

**CONFIDENTIAL**



**UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN MALAYSIA**

**FINAL EXAMINATION  
SEMESTER II  
SESSION 2010/2011**

**COURSE NAME** : DESIGN OF WASTEWATER  
ENGINEERING

**COURSE CODE** : BFA 4043

**PROGRAMME** : 4 BFF

**EXAMINATION DATE** : APRIL / MAY 2011

**DURATION** : 3 HOURS

**INSTRUCTIONS** : ANSWER **FOUR (4)** QUESTIONS

**THIS PAPER CONSISTS OF NINE (9) PAGES**

**CONFIDENTIAL**

- Q1** (a) State the BOD<sub>5</sub> and SS values for the effluent discharge to inland waters that must comply to Standard A and Standard B as stipulated in the Environmental Quality Act (EQA) 1974 and explain why Standard A is more stringent than Standard B. (5 marks)
- (b) Sketch a graph showing the variation of daily flow and BOD at a sewage treatment works. Explain how you would control such variations at the works. (5 marks)
- (c) A developer has submitted to the Local Authority a design proposal for a pond system for his project that consists of an anaerobic pond followed by a facultative pond. The design details are as follows :-
- (i) Anaerobic pond surface area = 800 m<sup>2</sup> and average depth = 2.5 m
  - (ii) Facultative pond surface area = 700 m<sup>2</sup> and average depth = 2 m
  - (iii) Influent flow rate = 500 m<sup>3</sup>/d
  - (iv) Influent BOD = 180 mg/L.

The design criteria for the ponds are as follows :-

Anaerobic Pond

Maximum BOD loading = 400 g per day per m<sup>3</sup> pond volume  
 Minimum detention time = 2 d  
 Expected BOD removal = 40 %

Facultative Pond

Maximum BOD loading = 33 g per day per m<sup>2</sup> pond surface area  
 Minimum detention time = 9 d  
 Expected BOD removal = 50 %

As the Authority's Chief Engineer, you are required to give comments on the design proposal that must meet the effluent BOD discharge of 30 mg/L. If the design violates the effluent quality requirement, what would you propose to the Authority?

(15 marks)

- Q2** (a) Sketch and label a typical flow chart for primary treatment and secondary treatment of a wastewater treatment plant. Explain the purpose of the primary treatment and secondary treatment. (5 marks)
- (b) Sketch and label the bacteria growth curve for a pure culture. Which phase of the curve is used for activated sludge process design and which for an extended aeration process design (both for sewage treatment)? State two advantages and one disadvantage of an extended aeration system. (5 marks)
- (c) The log growth phase in the growth curve above may be described by the following equation :-

$$N_t = N_0 e^{\mu t}$$

where;

$\mu$  = specific growth rate constant

$N_0$  = number of bacteria at the beginning ( $t = 0$ )

$N_t$  = number of bacteria at time,  $t$

$t$  = time of bacteria growth

Prove that  $\mu = \ln 2/T$  where  $T$  is the mean generation time, that is, the time taken for the bacteria population to double in number.

What is the significance of the mean generation time in wastewater treatment.

(5 marks)

- (d) Explain the concept of primary settling in wastewater treatment with respect to suspended solids and colloidal matters. (5 marks)
- (e) The influent average flow, SS and  $BOD_5$  to a primary settling tank are respectively  $0.05\text{m}^3/\text{s}$ ,  $300\text{mg/L}$  and  $250\text{mg/L}$ . For an expected removal of 60 % SS and 30 %  $BOD_5$ , calculate the amount of SS and  $BOD_5$  removed (kg/day). (5 marks)

- Q4** (a) Explain the positive and negative effects of disinfecting a wastewater effluent. (5 marks)
- (b) Nitrogen (N) and phosphorus (P) in wastewater effluents require removal before discharge to a receiving water body. State the commonly used advanced treatment processes for the removal of these nutrients. *ikut format bahasa me layu.* (5 marks)
- (c) Formulate a design equation for an air stripper in the same manner as you would formulate for an absorber. Using the formulation, you are required to design a packed tower stripping column to 1.0 µg/L detection limit to get rid of contamination of 250 µg/L tetrachloroethene. The following data and design parameters are available :-

Hendry's law constant =  $5.0 \times 10^{-4} 10 \text{ atm. m}^3/\text{mol}$

$K_L \alpha = 10 \times 10^{-3} /\text{s}$

Air flow rate =  $13.7 \text{ m}^3/\text{s}$

Liquid flow rate =  $0.044 \text{ m}^3/\text{s}$

Temperature =  $25^\circ\text{C}$

Column diameter not to exceed 4.0 m

Column height not to exceed 6.0 m

(15 marks)

