

SULIT

UNIVERSITI MALAYSIA PERLIS

Peperiksaan Akhir Semester Pertama
Sidang Akademik 2025/2026

Januari-Februari 2026

AMJ31103 – Water Supply Engineering
[Kejuruteraan Bekalan Air]

Masa : 3 jam

Please make sure that this question paper has **TWELVE (12)** printed pages including this front page before you start the examination.

*[Sila pastikan kertas soalan ini mengandungi **DUA BELAS (12)** muka surat yang bercetak termasuk muka hadapan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

This question paper has **TWO (2)** sections, **SECTION A** and **SECTION B**. Answer **ALL** questions from **SECTION A** and any **ONE (1)** question from **SECTION B**. Each question contributes 20 marks.

*[Kertas soalan ini mengandungi **DUA (2)** bahagian, **BAHAGIAN A** dan **BAHAGIAN B**. Jawab **SEMUA** soalan daripada **BAHAGIAN A** dan mana-mana **SATU (1)** soalan dari **BAHAGIAN B**. Markah bagi tiap-tiap soalan adalah 20 markah.]*

SECTION A: This section has 4 questions. Please answer **ALL** questions.
BAHAGIAN A: Bahagian ini mengandungi 4 soalan. Sila jawab **SEMUA** soalan.

Question 1*[Soalan 1]*

a) As water enter a treatment plant, it goes through a variety of stainless-steel screens.
[Apabila air memasuki loji rawatan, ia melalui pelbagai penapis keluli tahan karat.]

i. Explain the importance of screening process in water treatment.
[Terangkan kepentingan penapisan dalam proses rawatan air.]

(4 Marks/ Markah)

ii. You are required to design coarse screens for a water flow of 57,025 m³/day. The proposed screen frame measures 3.60 m × 4.80 m and consists of 44 bars, each with a 13-mm square cross-section and a length of 4.80 m. Verify whether this design meets acceptable design criteria.
[Anda dikehendaki mereka bentuk penapas kasar bagi aliran air sebanyak 57,025 m³/hari. Rangka penapis yang dicadangkan berukuran 3.60 m × 4.80 m dan terdiri daripada 44 batang palang, setiap satu berkeratan rentas 13 mm persegi dengan panjang 4.80 m. Sahkan sama ada reka bentuk ini memenuhi kriteria reka bentuk yang boleh diterima.]

(6 Marks/ Markah)

b) Rapid mixing is the first step in chemical treatment, where coagulants must be quickly and uniformly dispersed. The design of the rapid mix basin plays an important role in ensuring effective mixing. You are required to determine the dimensions of a single rapid mix basin to treat a flow of 33,600 m³/day, distributed equally into six basins. The design requires a detention time of 20 seconds. Each basin is square in plan, with a depth-to-width ratio of 1.6:1 and a length-to-width ratio of 1:1.

[Pencampuran pantas merupakan langkah awal dalam rawatan air, di mana bahan kimia seperti penggental perlu tersebar dengan cepat dan sekata. Reka bentuk kolah pencampuran pantas memainkan peranan penting dalam memastikan proses ini berkesan. Anda dikehendaki menentukan dimensi sebuah kolah pencampuran pantas bagi merawat aliran 33,600 m³/hari, yang diagihkan sama rata ke dalam enam kolah. Reka bentuk menetapkan masa tahanan 20 saat. Setiap kolah adalah berbentuk segi empat sama, dengan nisbah dalam kepada lebar 1.6:1 dan nisbah panjang kepada lebar 1:1.]

(10 Marks/ Markah)

Question 2*[Soalan 2]*

A regional water authority is planning a new water supply system for a rapidly developing semi-urban district consisting of Mukim Sentosa and Felda Seri Makmur. The 2024 population census recorded 48,500 residents in Mukim Sentosa and 29,000 residents in Felda Seri Makmur. Population growth multipliers for the next 30 years are as follows:

[Pihak berkuasa air serantau sedang merancang sistem bekalan air baharu bagi sebuah daerah separa bandar yang sedang berkembang pesat, terdiri daripada Mukim Sentosa dan Felda Seri Makmur. Banci penduduk 2024 merekodkan 48,500 penduduk di Mukim Sentosa dan 29,000 penduduk di Felda Seri Makmur. Penganda pertumbuhan penduduk untuk 30 tahun akan datang adalah seperti berikut:]

