

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2004/2005

Oktober 2004

**EAP 313/2 – Kejuruteraan Air Sisa**

Masa : 3 jam

---

**Arahan Kepada Calon:**

1. Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi **SEPULUH (10)** muka surat bercetak termasuk lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.
2. Kertas ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan sahaja. Markah hanya akan dikira bagi **LIMA (5)** jawapan **PERTAMA** yang dimasukkan di dalam buku mengikut susunan dan bukannya **LIMA (5)** jawapan terbaik.
3. Semua soalan mempunyai markah yang sama.
4. Semua soalan **MESTILAH** dijawab dalam Bahasa Malaysia.
5. Semua jawapan **MESTILAH** dimulakan pada muka surat yang baru.
6. Tuliskan nombor soalan yang dijawab di luar kulit buku jawapan anda.

1. (a) Namakan **EMPAT (4)** jenis bahan pemetung yang utama di Malaysia. (2 markah)
- (b) Bezakan di antara standard absolut dan standard reka bentuk dalam merekabentuk loji olahan air sisa. (2 markah)
- (c) Suatu taman perumahan baru mempunyai data seperti Jadual 1.

**Jadual 1: Data perumahan**

Jenis Premis	Unit
Rumah kos sederhana 1 tingkat	1,000
Rumah berkembar 2 tingkat	500
Rumah kedai 2 tingkat Paras lantai – 6.1m x 12.65m Tingkat 1 – 6.1m x 15.54m	50
Stesyen petrol	1
Sekolah harian tanpa asrama @ 1,500 pelajar	1
Masjid @ 1,000 orang	1
Pasar kering @ 30 gerai	1

Rekabentukkan pemetung besi tuang ( $n = 0.014$ ), yang mengalir 75% penuh pada  $Q_{maksimum}$ . Cerun yang dibenarkan adalah 1:600. Anggap nisbah di antara  $Q_{maksimum}$  ke  $Q_{purata}$  adalah 4 dan  $Q_{purata}$  ke  $Q_{minimum}$  adalah 0.4.

(12 markah)

- (d) Kirakan dimensi tangki keseimbangan yang sesuai untuk data penduduk seperti soalan (c), jika masa tahanan adalah 2 jam. (4 markah)
2. (a) Buktikan bahawa  $BOD_t = L_o (1 - 10^{-k_1 t})$ , di mana  $t$  adalah masa,  $k_1$  adalah pekali kadar BOD dan  $L_o$  adalah BOD muktamad. (5 markah)
  - (b) Nilai BOD hari ke 5 pada  $20^\circ C$  untuk suatu air sisa adalah 200 mg/L. Dengan mengambil  $k_1 = 0.15 \text{ hari}^{-1}$ , kirakan:
    - (i) Nilai BOD muktamad.
    - (ii) Nilai BOD hari ke 10 pada  $18^\circ C$ .

(5 markah)

2. (c) Ujikaji untuk menentukan nilai BOD muktamat untuk suatu air sisa pada 20°C dengan pencairan 5% telah memberikan data seperti Jadual 2. Nilai oksigen terlarut tepu untuk air pencairan adalah 9.00 mg/L manakala untuk sampel adalah 7.5 mg/L.

**Jadual 2: Data ujikaji BOD**

Day	Nilai akhir oksigen terlarut untuk sampel (mg/L)	Nilai akhir oksigen terlarut untuk kawalan (mg/L)
1	7.10	8.50
2	6.10	8.50
3	5.10	8.40
4	4.20	8.40
5	3.90	8.40
6	3.50	8.30
7	3.00	8.20

Menggunakan kaedah Thomas, tentukan nilai-nilai  $L_o$  dan  $k_1$  untuk sampel di atas.

(10 markah)

3. (a) Suatu tangki enapan aliran jejari diperlukan untuk mengolah air sisa dari suatu kawasan perumahan seperti data dalam Jadual 3.