- Q5** (a) Explain using the aid of sketches, the major processes and the methods used for sludge treatment and state where you would dispose of the treated sludge ultimately. (15 marks)
- (c) Determine the daily sludge production for a primary settling tank of a WWTP with the following characteristics :-

Influent flow rate =  $0.05 \text{ m}^3/\text{s}$

Influent total suspended solids = 155 mg/L

Solids removal efficiency = 53 %

Volatile solids = 70 % of total suspended solids

S.G of volatile solids = 0.97

Fixed solids = 30 % of total suspended solids

S.G of fixed solids = 2.5

Density of water =  $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$

(10 marks)

- S1** (a) Nyatakan batasan nilai BOD<sub>5</sub> dan SS untuk aliran kumbahan yang dikeluarkan menuju ke sungai kadar yang ditetapkan piawaian A dan piawaian B dalam Akta Alam Sekitar (EQA) 1974. Huraikan mengapa piawaian A mempunyai batasan yang lebih rendah kadar kepekatannya berbanding dengan piawaian B. (5 markah)
- (b) Lakarkan grafik perubahan kadar alir harian dan konsentrasi BOD pada pengolahan kumbahan. Huraikan bagaimana mengawal perubahan kadar alir dan konsentrasi BOD pada pengolahan kumbahan tersebut. (5 markah)
- (c) Sebuah institusi pembangunan telah menyerahkan rekabentuk kertas kerja untuk pembangunan sistem kolam air kumbahan meliputi kolam anaerobik diikuti dengan kolam fakultatif kepada pihak penguasa tempatan. Perincian rekabentuk mengikut pertimbangan berikut :-
- (i) Keluasan kolam anaerobik = 800 m<sup>2</sup> dan purata kedalaman = 2.5 m
  - (ii) Keluasan kolam fakultatif = 700 m<sup>2</sup> dan purata kedalaman = 2 m
  - (iii) Kadar alir masukan = 500 m<sup>3</sup>/hari
  - (iv) BOD masukan = 180 mg/L.

Kriteria rekabentuk adalah seperti berikut :-

Kolam anaerobik

Beban BOD maksimum = 400g per hari per m<sup>3</sup> isipadu kolam  
 Masa tahanan minimum = 2 hari  
 Jangkaan penyingkiran BOD = 40 %

Kolam fakultatif

Beban BOD maksimum = 33g per hari per m<sup>2</sup> luas permukaan kolam  
 Masa tahanan minimum = 9 hari  
 Jangkaan penyingkiran BOD = 50 %

Sebagai ketua jurutera daripada pihak berkuasa, anda dikehendaki memberikan komen pada rekabentuk kertas kerja terhadap kadar alir dengan kepekatan BOD yang harus memenuhi batasan nilai 30 mg/L. Jika rekabentuk tersebut melebihi kadar batasan yang ditetapkan, apa yang anda sarankan pada pihak berkuasa tersebut.

(15 markah)

- S2 (a) Lakarkan dan berikan keterangan pada carta aliran untuk pengolahan rawatan pertama dan rawatan kedua air sisa kumbahan. Huraikan tujuan dari pengolahan rawatan pertama dan rawatan kedua.

(5 markah)

- (b) Lakarkan dan berikan keterangan pada kultur pembiakan bakteria untuk pembiakan kultur. Fasa bahagian manakah yang digunapakai untuk proses rekabentuk enapcemar teraktif dan proses pengudaraan lanjutan (untuk kedua-dua rawatan kumbahan). Nyatakan dua kebaikan dan satu keburukan sistem pengudaraan lanjutan.

(5 markah)

- (c) Fasa log perkembangan bakteria diterangkan mengikut persamaan berikut :-

$$N_t = N_0 e^{\mu t}$$

dengan;

 $\mu$  = pemalar pembiakan $N_0$  = Jumlah bakteria pada permulaan ( $t = 0$ ) $N_t$  = Jumlah bakteria pada masa  $t$  $t$  = Masa pembiakan bakteria

Buktikan persamaan  $\mu = \ln 2/T$  di mana  $T$  adalah generasi pembiakan bacteria, iaitu masa pembiakan bacteria untuk menggandakan jumlah populasi bacteria.

Apakah kepentingan dari jumlah generasi penggandaan populasi bakteria dalam rawatan air sisa.

(5 markah)

- (d) Huraikan konsep pemendapan pertama dalam rawatan air sisa terhadap penyingkiran pepejal terampai dan partikel koloid.

(5 markah)

- (e) Purata kadar alir yang masuk, kepekatan SS dan  $BOD_5$  pada tangki pemendapan pertama adalah  $0.05 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $300 \text{ mg/L}$  dan  $250 \text{ mg/L}$ . Untuk jangkauan penyingkiran 60 % SS dan 30 %  $BOD_5$ , tentukan jumlah SS dan  $BOD_5$  yang akan disingkirkan (kg/hari).