Mukim Sentosa: upper limit 2.8, lower limit 1.6

[Mukim Sentosa: had atas 2.8, had bawah 1.6]

Felda Seri Makmur consists of two zones:

[Felda Seri Makmur terdiri daripada dua zon:]

Zone A (70% of population): growth limits 1.3 – 2.2

[Zon A (70% daripada populasi): had pertumbuhan 1.3 – 2.2]

Zone B (30% of population): growth limits 1.4 – 2.6

[Zon B (30% daripada populasi): had pertumbuhan 1.4 – 2.6]

Felda Seri Makmur comprises three villages with settler and staff families as shown in Table Q2(i).

[Felda Seri Makmur merangkumi tiga kampung dengan bilangan keluarga peneroka dan kakitangan seperti ditunjukkan dalam Jadual Q2(i).]

Table Q2(i): Number of Settler and Staff Families

[Jadual Q2(i): Bilangan Keluarga Peneroka dan Kakitangan]

Village <i>[Kampung]</i>	Settler Families <i>[Keluarga Peneroka]</i>	Felda Staff Families <i>[Keluarga Kakitangan Felda]</i>
Kampung Maju	750	55
Kampung Harmoni	520	40
Kampung Bestari	680	70

....4/-

Public facilities in each village and their design consumption are listed in Table Q2(ii).
[Kemudahan awam di setiap kampung dan penggunaan rekabentuknya disenaraikan dalam Jadual Q2(ii).]

Table Q2(ii): Public Facilities and Consumption
[Jadual Q2(ii): Kemudahan Awam dan Penggunaan]

Facility <i>[Fasiliti]</i>	Consumption (L/day) <i>[Penggunaan L/hari]</i>
Primary school	25,000
Mosque	4,000
Clinic	2,500
2 Kindergartens	600
Community Centre	800
Felda Office	600

Domestic consumption rates are 180 L/capita/day for settlers and 220 L/capita/day for Felda staff. Using all data provided, evaluate the total water demand for the entire district for the 30-year design period, including:

[Kadar penggunaan domestik ialah 180 L/seorang/hari untuk peneroka dan 220 L/seorang/hari untuk kakitangan Felda. Berdasarkan semua data yang diberikan, nilaikan jumlah permintaan air bagi keseluruhan daerah untuk tempoh rekabentuk 30 tahun, merangkumi:]

- a. Projected population for Mukim Sentosa and Felda Seri Makmur (upper & lower limits)

[Unjuran penduduk bagi Mukim Sentosa dan Felda Seri Makmur (had atas & had bawah)]

(5 Marks/ Markah)

- b. Domestic water demand

[Permintaan air domestik]

(5 Marks/ Markah)

- c. Public facility consumption

[Penggunaan kemudahan awam]

(5 Marks/ Markah)

- d. Total combined water demand for the regional supply system

[Jumlah keseluruhan permintaan air untuk sistem bekalan air serantau]

(5 Marks/ Markah)

Question 3*[Soalan 3]*

- a) Flocculation is an essential process in water treatment, where fine particles are encouraged to aggregate into larger flocs for easier settling. The performance of this process depends greatly on the design and operation of the mechanical flocculator. A mechanical flocculator is used to treat 30,000 m³/day of water with a detention time of 20 minutes.

[Pemberkuan merupakan proses penting dalam rawatan air, di mana zarah halus digabungkan menjadi flok yang lebih besar supaya mudah mendap. Keberkesanan proses ini bergantung pada reka bentuk dan operasi flokulator mekanikal. Sebuah flokulator mekanikal digunakan untuk merawat air sebanyak 30,000 m³/hari dengan masa tahanan 20 minit.]

- i) Determine the dimension of tank if Length : Width : Depth = 1 : 4 : 2
[Tentukan dimensi tangki jika Panjang : Lebar : Dalam = 1 : 4 : 2]

(4 Marks/ Markah)

- ii) Assess the power required when velocity gradient is 55 s⁻¹ and dynamic viscosity 1.002 x 10⁻³ kg/m.s.
[Nilaiakan kuasa yang diperlukan apabila kecerunan halaju ialah 55 s⁻¹ dan kelikatan dinamik 1.002 x 10⁻³ kg/m.s.]

