

CONFIDENTIAL



UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN MALAYSIA

**FINAL EXAMINATION
SEMESTER I
SESSION 2012/2013**

COURSE NAME : DESIGN OF WATER SUPPLY
COURSE CODE : BFA 40203
PROGRAMME : 4 BFF
EXAMINATION DATE : DECEMBER 2012/JANUARY 2013
DURATION : 3 HOURS
**INSTRUCTIONS : ANSWER QUESTION 1 AND ANY
THREE (3) OTHERS**

THIS QUESTION PAPER CONSISTS OF TEN (10) PAGES

CONFIDENTIAL

- Q1** (a) A water supply scheme for 10,000 people is proposed. Water demand at full plant capacity is shown in **Table Q1** :-

Table Q1

Domestic demand (average)	= 0.32 m ³ /d/person
Other demands	= 1.7 times the domestic demand
Fire fighting flow	= 400 m ³ /h for 6 h duration
Maximum day demand	= 1.5 x average daily demand
Peak hourly demand	= 2.0 x average daily demand
Pumping operation of treated water	= 8 h

Determine the following for a preliminary submission to the waterworks authority :-

- i. Size of pipe (mm diameter) from the source to the WTP based on maximum day demand.
- ii. Power of the low lift pump (kW) based on peak hourly demand, assuming the static head is 25 m above the pump set, and the head loss due to friction is given by the Hazen-William formula, $H_f (m) = (0.00213/D^{4.87}) (L) (100Q/C)^{1.85}$ where L = length of pipe (m); D = diameter of pipe.
- iii. Power of the high lift pump (kW), based on peak hourly demand, assuming the static head from the pump set to the service reservoir is 60m; and the head loss due to friction is 5 m.
- iv. Storage volume required for the 8h pumping operation

Note : State any assumptions used.

(25 marks)

- Q2** (a) In designing a pre-settling tank, explain why detention time is preferred to horizontal velocity.

(5 marks)

- (b) For a flow of 0.05m³/s, size a rectangular pre-sedimentation basin (L, W, D) that shall satisfy the following criteria (**Table Q2**) :-

Table Q2

Detention time	= 3 h
Geometry ratio, L	= 4W
Weir overflow loading	= 250 m ³ /d/m
Factor of safety	= 1.5

(20 marks)

- Q3** (a) Draw a typical flow chart for removing turbidity at a WTP. Describe the function of each of the processes you have included. (5 marks)
- (b) Size a rapid mixing tank cubical in shape (L, W, D) that shall satisfy the following conditions (**Table Q3**) :-

Table Q3

Design flow	= 0.05 m ³ /s
Detention time (t)	= 30 s
Velocity gradient (G)	= 200 s ⁻¹
Dynamic viscosity of water (μ)	= 0.0008 N-s/m ²

Determine also the power of a mechanical mixer for the tank.

(10 marks)

- (c) Alum Al₂(SO₄)₃.14H₂O is used as coagulant that will react with alkalinity due to HCO₃⁻ ions.
- Write a balanced chemical equation to show the reaction of alum with alkalinity.
 - Explain how the colloidal matter causing turbidity is removed from the raw water.
 - Determine the amount of alum sludge formed if the alum dosage is 30 mg/L and the plant flow is 0.05 m³/s. Atomic weights: Al=27; S=32; O=16; H=1.

(10 marks)

- Q4** (a) Sketch a horizontal flow sedimentation tank and show all the important parts of the tank. Show also the movement of water and solids in the tank. (5 marks)
- (b) Sketch a circular sedimentation tank and show all the important parts of the tank. Show also the movement of water and solids in the tank. (5 marks)
- (c) Two (2) similar rectangular paddle flocculation tanks are required at a water treatment plant that must satisfy the following conditions (**Table Q4**) :-

Table Q4

Design flow	= 6333 m ³ /d
Velocity gradient, G	= 25 s ⁻¹
Detention time, t	= 20 min
Depth of the tank, D	= 2.5 m
Dynamic viscosity of water, μ	= 0.0008 N-s/m ² (at 30 °C)

Design for one tank, the following :-

- i. The length (L) and width (W) of the basin.
- ii. The power (kW) to drive the paddle flocculator. (15 marks)

- Q5** (a) Explain the need for a filter (e.g. sand filter) following sedimentation at a WTP. (5 marks)

(b) Determine :-

- i. The filter bed area for a slow sand filter (SSF) if the hydraulic application rate is 10 m³/d/m² for a design flow of 0.2 m³/s.
- ii. Determine the number of filters required using the formula :-

$$\text{Number of filters} = 2.7 [\text{Design flow, MGD}]^{1/2}$$

- iii. Calculate number of filters you need if each filter is limited to 10 m by 10 m. (10 marks)