(5 markah)

- S3 (a) Huraikan kebaikan dan kekurangan proses tambahan pengudaraan pada rawatan air sisa. Lakarkan dan berikan keterangan pada unit proses tambahan pengudaraan.

(5 markah)

- (b) Huraikan keadaan operasi dari proses enapcemar teraktif yang memungkinkan pengeluaran perbelanjaan yang lebih besar untuk pelupusan enapcemar di mana usia enapcemar ( $\theta_c$ ) 3 hari atau 5 hari. Untuk menyokong jawapan anda, pertimbangkan persamaan usia enapcemar ( $\theta_c$ ) berikut :-

$$\theta_c = \frac{VX}{Q_w X_r + (Q - Q_w) X_e}$$

Dimana takrif setiap simbol diatas telah dijelaskan dalam kelas.

(5 markah)

- (c) Sebuah loji rawatan enapcemar teraktif ( yang dilengkapi dengan proses kitaran semula pepejal dan sisa enapcemar) disarankan untuk pengolahan kumbahan dalam sebuah komuniti. Berikut adalah maklumat yang diperolehi :-

Kadar alir masuk = 1000 m<sup>3</sup>/hari

BOD<sub>5</sub> terlarut masukan = 180 mg/L

Rekabentuk MLTSS = 2000 mg/L

70 % daripada TSS ialah meruap

Umur enapcemar = 10 hari

BOD (S) terlarut masukan loji = 15 mg/L

Pekali biokinetik :-

$K_d = 0.05/d$ ;  $Y = 0.6 \text{ mgVSS/mg BOD}_5$  tersingkir

Kira :-

- (i) Tempoh pengudaraan (hari)
- (ii) Isipadu tangki pengudaraan (m<sup>3</sup>)
- (iii) Nisbah F/M (hari<sup>-1</sup>)
- (iv) Enapcemar yang dihasilkan (kg/hari)
- (v) Keperluan oksigen (kg/hari) berdasarkan BOD muktamad.

(15 markah)

**S4** (a) Huraikan kesan positif dan negatif proses pembasmian kuman pada rawatan air sisa. (5 markah)

(b) Nitrogen (N) dan fosforus (P) dalam lelasan pengolahan rawatan air sisa memerlukan proses penyingkiran sebelum dilepaskan ke badan air. Nyatakan kaedah umum yang digunakan pada rawatan ketiga untuk menyingkirkan nutrien tersebut (5 markah)

(c) Hasilkan persamaan untuk sebuah rekabentuk *stripper* udara dimana kaedah yang sama untuk menghasilkan persamaan sebuah proses penyerapan. Dengan menggunakan persamaan tersebut anda diminta untuk merekabentuk tiang menara dengan batasan kepekatan  $1.0 \mu\text{g/L}$  sehingga dapat menyingkirkan pencemaran  $250 \mu\text{g/L}$  tetrachloroethene. Parameter rekabentuk adalah seperti berikut :-

$$\text{Pemalar hukum Hendry's} = 5.0 \times 10^{-4} \text{ atm. m}^3/\text{mol}$$

$$K_L\alpha = 10 \times 10^{-3} /s$$

$$\text{Kadar alir udara} = 13.7 \text{ m}^3/s$$

$$\text{Kadar alir cecair} = 0.044 \text{ m}^3/s$$

$$\text{Suhu} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Diameter tiang tidak melebihi } 4.0 \text{ m}$$

$$\text{Ketinggian tiang tidak melebihi } 6.0 \text{ m}$$

(15 markah)

**S5** (a) Huraikan dengan bantuan lakaran proses-proses utama dan kaedah-kaedah proses yang lazim digunapakai untuk pengolahan rawatan enapcemar dan nyatakan dimanakah selayaknya sisa enapcemar yang telah dirawat untuk dilupuskan pada akhirnya. (15 markah)

(b) Tentukan produksi enapcemar harian daripada tangki pemendapan pengolahan rawatan air sisa mengikut ketentuan parameter seperti berikut :-

$$\text{Kadar alir masukan} = 0.05 \text{ m}^3/s$$

$$\text{Jumlah pepejal terampai} = 155 \text{ mg/L}$$

$$\text{Kecekapan penyingkiran pepejal} = 53 \%$$

$$\text{Pepejal meruap pada } 500 \text{ }^\circ\text{C} = 70 \%$$
 daripada pepejal terampai

$$\text{Berat tentu pepejal meruap pada } 500 \text{ }^\circ\text{C} = 0.97$$

$$\text{Pepejal tetap} = 30 \%$$
 daripada pepejal terampai

$$\text{Berat tentu pepejal tetap} = 2.5$$

$$\text{Ketumpatan air} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

(10 markah)