(4 Marks/ Markah)

- iii) A mechanical flocculator tank is equipped with 3 paddles, and each paddle consists of 4 plates. The relative velocity of the paddles is 0.38 m/s, and the drag coefficient is 1.8. Determine the area of a single plate.
[Tangki flokulator mempunyai 3 pengayuh dan setiap pengayuh mempunyai 4 plat dengan halaju relatif pengayuh ialah 0.38 m/s dan pekali seretan ialah 1.8, tentukan luas 1 plat.]

(4 Marks/ Markah)

- b) Sedimentation is a key step in water treatment, allowing suspended solids to settle out of the water before further treatment. Proper design of the sedimentation tank ensures efficient removal of particles. A rectangular sedimentation tank with the ratio of Length to Width is 4 must treat a flow of 20,000 m³/day. The design criteria have an overflow rate of 30 m³/m².d, 4 hours of detention time and 250 m³/m.day weir loading rate. Determine

[Pemendapan merupakan langkah penting dalam rawatan air, di mana pepejal terampai dibiarkan mengendap sebelum rawatan seterusnya. Reka bentuk tangki pemendapan yang baik memastikan pemisahan zarah berlaku dengan berkesan. Sebuah tangki pemendapan segi empat tepat dengan nisbah Panjang kepada Lebar ialah 4 mesti merawat aliran 20,000 m³/hari. Kriteria reka bentuk mempunyai kadar limpahan 30 m³/m².h, masa tahanan 4 jam dan kadar beban empang 250 m³/m.hari. Tentukan]

- i) Dimension of sedimentation tank.
[Dimensi tangki pemendapan.]

(6 Marks/ Markah)

- ii) The total length of weir.
[Jumlahkan panjang empang.]

(2 Marks/ Markah)

Question 4*[Soalan 4]*

- (a) Based on water distribution system presented in Figure Q4(a), evaluate the flow and velocity of water in each pipe branch using Hardy Cross Method (Adopt Hazen William coefficient C as 100).

[Dalam sistem agihan air pada Rajah Q4(a), nilaikan kadar alir dan halaju alir dan halaju air pada setiap cabang paip dengan menggunakan kaedah Hardy Cross (Gunakan pekali Hazen William C sebagai 100).]

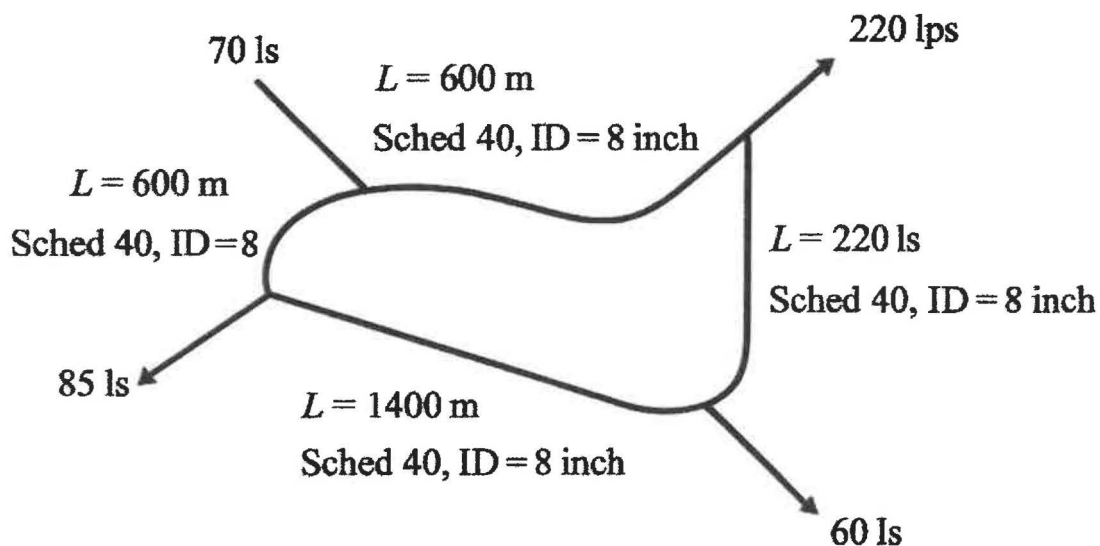


Figure Q4(a): Water distribution system
[Rajah Q4(a): Sistem pengagihan air]

(15 Marks/Markah)

- (b) Evaluate on how design of water distribution systems affects the differences between transmission, distribution, and reticulation pipelines in a water supply system. Provide examples to illustrate the various design considerations that impact the performance and effectiveness of each pipeline type in delivering treated water from a treatment plant to end-users.

