
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2005/2006

November 2005

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] Tangki penjernih primer bagi sebuah loji rawatan air sisa bagi kadar alir purata 7570 m³/hari perlu direkabentuk. Kriteria untuk tangki penjernih primer ialah seperti berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kadar limpahan puncak} &= 89.6 \text{ m}^3/\text{hari.m}^2 \\ \text{Kadar limpahan purata} &= 36.7 \text{ m}^3/\text{hari.m}^2 \\ \text{Kedalaman sisi minimum air} &= 3.0 \text{ m} \\ \text{Kadar pembebanan puncak} &= 389 \text{ m}^3/\text{hari.m} \end{aligned}$$

Nisbah aliran puncak per jam kepada aliran purata per jam ialah 2.75. Tentukan:

- [i] Diameter bagi tangki penjernih
- [ii] Kedalaman bagi tangki penjernih
- [iii] Pembebanan puncak empang limbah sekiranya empang limbah persisian digunakan. Adakah ia boleh diterima?

[15 markah]

- [b] Bincangkan peranan pelbagai fungsi proses fizikal dalam rawatan air sisa industri.

[10 markah]

1. [a] *A primary clarifier for a wastewater treatment plant is to be designed for an average flow of 7570 m³/d. The criteria for primary clarifiers are as follows*

$$\begin{aligned} \text{Peak overflow rate} &= 89.6 \text{ m}^3/\text{d.m}^2 \\ \text{Average overflow rate} &= 36.7 \text{ m}^3/\text{d.m}^2 \\ \text{Minimum side water depth} &= 3.0 \text{ m} \\ \text{Peak weir loading} &= 389 \text{ m}^3/\text{d.m} \end{aligned}$$

The ratio of the peak hourly flow to the average hourly flow is 2.75. Determine:

- [i] *The diameter of the clarifier*
- [ii] *The depth of the clarifier*
- [iii] *The peak weir loading if a peripheral weir is used. Is it acceptable?*

[15 marks]

- [b] *Discuss different roles of physical processes in industrial wastewater treatment.*

[10 marks]

...3/-

2. [a] Suatu aliran air sisa dari sebuah industri elektronik diketahui mengandung 49 mg/L Cr^{6+} , 11 mg/L Cu^{2+} dan 12 mg/L Zn^{2+} . Bagi penyingkiran logam-logam ini, Cr^{6+} mestilah diturunkan oleh SO_2 kepada Cr^{3+} , diikuti dengan pemendakan dengan kapur. Cu^{2+} dan Zn^{2+} boleh dimendakkan terus menggunakan kapur. Air sisa itu juga mengandungi 5 mg/L O_2 dan setiap bahagian O_2 akan menggunakan 4 bahagian SO_2 . Keperluan bahan kimia teori ialah seperti berikut:

1.85 ppm SO_2 dan 2.38 ppm kapur bagi setiap ppm Cr^{6+}
 1.30 ppm kapur bagi setiap ppm Cu^{2+} atau Zn^{2+}

Bagi kadar alir harian sebanyak $114 \text{ m}^3/\text{hari}$, kira:

- [i] Penggunaan harian bagi SO_2
- [ii] Penggunaan harian bagi kapur
- [iii] Penghasilan enapcemar kering harian
- [iv] Sekiranya enapcemar hanya memekat kepada 1.5% b/b dengan ketumpatan 1000 kg/m^3 , kirakan isipadu enapcemar yang perlu dilupuskan setiap hari.

[18 markah]

- [b] Bincangkan secara ringkas peranan pH dalam penyingkiran logam-logam berat dari suatu air sisa.

[7 markah]

2. [a] *A stream of wastewater from an electroplating industry is known to contain 49 mg/L Cr^{6+} , 11 mg/L Cu^{2+} and 12 mg/L Zn^{2+} . For the removal of these metals, Cr^{6+} must first be reduced by SO_2 to Cr^{3+} , followed by precipitation with lime. Cu^{2+} and Zn^{2+} can be directly precipitated with lime. The wastewater also contains 5 mg/L of O_2 and each part of O_2 will consume 4 parts of SO_2 . The theoretical chemical requirements are as below:*

*1.85 ppm of SO_2 and 2.38 ppm of lime for every ppm of Cr^{6+}
 1.30 ppm of lime for every ppm of Cu^{2+} or Zn^{2+}*

For a daily flowrate of $114 \text{ m}^3/\text{d}$, calculate :

- [i] *The daily usage of SO_2*
- [ii] *The daily usage of lime*
- [iii] *The daily dry sludge production*
- [iv] *If the sludge can only concentrate to 1.5% w/w with a density of 1000 kg/m^3 , calculate the volume required for disposal each day.*

[18 marks]

...4/-

[b] Briefly discuss the role of pH in the removal of heavy metals from a wastewater.