(c) Determine :-

- i. Filter bed area of a rapid sand filter receiving a hydraulic application of 10 m³/d/m² for a design flow of 0.1 m³/s.
- ii. Determine the number of filters required. (8 marks)

- (d) Explain why the filter area for most filters is limited to 10 m by 10 m in practice. (2 marks)

- Q6** (a) Sketch a natural process by which groundwater is made soft. (4 marks)
- (b) Groundwater supply from a deep aquifer gives the following characteristics :-
- Uniform quality
 - Clean and free of organics
 - Hardness exceeding 300 mg/L as CaCO_3
 - Dissolved $\text{CO}_2 = 15 \text{ mg/L}$
 - Iron (Fe^{2+}) = 1.0 mg/L
 - Other dissolved constituents are below problem levels.
- i. Draw a schematic diagram of a typical WTP that will render this water potable.
- ii. Identify each unit and briefly state its purpose and show where the chemicals are added, and also identify the chemicals. (7 marks)
- (c) Write a balanced chemical equation each for the oxidation of iron and manganese occurring during the process of aeration. Hence determine the amount of each type of sludge formed (kg/d) if the Fe^{2+} and Mn^{2+} concentrations are respectively 2 mg/L and 3 mg/L for a plant flow of $0.035 \text{ m}^3/\text{s}$. Atomic weights: Fe = 55.85; Mn = 54.94; O = 16; H = 1. (7 marks)
- (d) Draw a typical flow chart for treating hard groundwater and describe briefly the function of each of the processes you have included. (7 marks)

- S1** (a) Sebuah skim bekalan air untuk 10,000 orang telah dicadangkan. Permintaan air pada keupayaan penuh loji ditunjukkan di dalam **Jadual S1** :-

Jadual S1

Permintaan domestic (purata)	= 0.32 m ³ /hari/orang
Permintaan lain	= 1.7 kali permintaan domestik
Aliran pencegahan kebakaran	= 400 m ³ /j untuk tempoh 6 jam
Permintaan hari maksimum	= 1.5 x permintaan purata harian
Permintaan waktu puncak	= 2.0 x permintaan purata harian
Operasi pengepaman air terawat	= 8 jam

Tentukan perkara berikut untuk penghantaran awalan kepada pihak berkuasa kerja-kerja air :-

- Saiz paip (diameter mm) daripada sumber kepada WTP berpandukan permintaan maksimum harian.
- Kuasa pam angkat rendah (kW) berpandukan permintaan waktu puncak, dengan anggapan turus statik ialah 25 m di atas set pam, dan kehilangan turus akibat geseran diberi oleh persamaan Hazen-William, $H_f (m) = (0.00213/D^{4.87}) (L) (100Q/C)^{1.85}$ dengan L = panjang paip (m); D = diameter paip.
- Kuasa pam angkat tinggi (kW), berpandukan permintaan waktu puncak, dengan anggapan turus statik daripada set pam kepada takungan perkhidmatan ialah 60 m; dan kehilangan turus akibat geseran ialah 15 m.
- Isipadu simpanan yang diperlukan untuk operasi pengepaman 8 jam.

Nota : Nyatakan sebarang anggapan yang digunakan.

(25 markah)

- S2** (a) Dalam merekabentuk tangki pra-pengenapan, jelaskan mengapa masa tahanan lebih dipilih kepada halaju mendatar.
- (5 markah)
- (b) Untuk suatu aliran 0.05m³/s, saiz sebuah tangki pra-pengenapan segiempat (Panjang, Lebar, Kedalaman) perlu memenuhi kriteria seperti berikut (**Jadual S2**) :-

Jadual S2

Masa tahanan	= 3 jam
Nisbah geometri, L	= 4W
Beban limpahan sempak	= 250 m ³ /hari/m
Faktor keselamatan	= 1.5

(20 markah)

- S3 (a) Lukiskan carta aliran yang biasa digunakan untuk menyingkirkan kekeruhan pada sebuah WTP. Terangkan fungsi setiap proses yang anda telah masukkan.

(5 markah)

- (b) Saiz sebuah tangki campuran laju dalam bentuk segiempat sama (Panjang, Lebar, Kedalaman) perlu memenuhi kriteria seperti berikut (**Jadual S3**) :-

Jadual S3

Aliran rekabentuk	= $0.05 \text{ m}^3/\text{s}$
Masa tahanan (t)	= 30 s
Cerun halaju (G)	= 200 s^{-1}
Kelikatan dinamik air (μ)	= $0.0008 \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$

Tentukan kuasa mekanikal pencampur untuk tangki ini.

(10 markah)

- (c) Alum $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ digunakan sebagai bahan pengental akan bertindakbalas dengan kealkalian disebabkan oleh ion-ion HCO_3^- .