[Bincangkan bagaimana reka bentuk sistem pengagihan air boleh mempengaruhi perbezaan di antara sistem paip penghantaran, pengagihan, dan retikulasi dalam sistem bekalan air. Berikan contoh untuk menggambarkan pelbagai pertimbangan reka bentuk yang memberi impak kepada prestasi dan keberkesanan setiap jenis paip dalam mengagih air yang telah dirawat dari loji rawatan kepada pengguna akhir].

(5 Marks/Markah)

SECTION B: This section has 2 questions. Please answer any **ONE** of the questions.
BAHAGIAN B: Bahagian ini mengandungi 2 soalan. Sila jawab mana – mana **SATU** soalan.

Question 5*[Soalan 5]*

- (a) In a water treatment plant, sedimentation tanks are used to remove flocs formed during the coagulation process. Proper tank design ensures effective settling and prevents carryover of solids to downstream processes. A horizontal sedimentation tank is designed with a length-to-width ratio of 4:1 to treat a water flow of 24,000 m³/day. The tank has a surface loading rate of 43 m/day and a retention time of 4.2 hours. Determine the dimensions of the sedimentation tank and the length of the overflow weir to be constructed downstream of the tank.

[Dalam loji rawatan air, tangki pemendapan mendatar telah dipilih untuk menghapuskan bahan berbuku dari proses pengentalan. Reka bentuk tangki yang betul memastikan pemendapan berlaku dengan berkesan dan mengelakkan zarah terbawa ke proses seterusnya. Tangki pemendapan direka dengan nisbah panjang kepada lebar 4:1, dengan aliran air 24,000 m³/hari. Kadar bebanan permukaan ialah 43 m/hari dan masa tahanan selama 4.2 jam. Tentukan dimensi tangki pemendapan dan panjang empang limpah yang perlu dibina di hujung sebelah hilir tangki.]

(10 Marks/ Markah)

- (b) Arau Water Treatment Plant is supplying 32,000 L/min of water to Padang Besar town through 18 km of ductile iron pipe, Class K9

[Loji Rawatan Air Arau membekalkan 32,000 L/min air ke bandar Padang Besar melalui 18 km paip besi mulur (kelas K9).]

- i. Select the proper diameter of pipe that is suitable to carry the water quantity with no more than 300 m of head loss

[Pilih diameter paip yang sesuai untuk mengalirkan air ini, dengan syarat kehilangan turus tidak lebih daripada 300 m.]

(5 Marks/Markah)

- ii. For the proposed pipe, calculate the actual head loss.

[Bagi paip yang dicadang, kira kehilangan turus sebenar.]

(5 Marks/Markah)

....9/

Question 6**[Soalan 6]**

- a) In a water treatment plant, rapid sand filters are proposed to be installed downstream of the clarifiers to remove remaining suspended solids and improve water quality. Proper design ensures effective filtration and prevents clogging. The plant has a design water capacity of $0.41 \text{ m}^3/\text{s}$, and the design loading rate for the filters is $180 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{day}$. Each filter has a maximum allowable surface area of 60 m^2 .

[Di sebuah loji rawatan air, penapis pasir pantas dicadangkan dipasang selepas pemendapan untuk mengasingkan zarah terampai yang masih terdapat dalam air dan meningkatkan kualiti air. Reka bentuk yang betul memastikan penapisan berjalan dengan cekap dan mengelakkan penyumbatan. Loji ini mempunyai kapasiti reka bentuk $0.41 \text{ m}^3/\text{s}$, dan kadar bebanan reka bentuk penapis adalah $180 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{hari}$. Setiap penapis mempunyai luas permukaan maksimum dibenarkan 60 m^2 .]

- i. Calculate the total surface area required
[Kira jumlah luas yang diperlukan]

(2 Marks/ Markah)

- ii. Estimate the number and size of filters if a square filter was used.
[Anggarkan bilangan dan saiz penapis jika penapis segiempat sama digunakan.]

