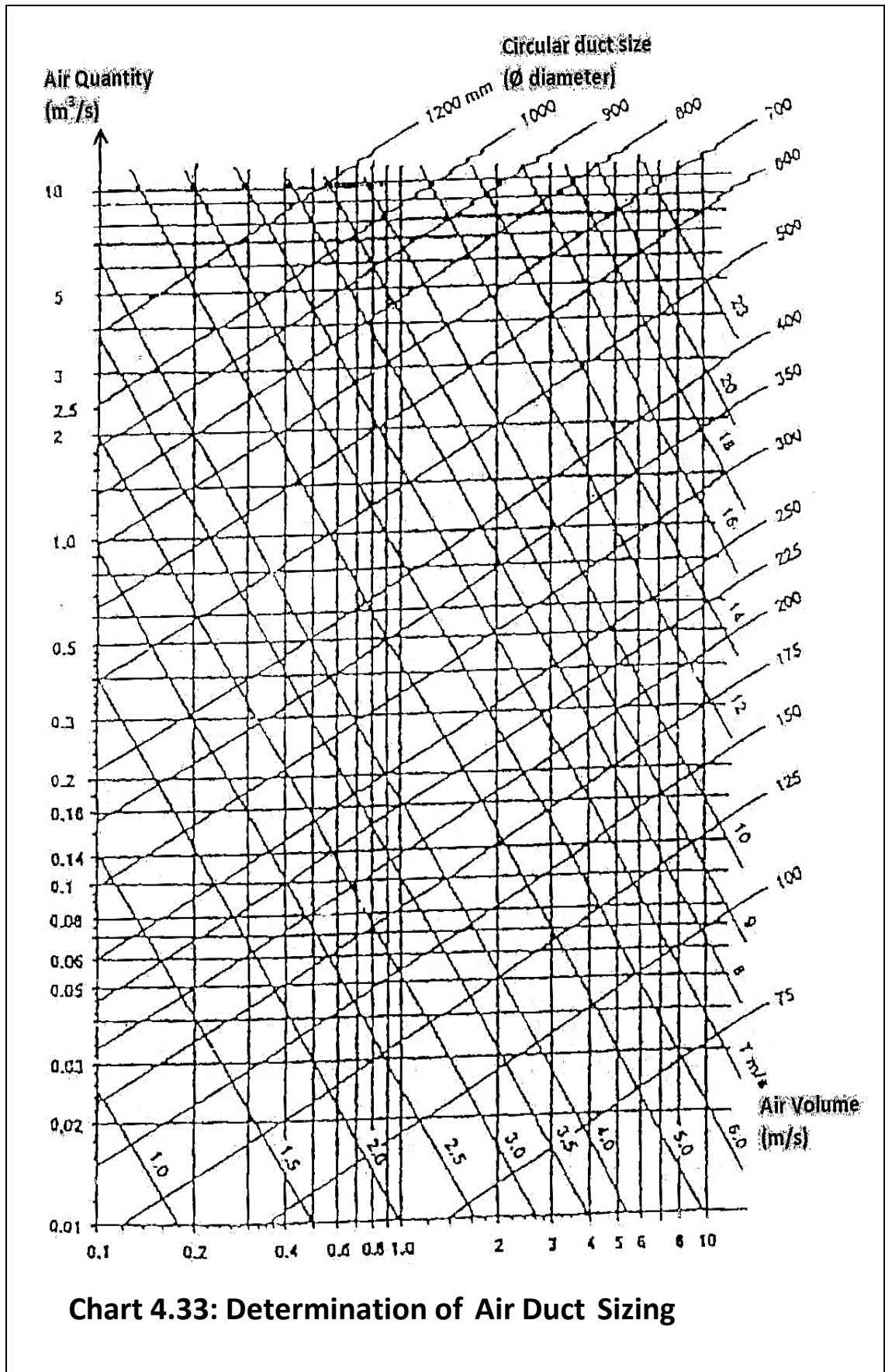
TYPE OF EQUIPMENT	USUAL TONNAGE
Air-cooled Package	up to 15 tons
Water Cooled Package	up to 60 tons
DX Central System	30 to 120 tons
Chiller water	100 tons to above

Table B1(i) / Jadual B1(i): U-value

Structure/ Struktur	U- value/ Faktor U (W/m²K)
Hollow Tile Floor/ <i>Lantai Jubin berongga</i>	2.27
Concrete Floor/ <i>Lantai konkrit</i>	3.5
Wooden Floor/ <i>Lantai kayu</i>	2.9
Metal coffered ceiling + insulation/ <i>Siling geledak logam + penebatan</i>	0.52
Tile roof ceiling + fiberglass/ <i>Siling bumbung Jubin + kaca gentian</i>	0.69
Tile roof ceiling + fiberglass/ <i>Siling bumbung Jubin + dinding gipsum</i>	3.4
Single glass window/ <i>Tingkap kaca tunggal</i>	6.0
Double glass window/ <i>Tingkap kaca kembar</i>	3.2
Door/ <i>Pintu</i>	1.5

Table B1(ii) / Jadual B1(ii): CLF factors for people

Total hours in space	Hours after people enter space											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	0.65	0.74	0.16	0.11	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01
4	0.65	0.75	0.81	0.85	0.24	0.17	0.13	0.10	0.07	0.06	0.04	0.03
6	0.65	0.75	0.81	0.85	0.89	0.91	0.29	0.20	0.15	0.12	0.09	0.07
8	0.65	0.75	0.81	0.85	0.89	0.91	0.93	0.95	0.31	0.22	0.17	0.13
10	0.65	0.75	0.81	0.85	0.89	0.91	0.93	0.95	0.96	0.97	0.33	0.24



FORMULA

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

$$Q_{\text{solar}} = A \times SC \times SCL$$

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

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

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

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

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

$$SH = m_a (h_3 - h_2)$$

$$LH = m_a (h_1 - h_3)$$

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

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

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

$$Q = \frac{V \times ACH}{3600}$$

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

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

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