[7 marks]

3. [a] Suatu ujikaji penjerapan kelompok telah dijalankan untuk mengkaji penyingkiran pencelup dari air sisa suatu industri tekstil menggunakan karbon teraktif berbutir (GAC). Tentukan pekali-pekali garis sesuhu Freundlich bagi data ujian penjerapan GAC berikut. Isipadu cecair yang digunakan dalam ujikaji tersebut ialah 1 L.

Jisim GAC dalam larutan (g)	Kepekatan keseimbangan pencelup dalam larutan, C_e (mg/L)
0.000	3.37
0.001	3.27
0.010	2.77
0.100	1.86
0.500	1.33

[15 markah]

- [b] Tentukan masa bulus bagi suatu turus turas GAC apabila dioperasikan pada kadar penurasan sebanyak $0.20 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{min}$. Luas permukaan bagi turus turas ialah 0.93 m^2 dan kedalaman lapisan turas ialah 1.52 m. Kepekatan TOC influen pula ialah 3.20 mg/L dan kepekatan TOC bulus telah ditetapkan pada 0.80 mg/L . Ketumpatan GAC ialah 600 kg/m^3 . Sekiranya garis sesuhu penjerapan tersebut diberikan sebagai

$$\left(\frac{x}{m}\right) = 0.0016 C_e^{3.54}$$

muatan penjerapan bulus $(x/m)_b$ ialah 50% daripada muatan penjerapan teori, tentukan masa bulus (t_b).

[10 markah]

3. [a] A batch adsorption experiment was carried out to study the removal of dye from a wastewater from a textile industry using granular activated carbon (GAC). Determine the Freundlich isotherm coefficients for the following GAC adsorption test data. The liquid volume used in the experiment was 1 L.

Mass of GAC in solution (g)	Equilibrium concentration of dye in solution, C_e (mg/L)
0.000	3.37
0.001	3.27
0.010	2.77
0.100	1.86
0.500	1.33

[15 marks]

...5/-

- [b] Determine the breakthrough time for a GAC filter column when operated at a filtration rate of $0.20 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{min}$. The surface area of the filter column is 0.93 m^2 and the depth of the filter bed is 1.52 m . The influent TOC concentration is 3.20 mg/L and the breakthrough TOC concentration has been set at 0.80 mg/L . The density of the GAC is 600 kg/m^3 . If the adsorption isotherm is given as

$$\left(\frac{x}{m}\right) = 0.0016 C_e^{3.54}$$

the breakthrough adsorption capacity $(x/m)_b$ is 50% of the theoretical adsorption capacity, determine the breakthrough time (t_b).

[10 marks]

Bahagian B : Jawab mana-mana DUA soalan.

Section B : Answer any TWO question.

4. [a] Terbitkan persamaan imbalan jisim bagi mikroorganisma di dalam reaktor tercampur lengkap yang mempunyai kitaran semula sel dan penyingkiran enapcemar dari penjernih.

[3 markah]

- [b] Apakah hubungan di antara jisim mikroorganisma di dalam reaktor dengan masa penahanan pepejal, masa tahanan hidraulik, pekali hasil, kepekatan substrat di dalam influen dan efluen reaktor serta pekali reputan *endogenous*?

[7 markah]

- [c] Dengan menggunakan data yang diberi di bawah untuk reaktor enapcemar teraktif tercampur lengkap, tentukan:

[i] SRT sistem

[6 markah]

[ii] Jumlah oksigen yang diperlukan (kg/hari) jika kepekatan COD boleh larut efluen ialah 5 mg/L

[6 markah]

[iii] Kadar pengambilan oksigen (diungkap di dalam $\text{mg/L} \cdot \text{j}$) pada keadaan mantap di dalam tangki pengudaraan.

[3 markah]

Data yang diberi:

MLVSS tangki pengudaraan	=	3000 mg/L
Isipadu tangki pengudaraan	=	1000 m^3
Kadar alir influen	=	$5000 \text{ m}^3/\text{hari}$
Kadar alir enapcemar sisa	=	$45 \text{ m}^3/\text{hari}$
Kepekatan VSS enapcemar sisa	=	8000 mg/L
Kepekatan COD boleh larut influen	=	400 mg/L

Hubungan berguna:

$$\text{Oksigen yang diperlukan} = Q(S_0 - S) - 1.42P_{xT, VSS}$$

...6/-

4. [a] *Develop a mass balance equation for microorganism in a complete-mixed reactor with cellular recycle and wasting from the clarifier.* [3 marks]
- [b] *How is mass of microorganism in a reactor related to solids retention time, hydraulic detention time, yield coefficient, substrate concentration in influent and effluent of reactor and endogenous decay coefficient?* [7 marks]
- [c] *Using the data given below for a complete mix activated sludge reactor, determine:*
- [i] *The system SRT* [6 marks]
- [ii] *The amount of oxygen required in kg/d if the effluent soluble COD concentration is 5 mg/L* [6 marks]
- [iii] *Oxygen uptake rate expressed in mg/(L)(h) at steady state in the aeration tank.* [3 marks]

