



UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN MALAYSIA

FINAL EXAMINATION SEMESTER I SESSION 2010/2011

COURSE NAME : DESIGN OF WATER SUPPLY
COURSE CODE : BFA 4023
PROGRAMME : 4 BFF
EXAMINATION DATE : NOVEMBER/ DECEMBER 2010
DURATION : 3 HOURS
INSTRUCTION : ANSWER ANY **FOUR (4)** QUESTIONS ONLY

THIS PAPER CONSISTS OF NINE (9) PAGES

- Q1** a) Describe the operation of a gravity flow water supply system from low-lift pumping at the intake works to the treatment works to an uphill distribution reservoir and to water distribution pipe network. Support your answer with sketches. (12 marks)
- b) Describe the operation of a pumped storage water supply system from low-lift pumping at the intake works to treatment works to an uphill distribution reservoir and to consumer water distribution pipe network. Support your answer with sketches. (13 marks)

- Q2** A domestic waterworks is considered for a community of 10,000 people based on an average consumption rate of $0.50 \text{ m}^3/\text{day}/\text{capita}$. Raw water is derived from a river source. A low-lift pump at the intake delivers the water to a distribution reservoir on a hill top. Calculate the power of the pump (in kW) required, assuming the static head is 20 m, frictional losses in the transmission pipe are 5 m, depth of water in the reservoir is 7 m, and design flow is 1.8 times the average daily demand. (25 marks)

- Q3** For a design flow of $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$, find the size of a rectangular pre-sedimentation basin based on the following criteria (Table Q3) :-

Table Q3 : Criteria for rectangular pre-sedimentation basin design size

Data	Value
Detention time	Not more than 3 hr
Depth (D)	3 m
Length (L)	4 times width (W)
Weir overflow loading	$250 \text{ m}^3/\text{d}$ per meter length of weir

(25 marks)

- Q4** a) Explain velocity gradient (G), the product of G and detention time (t) as applied in the process of mixing at a waterworks. (8 marks)
- b) Find the size of a rapid mixing tank cubical in shape ($L=W=D$). Use the following criteria for your design (Table Q4):-

Table Q4: Criteria for rapid mixing cubical tank design size

Data	Value
Detention time (t)	20 seconds
velocity gradient (G)	500 per second

(12 marks)

- c) Calculate the power of a mechanical mixer for the tank. Take the dynamic viscosity of water at 27 °C, μ to be 0.0008 N-s/m. (5 marks)

- Q5** a) Explain why you need to have sufficient alkalinity present in the raw water before you could carry out alum coagulation to remove turbidity from raw water. (10 marks)
- b) According to Q5(a), explain also how colloidal matter is removed in the process from rapid mixing to coagulation or flocculation, and sedimentation. Support your answer using a balanced chemical equation for the reaction of alum, $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$ as coagulant with alkalinity as HCO_3^- ions.

Atomic weight: Al=27; S=32; O=16; H=1. Equivalent weight of $CaCO_3 = 50$ mg/meq.

(15 marks)

Q6

A chemical coagulation or flocculation process is used to remove colloidal matter from raw water, followed by a long narrow settling tank which has been sized as follows (Table Q6(a)) :-

Table Q6(a): Settling tank size

Dimension	Size
Length (L)	14 m
Width (W)	3.5 m
Depth (D)	4.5 m
Weir length (L_w)	10 m

Give your comments on the design of the settling tank based on the following criteria (Table Q6(b)):-

Table Q6(b): Criteria for the design of the settling tank

Data	Value
Detention time	2 – 8 hr
Surface overflow rate (SOR)	20 – 40 m ³ /d/m ²
Flow-through (horizontal) velocity	Shall not exceed 9 m/hr
Weir loading	250 m ³ /d/m length of overflow weir
Design flow	1.5 times the average daily flow

(25 marks)

Q7

- a) Slow and rapid sand filters are often used at a waterworks. Explain the differences between the two types of filters. (10 marks)
- b) Design a slow sand filter that can filter 10 m³/d of water per square meter area of filter. Assume design flow is twice the average daily flow. (5 marks)
- c) Design a rapid sand filter using the criterion of 10 m³/d of flow for every square meter of filter area. Assume design flow is 0.1 m³/s. (5 marks)
- d) Calculate the number of filters required for (b) and (c) above and explain why the filter area of a filter unit is normally limited to 100 m² in practice. (5 marks)

