

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2004/2005

Oktober 2004

**EKC 472 – Kejuruteraan Kawalan Pencemaran Air**

Masa : 3 jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LAPAN muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

**Arahan:** Jawab **EMPAT (4)** soalan. Jawab mana-mana **DUA (2)** soalan dari Bahagian A. Jawab mana-mana **DUA (2)** soalan dari Bahagian B.

Pelajar boleh menjawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia. Jika pelajar ingin menjawab dalam Bahasa Inggeris, pelajar hendaklah menjawab sekurang-kurangnya SATU soalan dalam Bahasa Malaysia.

Bahagian A : Jawab mana-mana DUA soalan.

Section A : Answer any TWO questions.

1. [a] Bincangkan tentang kejadian dan kepentingan proses penitritan di dalam analisis permintaan oksigen biokimia (BOD).

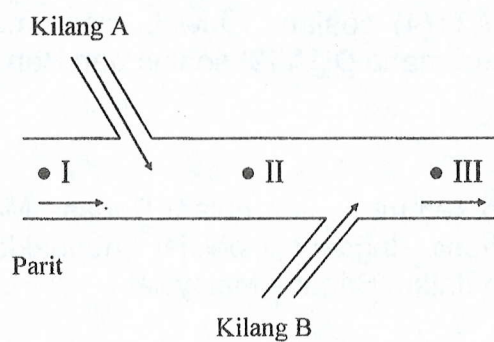
[8 markah]

- [b] Suatu larutan akues diketahui hanya mengandungi 250 mg/L glukosa ( $C_6H_{12}O_6$ ), 50 mg/L etanol ( $C_2H_5OH$ ) dan 150 mg/L glisin ( $H_2NCH_2COOH$ ) sebagai bendasing. Tentukan permintaan oksigen secara teori (ThOD) dan jumlah karbon organik (TOC) bagi larutan tersebut.

(Jisim atom: C = 12 g/mol; H = 1 g/mol; O = 16 g/mol; N = 14 g/mol)

[8 markah]

- [c] Kilang A dan Kilang B mengeluarkan air sisa yang telah dirawat ke dalam sebuah parit sebagaimana yang ditunjukkan dalam Rajah S.1 [c] di bawah. Kilang A mengeluarkan air sisa pada 21,600 m<sup>3</sup>/hari dengan kepekatan oksigen terlarut (DO) pada 1.5 mg/L sementara BOD dan pemalar kadar BOD,  $k$  (asas e) pada 20°C adalah masing-masing 12.0 mg/L dan 0.14 per hari. Air parit pada titik I diketahui mengandungi DO sebanyak 6.5 mg/L manakala BOD muktamad (L) pula ialah 5.0 mg/L. Di titik II, air parit tersebut diketahui mengandungi DO sebanyak 4.5 mg/L. Sementara itu, Kilang B mengeluarkan air sisa terawatnya pada kadar 17,360 m<sup>3</sup>/ hari dengan kepekatan DO sebanyak 2.0 mg/L, nilai  $k$  (asas e) pada 20°C ialah 0.12 per hari dan nilai BOD<sub>5</sub> ialah 15 mg/L.



Rajah S.1 [c]

Dengan menganggap pencampuran sempurna telah dicapai pada titik II, dan III, tentukan:

- [i] Kadar aliran parit di titik I

[2 markah]

- [ii] Kepekatan oksigen terlarut bagi air di titik III

[3 markah]

- [iii] BOD muktamad bagi air di titik III.

[4 markah]

...3/-

1. [a] Discuss the occurrence and significance of nitrification process in biochemical oxygen demand (BOD) analysis.

[8 marks]

- [b] An aqueous solution is known to contain only 250 mg/L of glucose ( $C_6H_{12}O_6$ ), 50 mg/L of ethanol ( $C_2H_5OH$ ) and 150 mg/L of glycine ( $H_2NCH_2COOH$ ) as impurities. Determine the theoretical oxygen demand (ThOD) and the total organic carbon (TOC) of the stated solution.