Given data:

- Aeration tank MLVSS = 3000 mg/L*
Aeration tank volume = 1000 m³
Influent flow rate = 5000 m³/d
Waste sludge flow rate = 45 m³/d
Waste sludge VSS concentration = 8000 mg/L
Influent soluble COD concentration = 400 mg/L

Useful relation:

$$\text{Oxygen required} = Q (S_0 - S) - 1.42 P_{xT, VSS}$$

5. [a] *Tulis langkah-langkah teritlak bagi rajah alir yang diikuti di dalam pemprosesan enapcemar.* [5 markah]
- [b] *Bincangkan yang berikut:*
- [i] *Penebalan*
- [ii] *Pencernaan tak berudara*
- [iii] *Pengkomposan* [10 markah]
- [c] *Sebuah pencerna dimuatkan pada kadar 300 kg COD/hari. Kecekapan penggunaan sisa pencerna tersebut adalah 75%. Tentukan:*
- [i] *Jisim pepejal biologi (P_x) yang dihasilkan sehari* [5 markah]
- [ii] *Isipadu biogas yang dihasilkan sehari* [5 markah]
- ...7/-

Data yang diberi:

$$\begin{aligned} Y &= 0.10 \\ k_d &= 0.02 \text{ hari}^{-1} \\ \text{SRT} &= 40 \text{ hari} \end{aligned}$$

Hubungan berguna:

$$\begin{aligned} P_x &= YQ (S_0 - S)(10^3 \text{ g/kg})^{-1} / [1 + k_d(\text{SRT})] \\ \text{Isipadu biogas} &= 0.4 [(S_0 - S)(Q)(10^3 \text{ g/kg})^{-1} - 1.42P_x] \end{aligned}$$

5. [a] Write down the generalized steps of the flow diagram which are followed in sludge processing.

[5 marks]

- [b] Discuss the following:

- [i] Thickening
[ii] Anaerobic digestion
[iii] Composting

[10 marks]

- [c] A digester is loaded at a rate of 300 kg COD/d. Waste utilization efficiency of the digester is 75%. Determine :

- [i] Mass of biological solids (P_x) produced per day

[5 marks]

- [ii] Volume of biogas produced per day

[5 marks]

Given data:

$$\begin{aligned} Y &= 0.10 \\ k_d &= 0.02 \text{ d}^{-1} \\ \text{SRT} &= 40 \text{ d} \end{aligned}$$

Useful relations:

$$\begin{aligned} P_x &= YQ (S_0 - S)(10^3 \text{ g/kg})^{-1} / [1 + k_d(\text{SRT})] \\ \text{Volume of biogas} &= 0.4 [(S_0 - S)(Q)(10^3 \text{ g/kg})^{-1} - 1.42P_x] \end{aligned}$$

6. [a] Bincangkan prinsip penyingkiran substrat yang merupakan asas kepada proses-proses rawatan pertumbuhan lekatan.

[8 markah]

- [b] Terbitkan persamaan bagi turas cucur yang boleh digunakan di dalam padatan plastik.

[7 markah]

- [c] Satu kajian loji pandu telah dijalankan bagi rawatan air sisa gabungan industri domestik dengan menara turas cucur yang diisi dengan padatan plastik. Tentukan pekali kebolehrawatan air sisa k, pada suhu 30°C.

[10 markah]

...8/-

Data yang diberi:

Kedalaman padatan	=	6.0m
Garis pusat menara	=	1.0m
Kepekatan BOD influen	=	350 mg/L
Kadar alir	=	0.0694 L/s
Kecekapan penyingkiran BOD	=	88%
Suhu pengendalian	=	20°C
n	=	0.5

6. [a] *Discuss on the underlying principle of substrate removal in attached growth treatment processes.*

[8 marks]

- [b] *Derive the equation for trickling filter applicable to plastic packing.*

[7 marks]

- [c] *A pilot plant study was conducted for treatment of a combined domestic-industrial wastewater with a tower trickling filter filled with plastic packing. Determine the wastewater treatability coefficient k , at temperature 30°C.*

[10 marks]

Given data:

<i>Depth of packing</i>	=	<i>6.0m</i>
<i>Diameter of tower</i>	=	<i>1.0m</i>
<i>Influent BOD concentration</i>	=	<i>350 mg/L</i>
<i>Flow rate</i>	=	<i>0.0694 L/s</i>
<i>BOD removal efficiency</i>	=	<i>88%</i>
<i>Operating temperature</i>	=	<i>20°C</i>
<i>n</i>	=	<i>0.5</i>

- 000 O 000 -