Q8

A water supply scheme is considered for a community of 10,000 people. Water demand characteristics at full plant capacity are as follows (Table Q8(a):-

Table Q8(a): Water demand characteristics

Data	Value
Domestic demand (average)	0.40 m ³ per day per person
Industrial demand (average)	30 % of domestic demand
Agriculture demand (average)	50 % of domestic demand
Non-Revenue Water (NRW)	15 % of domestic demand
Water for emergency use	15 % of domestic demand
Fire fighting demand	Based on 8200 m ³ /d of flow for a 4hr duration

Design criteria for the scheme are as follows (Table Q8(b):-

Table Q8(b): Design criteria

Data	Value
Maximum day demand	1.5 x average daily demand
Peak hourly demand	2.0 x average daily demand
Scheme operation	On a pumped storage configuration based on 8hr pumping
Storage required for equalizing supply and demand	80% of maximum day demand

You are to provide a preliminary design of the following components of the waterworks :-

- i) Low lift pumping (at the intake works)
- ii) High lift pumping (from clear water well to the consumers)
- iii) Total storage to equalize supply and demand plus storage for fire fighting.

(25 marks)

S1 a) Terangkan operasi sistem bekalan air secara aliran graviti dari pengepaman angkat rendah pada titik pengambilan kerja kepada kerja rawatan seterusnya ke titik agihan menaik suatu takungan dan ke rangkaian paip agihan. Dengan berbantuan lakaran, sokong jawapan anda.

(12 markah)

b) Terangkan operasi sistem bekalan air simpanan yang dipam dari pengepaman angkat rendah pada titik pengambilan kerja kepada kerja rawatan seterusnya ke titik agihan menaik suatu takungan dan ke rangkaian paip agihan pengguna. Dengan berbantuan lakaran, sokong jawapan anda.

(13 markah)

S2 Suatu kerja air domestik telah dipertimbangkan untuk satu komuniti seramai 10,000 orang berdasarkan purata kadar penggunaan air sebanyak $0.50 \text{ m}^3/\text{hari/kapita}$. Bekalan air mentah diperolehi daripada sebuah sungai. Sebuah pam angkat rendah pada titik pengambilan membekalkan air ke sebuah takungan agihan yang terletak di atas sebuah bukit. Kirakan kuasa pam (dalam kW) yang diperlukan, dengan mengangap turus statik ialah 20 m, kehilangan akibat geseran di dalam paip penghantaran ialah 5 m, kedalaman air di dalam takungan ialah 7 m, dan aliran rekabentuk ialah 1.8 kali permintaan purata harian.

(25 markah)

S3 Bagi aliran rekabentuk $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$, tentukan saiz kolam enapan awal berbentuk segiempat dengan berpandukan kriteria berikut (Jadual S3) :-

Jadual S3 : Kriteria untuk saiz kolam enapan awal berbentuk segiempat

Data	Nilai
Masa tahanan	Tidak melebihi 3 jam
Kedalaman (D)	3 m
Panjang (L)	4 kali lebar (W)
Muatan air limpah sempak	$250 \text{ m}^3/\text{h}$ per meter panjang sempak

(25 markah)

- S4 a) Jelaskan cerun halaju (G), hasil G dan masa tahanan (t) seperti yang digunakan di dalam proses campuran pada kerja-kerja air. (8 markah)

- b) Tentukan saiz tangki campuran laju berbentuk segiempat sama ($L=W=D$). Gunakan kriteria berikut dalam rekabentuk anda (Jadual S4) :-

Jadual S4: Kriteria untuk rekabentuk saiz tangki campuran laju berbentuk segiempat sama

Data	Nilai
Masa tahanan (t)	20 saat
Cerun halaju (G)	500 per saat

(12 markah)

- c) Kirakan kuasa mekanikal pencampur untuk tangki tersebut. Ambil nilai kelikatan dinamik, μ bersamaan 0.0008 N-s/m pada suhu air 27 °C. (5 markah)

- S5 a) Terangkan mengapa anda memerlukan kehadiran kealkalian yang mencukupi di dalam air mentah sebelum proses koagulasi dengan menggunakan alum dapat dijalankan bagi menyingkirkan kekeruhan daripada air mentah. (10 markah)

- b) Berdasarkan S5(a), terangkan juga bagaimana bahan-bahan koloid disingkirkan di dalam proses ini daripada campuran laju kepada koagulasi atau flokulasi dan penganapan. Sokong jawapan anda menggunakan persamaan kimia yang seimbang untuk tindakbalas alum $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$ sebagai koagulan dan kealkalian sebagai ion HCO_3^- .