**Jadual 3: Data reka bentuk**

Jenis premis	Data
Perumahan (buah)	10,000
Stesyen teksi @ 20 petak	1
Hospital @ 1,000 katil	1
Kilang 1 syif @ 1000 pekerja	1
Surau @ 6,000 orang	1
Pasar basah @ 30 gerai	1

Berdasarkan jadual di Lampiran, rekabentukkan sebuah tangki enapan yang sesuai yang dapat menyingkirkan lebih kurang 60% pepejal terampai. Hadkan jawapan anda kepada dimensi tangki, masa tahanan, kadar beban permukaan dan beban empang limpah.

(10 markah)

- (b) Tentukan kuantiti pepejal (dalam kg/hari dan  $m^3$ /hari) enap cemar primer yang dihasilkan oleh air sisa dalam soalan (a). Anggap graviti tentu enap cemar sebagai 1.06.

(4 markah)

3. (c) Suatu tangki enapan segiempat dengan nisbah panjang:lebar 3:1, menerima aliran air sisa sebanyak 850 m<sup>3</sup>/hari. Kedalaman tangki adalah 4.0 m dan masa tahanan adalah 2.4 jam. Kirakan nilai kadar beban permukaan serta halaju tuju tangki ini sekiranya aliran adalah seragam untuk keseluruhan tangki. (6 markah)
4. (a) Berikan rajah aliran proses penyentuk biologi berputar (RBC) dari titik mula air sisa sampai ke loji sehingga pelepasan ke air penerima. (4 markah)
- (b) Suatu aliran dari tangki enapan mempunyai nilai kadaralir sebanyak 20,000 m<sup>3</sup>/hari dengan nilai BOD adalah 150 mg/L. Jika beban aliran ini adalah 0.05 kg/m<sup>2</sup>.hari, tentukan diameter cakera yang sesuai untuk mengolah air sisa ini. (4 markah)
- (c) Suatu loji turas cucur berbentuk selinder mempunyai nilai Beban Organik Isipadu sebanyak 0.764 kg BOD<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>.hari. Sekiranya isipadu kasar media adalah 982 m<sup>3</sup> di mana 60% darinya adalah pejal, kirakan:
- (i) Nilai Beban Organik dalam kg/m<sup>3</sup> loji ini. (4 markah)
- (ii) Nilai BOD<sub>5</sub> di influen sekiranya air sisa ini disumbangkan oleh 700 buah rumah. (4 markah)
- (iii) Nilai Beban Hidraulik Kawasan dalam m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.hari sekiranya diameter loji adalah 25 m. (4 markah)
5. (a) Buktikan, untuk loji enap cemar teraktif bahawa:

$$xa = \left( \frac{R}{1 + R} \right)$$

di mana      xa = kepekatan MLSS (mg/L)  
                 R = nisbah enap cemar kembali

(6 markah)

- (b) Sebuah loji olahan air sisa mempunyai kadaralir yang disumbangkan oleh 5,000 orang. Sekiranya MLSS di tangki pengudaraan adalah 2,500 mg/L dan kadaralir kembali ke tangki enapan adalah 225 m<sup>3</sup>/hari, kirakan kepekatan enap cemar yang perlu dikitar semula ke tangki pengudaraan untuk memastikan kepekatan MLSS tangki ini mencukupi. (6 markah)

5. (c) Kirakan nilai Indeks Isipadu Enap cemar (SVI) untuk likur tercampur pepejal terampai (MLSS) sebanyak 3,150 mg/L yang mengenang menjadi 160 mL dalam selinder 1 liter. Komen jawapan anda.

(4 markah)

- (d) Suatu tangki pengudaraan untuk loji enap cemar teraktif konvesional mempunyai data seperti berikut:

$$\text{Kadar alir} = 1,500 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{BOD}_5 = 250 \text{ mg/L}$$

$$y = 0.5 \text{ mg/mg}$$

$$k_d = 0.06 \text{ hari}^{-1}$$

$$\theta_c = 10 \text{ hari}$$

Kirakan pertambahan MLSS di tangki pengudaraan ini.