- i. Tuliskan persamaan keseimbangan kimia yang menunjukkan tindakbalas alum dengan kealkalian.
- ii. Jelaskan bagaimana bahan berkoloid yang menyebabkan kekeruhan disingkirkan daripada air mentah.
- iii. Tentukan jumlah enapcemar alum yang terbentuk jika dos alum ialah 30 mg/L dan aliran loji ialah $0.05 \text{ m}^3/\text{s}$. Jisim atom: Al=27; S=32; O=16; H=1.

(10 markah)

- S4** (a) Lakarkan sebuah tangki pengenapan aliran mendatar dan tunjukkan kesemua bahagian-bahagian yang penting tangki tersebut. Tunjukkan juga pergerakan air dan bahan pepejal di dalam tangki ini. (5 markah)
- (b) Lakarkan sebuah tangki pengenapan bulatan dan tunjukkan kesemua bahagian-bahagian yang penting tangki tersebut. Tunjukkan juga pergerakan air dan bahan pepejal di dalam tangki ini. (5 markah)
- (c) **Dua (2)** pengayuh segiempat sama tangki pemberbukuan diperlukan di sebuah loji rawatan air perlu memenuhi keadaan-keadaan berikut (**Jadual S4**) :-

Jadual S4

Aliran rekabentuk	= 6333 m ³ /hari
Cerun halaju, G	= 25 s ⁻¹
Masa tahanan, t	= 20 min
Kedalaman tangki, D	= 2.5 m
Kelikatan dinamik air, μ	= 0.0008 N-s/m ² (at 30 °C)

Rekabentukkan untuk satu tangki, perkara berikut :-

- i. Panjang (L) dan lebar (W) tangki.
- ii. Kuasa (kW) untuk menggerakkan pengayuh pembuku.

(15 markah)

- S5** (a) Jelaskan keperluan sebuah penapis (contohnya penapis berpasir) diikuti penganapan di sebuah WTP. (5 markah)
- (b) Tentukan :-
- Luas dasar penapis untuk sebuah penapis berpasir (SSF) jika kadar aplikasi hidraulik ialah $10 \text{ m}^3/\text{hari}/\text{m}^2$ untuk aliran rekabentuk $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - Bilangan penapis yang diperlukan menggunakan persamaan :-
$$\text{Bilangan penapis} = 2.7 [\text{aliran rekabentuk, MGD}]^{1/2}$$
 - Bilangan penapis yang anda perlukan jika setiap penapis dihadkan kepada 10 m bagi 10 m. (10 markah)
- (c) Tentukan :-
- Luas dasar penapis bagi penapis berpasir laju yang menerima sebuah kadar aplikasi hidraulik $10 \text{ m}^3/\text{hari}/\text{m}^2$ untuk aliran rekabentuk $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - Bilangan penapis-penapis yang diperlukan. (8 markah)
- (d) Terangkan mengapa luas penapis untuk kebanyakan penapis-penapis dihadkan kepada 10 m bagi 10 m secara amalan. (2 markah)

- S6** (a) Lakarkan proses semulajadi yang mana air bumi menjadi lembut. (4 markah)
- (b) Ciri-ciri bekalan air bumi daripada akuifer yang dalam adalah seperti berikut :-
- Kualiti seragam
 - bersih dan bebas bahan-bahan organik
 - Kekerasan melebihi 300 mg/L as CaCO_3
 - CO_2 terlarut = 15 mg/L
 - Besi (Fe^{2+}) = 1.0 mg/L
 - Bahan-bahan terlarut lain adalah di bawah tahap masalah.
- i. Lukiskan rajah skematik sebuah WTP yang biasa digunakan yang mempersembahkan air yang boleh diminum ini.
- ii. Kenalpasti setiap unit dan nyatakan dengan ringkas tujuannya serta tunjukkan di mana bahan-bahan kimia dimasukkan, dan juga kenalpasti bahan-bahan kimia tersebut. (7 markah)
- (c) Tuliskan persamaan keseimbangan kimia untuk setiap pengoksidaan besi dan mangan yang berlaku semasa proses pengudaraan. Seterusnya tentukan jumlah setiap jenis enapcemar yang terbentuk (kg/hari) jika kepekatan-kepekatan Fe^{2+} and Mn^{2+} masing-masing adalah 2 mg/L dan 3 mg/L untuk aliran loji 0.035 m³/s. Jisim atom : Fe = 55.85; Mn = 54.94; O = 16; H = 1. (7 markah)
- (d) Lukiskan carta yang biasa digunakan untuk merawat air bumi yang keras dan terangkan dengan ringkas fungsi setiap proses yang anda masukkan. (7 markah)