Berat atom: Al=27; S=32; O=16; H=1. Berat setara $CaCO_3 = 50$ mg/meq.

(15 markah)

S6

Satu proses koagulasi atau flokulasi kimia digunakan untuk menyingkirkan bahan koloid daripada air mentah diikuti oleh sebuah tangki pegenapan yang panjang dan sempit yang mempunyai saiz seperti berikut (Jadual S6(a) :-

Jadual S6(a): Saiz tangki pegenapan

Dimensi	Saiz
Panjang (L)	14 m
Lebar (W)	3.5 m
Kedalaman (D)	4.5 m
Panjang sempak (L_w)	10 m

Berikan komen anda terhadap rekabentuk tangki pegenapan di atas dengan berpandukan kriteria berikut (Jadual S6(b) :-

Jadual S6(b): Kriteria rekabentuk tangki pegenapan

Data	Value
Masa tahanan	2 – 8 jam
Kadar alir limbah permukaan (SOR)	20 – 40 m ³ /hari/m ²
Aliran halaju merentasi (mendatar)	Tidak melebihi 9 m/jam
Muatan sempak	250 m ³ /hari/m panjang sempak alur limbah
Rekabentuk aliran	1.5 kali purata aliran harian

(25 markah)

S7

- a) Penapis-penapis pasir perlahan dan laju lazimnya digunakan untuk kerja-kerja air. Senaraikan perbezaan-perbezaan di antara kedua-dua jenis penapis tersebut. (10 markah)
- b) Rekabentukkan penapis pasir perlahan yang boleh menapis 10 m³/hari air per meter luas persegi penapis. Anggap rekabentuk aliran ialah dua kali ganda aliran purata harian. (5 markah)
- c) Rekabentukkan penapis pasir laju dengan menggunakan kriteria aliran 10 m³/hari untuk setiap meter persegi luas penapis. Anggap aliran rekabentuk ialah 0.1 m³/s. (5 markah)
- d) Kirakan bilangan penapis-penapis yang diperlukan daripada S7(b) dan (c) di atas dan terangkan mengapa luas penapis untuk seunit penapis lazimnya dihadkan kepada 100 m² secara praktikal. (5 markah)

S8

Suatu skim bekalan air dipertimbangkan untuk sebuah komuniti yang mengandungi 10,000 orang. Ciri-ciri permintaan air pada keupayaan loji penuh adalah seperti berikut (Jadual S8(a)) :-

Jadual S8(a): Ciri-ciri permintaan air

Data	Nilai
Permintaan domestik (purata)	0.40 m ³ per hari per orang
Permintaan industri (purata)	30 % permintaan domestik
Permintaan pertanian (purata)	50 % permintaan domestik
Air tak berhasil (NRW)	15 % permintaan domestik
Penggunaan air untuk kecemasan	15 % permintaan domestick
Permintaan pencegahan kebakaran	Berdasarkan aliran 8200 m ³ /hari untuk tempoh 4 jam

Kriteria rekabentuk untuk skim ini adalah seperti berikut Jadual S8(b) :-

Jadual S8(b): Kriteria rekabentuk

Data	Nilai
Permintaan hari maksimum	1.5 x purata permintaan harian
Permintaan jam puncak	2.0 x purata permintaan harian
Operasi skim	Pada konfigurasi simpanan yang dipam selama 8 jam pengepaman.
Keperluan simpanan untuk menyamakan bekalan dan permintaan	80% permintaan maksimum harian

Anda dikehendaki untuk menyediakan rekabentuk awalan komponen kerja-kerja air seperti berikut :-

- i) Pengepaman angkat rendah (pada titik ambilan kerja-kerja)
- ii) Pengepaman angkat tinggi (dari tangki air jernih kepada pengguna)
- iii) Jumlah simpanan untuk menyamakan bekalan dan permintaan serta simpanan untuk pencegahan kebakaran.

(25 markah)