(Atomic weight: C = 12 g/mol; H = 1 g/mol; O = 16 g/mol; N = 14 g/mol)

[8 marks]

- [c] Factory A and factory B discharge their treated wastewater into a drain as shown in Figure Q.1 [c] below. Factory A discharges its wastewater at 21,600  $m^3/d$  with the dissolved oxygen (DO) measured to be at 1.5 mg/L while the  $BOD_5$  and BOD reaction rate constant,  $k$  (base e) at 20 °C are 12.0 mg/L and  $0.14 d^{-1}$ , respectively. The drain water at point I is known to contain DO at 6.5 mg/L while the ultimate BOD ( $L$ ) is 5.0 mg/L. At point II, the water is known to contain DO at 4.5 mg/L. Meanwhile, factory B discharges its wastewater at 17,360  $m^3/d$  with a DO concentration of 2.0 mg/L,  $k$  (base e) at 20 °C value of  $0.12 d^{-1}$  and  $BOD_5$  values of 15 mg/L.

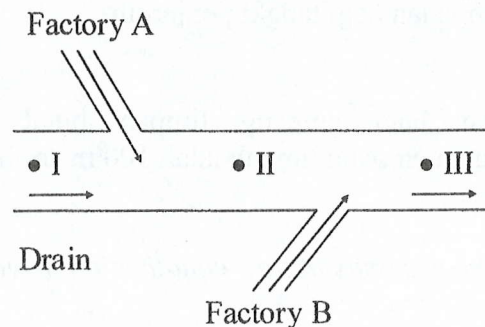


Figure Q.1 [c]

Assume perfect mixing of the discharges has been achieved at points II and III, determine:

- [i] The flow rate of the drain at point I.

[2 marks]

- [ii] The dissolve oxygen in the water at point III

[3 marks]

- [iii] The ultimate BOD of the water at point III.

[4 marks]

2. [a] Bincangkan secara ringkas tentang keperluan penyamaan aliran di dalam rawatan air sisa

[7 markah]

- [b] Data bagi halaju permulaan pegenapan terhalang bagi suatu ampaiian adalah seperti yang diberikan di dalam Jadual S.2 [b].

Jadual S.2 [b]

C (mg/L)	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
$v_h$ (m/jam)	3.636	2.820	2.484	2.295	1.476	0.972	0.674	0.468	0.312	0.227

C (mg/L)	11,000	12,000	13,000	14,000	15,000
$v_h$ (m/jam)	0.167	0.126	0.100	0.080	0.072

Suatu tangki penjernih bulat perlu direkabentuk untuk mengendalikan aliran air sisa pada kadar aliran 2,500 m<sup>3</sup>/hari yang mengandungi kepekatan pepejal terampai pada 3,000 mg/L. Sekiranya kepekatan minimum pepejal terampai bagi aliran bawah ialah 12,000 m<sup>3</sup>/hari, tentukan:

- [i] Garispusat bagi tangki penjernih [6 markah]

- [ii] Kadar aliran isipadu bagi aliran bawah [4 markah]

- [iii] Kadar limpahan bagi tangki penjernih [4 markah]

- [iv] Garispusat bagi empang limpah bulat yang diperlukan jika pembebanan empang limpah ialah 100 m<sup>3</sup>/m-hari. [4 markah]

2. [a] Discuss briefly the necessity of flow equalization in wastewater treatment.

[7 marks]

- [b] The data for initial hindered settling velocities of a suspension are given in Table Q.2 [b].