(3 Mark/ Markah)

- iii. If the surface area per filter box is reduced to half of the original design, explain its effect on filtration process and filter design.
[Jika luas permukaan setiap penapis dikurangkan separuh daripada rekabentuk asal, jelaskan kesannya terhadap proses penapisan dan rekabentuk penapis.]

(5 Marks/ Markah)

- (b) A centrifugal pump is used to convey water for a housing area in Arau. The water flow rate is 1,000 L/min at a total head of 120 m.

[Sebuah pam empar digunakan untuk mengalirkan air ke kawasan perumahan di Arau. Kadar aliran air adalah 1,000 L/min dan jumlah kehilangan turus ialah 120 m.]

- i. Determine the suitable pump to be used in order to fulfill the above water conveyance requirement

[Tentukan pam yang sesuai untuk digunakan bagi memenuhi keperluan pengangkutan air diatas.]

(5 Marks/Markah)

- ii. For the selected pump, determine the following characteristics: Pump Efficiency, Power Requirement and Net Positive Suction Head ($NPSH_R$) at the suction inlet

[Untuk pam yang dipilih, tentukan ciri-ciri berikut: Kecekapan Pam, Keperluan Kuasa dan Turus Sedutan Bersih Positif ($NPSH_R$) di saluran masuk sedutan]

(5 Marks/Markah)

APPENDIX
[LAMPIRAN]

Table of C_h value for pipe

Type of Pipe	C_h	
	Average for New, Clean Pipe	Design Value
Steel, ductile iron, or cast iron with centrifugally applied cement or bituminous lining	150	140
Plastic, copper, brass, glass	140	130
Steel, cast iron, uncoated	130	100
Concrete	120	100
Corrugated steel	60	60

Table of Hazen-William Equation

U.S. Customary Units	SI Units
$v = 1.32C_h R^{0.63} s^{0.54}$	$v = 0.85C_h R^{0.63} s^{0.54}$
$Q = 1.32AC_h R^{0.63} s^{0.54}$	$Q = 0.85AC_h R^{0.63} s^{0.54}$
$h_L = L \left[\frac{Q}{1.32AC_h R^{0.63}} \right]^{1.852}$	$h_L = L \left[\frac{Q}{0.85AC_h R^{0.63}} \right]^{1.852}$
$D = \left[\frac{2.31Q}{C_h s^{0.54}} \right]^{0.380}$	$D = \left[\frac{3.59Q}{C_h s^{0.54}} \right]^{0.380}$
Note: Units must be consistent:	
v in ft/s	v in m/s
Q in ft ³ /s	Q in m ³ /s
A in ft ²	A in m ²
$h_L, L, R,$ and D in ft	$h_L, L, R,$ and D in m
s in ft/ft (dimensionless)	s in m/m (dimensionless)

Table of Power number of various rapid-mix impellers (by manufacturer)

	Power Number, N_p
Radial flow	
Straight blade turbine	
4 blade ($w/d = 0.15$) ^a	2.6
4 blade ($w/d = 0.2$)	3.3
Disc turbine	
4 blade ($w/d = 0.25$)	5.1
6 blade ($w/d = 0.25$)	6.2
Axial flow	
Propeller 1:1 pitch	0.3
Propeller 1.5:1 pitch	0.7
45° Pitched blade	
4 blade ($w/d = 0.15$)	1.36
4 blade ($w/d = 0.2$)	1.94

^a w/d = blade width-to-diameter ratio.

Source: Adapted in part from References 2, 5, 27, and 28.

List of Formula:

$Q = \frac{V}{t}$	$P = G^2 V \mu$	$P = N_p n^3 d^5 \rho = N_p n^3 d^5 \frac{\gamma}{g}$
$\gamma = \rho g$	$P_{mixer} = \frac{P}{Efficiency}$	$u = \frac{Q}{A_s} = \frac{Q}{L \times W}$
$u_w = \frac{Q}{L_w}$	$L_w = \frac{0.2Q}{u^2 \times t}$	$v_h = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{W \times D}$
$P_n = P_0 (1 + r)^n$	WD = no. of settler and Felda staff families X 6.3 X 180 + institutional demand	

-0000000-