Table Q.2 [b]

C (mg/L)	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
$v_h$ (m/h)	3.636	2.820	2.484	2.295	1.476	0.972	0.674	0.468	0.312	0.227

C (mg/L)	11,000	12,000	13,000	14,000	15,000
$v_h$ (m/h)	0.167	0.126	0.100	0.080	0.072

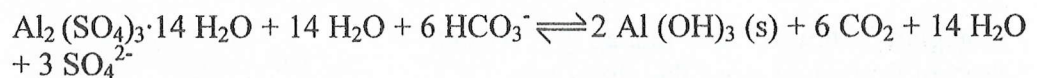
A circular clarifier is to be designed to handle a wastewater flow of 2,500 m<sup>3</sup>/d containing a suspended solid concentration of 3,000 mg/L. If the required minimum underflow suspended solid concentration is 12,000 m<sup>3</sup>/d, determine:

...5/-

- [i] *The diameter of the clarifier* [6 marks]
- [ii] *The volumetric flowrate of underflow.* [4 marks]
- [iii] *The overflow rate of the clarifier.* [4 marks]
- [iv] *The diameter of a circular weir to be used if the weir loading is 100 m<sup>3</sup>/m-d.* [4 marks]

3. [a] Bincangkan tentang mekanisma di sebalik penyahstabilan koloid akibat penambahan bahan pengental kimia. [8 markah]

[b] Suatu loji rawatan pengentalan kimia dengan aliran influen 0.044 m<sup>3</sup>/s mendoskan alum pada 33.0 mg/L. Tiada sebarang bahan kimia lain yang ditambah. Kepekatan pepejal terampai influen dan efluen masing-masing ialah 47.0 mg/L dan 10.0 mg/L. Kandungan pepejal di dalam enapcemar ialah 1.05 % dan graviti spesifik bagi enapcemar tersebut ialah 2.61. Tindak balas di antara alum dan kealkalian diberikan sebagai:



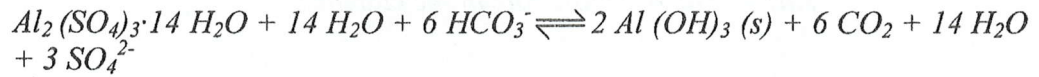
Tentukan:

- [i] Jumlah pepejal terampai yang disingkirkan setiap hari. [3 markah]
- [ii] Jumlah enapcemar kering aluminium hidroksida yang dihasilkan setiap hari. [7 markah]
- [iii] Isipadu enapcemar yang dihasilkan setiap hari. [7 markah]

(Jisim molekul: Alum = 594.35 g/mol; Al(OH)<sub>3</sub> = 78.00 g/mol)

3. [a] *Discuss the mechanism behind the destabilization of colloids with the addition of a chemical coagulant.* [8 marks]

- [b] A coagulation treatment plant with an influent flow of  $0.044 \text{ m}^3/\text{s}$  is dosing alum at  $33.0 \text{ mg/L}$ . No other chemicals are being added. The influent and effluent suspended solid concentrations are measured at  $47.0 \text{ mg/L}$  and  $10.0 \text{ mg/L}$ , respectively. The sludge solid content is  $1.05 \%$  and the specific gravity of the sludge is  $2.61$ . The reaction between alum and alkalinity is given below;



Determine:

- [i] The amount of suspended solid removed in the sludge per day.

[3 marks]

- [ii] The amount of dry aluminium hydroxide sludge produced per day.

[7 marks]

- [iii] The volume of sludge produced per day.

[7 marks]

(Molecular weight: Alum =  $594.35 \text{ g/mol}$ ;  $\text{Al}(\text{OH})_3 = 78.00 \text{ g/mol}$ )

Bahagian B: Jawab mana-mana DUA soalan.

Section B: Answer any TWO questions.

4. Data berikut telah diperolehi menggunakan empat unit enapcemar teraktif aliran berterusan bersaiz meja bagi merawat air sisa pemprosesan makanan. Tentukan pekali pereputan endogenius  $k_d$  dan hasil  $Y$  menggunakan data yang diberikan dalam Jadual S.4.

Jadual S.4

No. Unit	X, g MLVSS/hari	R', g MLVSS/hari	U, g BOD <sub>5</sub> /g MLVSS.hari
1	18.81	0.88	0.17
2	7.35	1.19	0.41
3	7.65	1.42	0.40
4	2.89	1.56	1.09

[25 markah]

4. The following data were obtained using four bench scale continuous flow of activated sludge units to treat a food processing wastewater. Determine the endogenous decay coefficient  $k_d$  and yield  $Y$  by using the data given in Table Q.4.

Table Q. 4

Unit no.	X, g MLVSS/d	R', g MLVSS/d	U, g BOD <sub>5</sub> /g MLVSS.d
1	18.81	0.88	0.17
2	7.35	1.19	0.41
3	7.65	1.42	0.40
4	2.89	1.56	1.09

[25 marks]

5. Suatu pencerna telah diisikan dengan substrak berkepekatan awal 1000 mg BOD<sub>L</sub>/L dan kepekatan substrak akhir ialah 100 mg BOD<sub>L</sub>/L . Kadar pembebanan isipadu pencerna tersebut ialah 20 Mgal/hari. Anggapkan suhu operasi adalah malar pada 35°C.

Data yang diberi:  $\theta_c = 30$  hari,  $Y = 0.25$  dan  $k_d = 0.05 \text{ hari}^{-1}$

- [a] Berapakah amaun pepejal meruap ( $P_x$ ) yang dihasilkan setiap hari.

[9 markah]

- [b] Tentukan isipadu biogas yang dihasilkan setiap hari.

[9 markah]

- [c] Kira isipadu pencerna tersebut.

[7 markah]

Persamaan yang berguna:

$$P_x = 8.34 Q Y(S_o - S) / (1 + k_d \theta_c)$$

$$\text{Isipadu biogas} = 5.62 [8.34 Q (S_o - S) - 1.42 P_x]$$

5. A digester was loaded with initial substrate concentration of 1000 mg BOD<sub>L</sub>/L and final substrate concentration of 100 mg BOD<sub>L</sub>/L . The volumetric loading rate of the digester was 20 Mgal/d. Assume a constant operating temperature of 35 °C.

Given Data:  $\theta_c = 30$  d,  $Y = 0.25$  and  $k_d = 0.05 \text{ d}^{-1}$

- [a] What would be the amount of volatile solids ( $P_x$ ) produced per day

[9 marks]

- [b] Determine the volume of biogas produced per day

[9 marks]

- [c] Calculate the volume of the digester

[7 marks]

Useful relations:

$$P_x = 8.34 Q Y(S_o - S) / (1 + k_d \theta_c)$$

$$\text{Volume of biogas} = 5.62 [8.34 Q (S_o - S) - 1.42 P_x]$$

6. Tentukan pekali-pekali kinetik  $k$ ,  $K_s$ ,  $\mu_{max}$ ,  $Y$  dan  $k_d$  berdasarkan data berikut yang diperolehi menggunakan sebuah bioreaktor meja dengan kitar semula pepejal yang bersaiz meja.

Jadual S.6

No. ujikaji	$S_o$ mg/L	$S$ , mg/L	$\theta$ , hari	$X$ , mg VSS/L	$\theta_c$ , hari
1	400	10.0	0.167	3,950	3.1
2	400	14.3	0.167	2,865	2.1
3	400	21.0	0.167	2,100	1.6
4	400	49.5	0.167	1,050	0.8
5	400	101.6	0.167	660	0.6

[25 markah]

6. Determine the kinetic coefficients  $k$ ,  $K_s$ ,  $\mu_{max}$ ,  $Y$  and  $k_d$  from the following data obtained in a bench scale bioreactor with solid recycle.

Table Q. 6

Run no.	$S_o$ mg/L	$S$ , mg/L	$\theta$ , day	$X$ , mg VSS/L	$\theta_c$ , day
1	400	10.0	0.167	3,950	3.1
2	400	14.3	0.167	2,865	2.1
3	400	21.0	0.167	2,100	1.6
4	400	49.5	0.167	1,050	0.8
5	400	101.6	0.167	660	0.6

[25 marks]