(4 markah)

6. (a) Terangkan dengan bantuan lakaran kedua-dua prinsip enap cemar teraktif tercampur menyeluruh dan pengudaraan tirus.

(7 markah)

- (b) Kirakan saiz tangki pengudaraan lanjut untuk mengolah air sisa dari penduduk dengan Beban BOD 37500 kg/m<sup>3</sup>, sekiranya MLVSS dalam tangki pengudaraan adalah 2,000 mg/L, dan nisbah makanan ke mikroorganisma adalah 0.3 kg BOD/kg MLVSS.hari.

(6 markah)

- (c) Tangki pengudaraan suatu loji olahan enap cemar teraktif mempunyai data seperti berikut:

$$\text{Isipadu} = 250 \text{ m}^3$$

$$\text{Kadar alir} = 0.1 \text{ m}^3/\text{saat}$$

$$\text{Kadar penyingkiran enap cemar} = 100 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Pepejal Terampai Meruap} = 285 \text{ mg/L}$$

$$\text{Isipadu enap cemar mengenang dalam 30 minit} = 200 \text{ mL/L}$$

$$\text{Sludge Volume Index (SVI)} = 80 \text{ mL/g}$$

$$\text{Pepejal Terampai Meruap mewakili} = 0.75 \text{ daripada pepejal terampai}$$

Kirakan nilai umur enap cemar tangki ini.

(7 markah)

**LAMPIRAN**

$$\text{Faktor Puncak} = 4.7 p^{-0.11} \quad (\text{p dalam ribu})$$

$$\text{Masa tahanan} = \text{Isipadu} / \text{kadaralir}$$

$$\text{Penduduk Setara} = \frac{\text{Beban Organik Premis}}{\text{Beban Organik 1 orang}}$$

$$\text{Manning:} \quad Q = (1/n) (A) (R)^{2/3} (s)^{1/2}$$

$$V = (1/n) (R)^{2/3} (s)^{1/2}$$

$$R = A/P$$

$$\text{Lebar saring} = \frac{(\text{Lebar bilah} + \text{saiz bukaan})}{\text{Saiz bukaan}} \frac{(\text{Kadaralir})}{(\text{Halaju}) (\text{Kedalaman air sisa})}$$

$$\text{Sela pengepaman} = \frac{\text{Isipadu sebenar}}{\text{Kadaralir Cuaca Kering}} + \frac{\text{Isipadu sebenar}}{(\text{Kadar pam-Kadaralir Cuaca Kering})}$$

$$\text{Kadar Beban Permukaan} = \frac{\text{Kadaralir}}{\text{Luas Permukaan}}$$

$$\text{Kadar Beban Pepejal} = \frac{(\text{Kadaralir}) (\text{Likur Tercampur})}{\text{Luas Permukaan}}$$

$$\text{Kadar Beban Empang Limpah} = \frac{\text{Kadaralir}}{\text{Panjang Empang Limpah}}$$

$$\text{Isipadu Piramid} = (1/3) (\text{luas dasar}) (\text{tinggi})$$

$$\text{Keluasan Tangki enap primer} = \frac{(\text{Kadaralir} + \text{Kadaralir Pusing Balik}) (\text{Likur Tercampur})}{\text{Fluks}}$$

$$\text{Fluks Pepejal} = \frac{\text{Halaju enapan}}{(1/\text{Kepekatan Pepejal}) - (1/\text{Kepekatan Pepejal Terenap})}$$

$$\text{Kinetik BOD} \quad \text{BOD}_t = L_0(1 - 10^{-k_1 t})$$

$$k_T = k_{20}(1.047)^{(T-20)}$$

$$L_T = L_{20}[1 + 0.02(T-20)]$$

$$\text{Thomas:} \quad (t/\text{BOOD})^{1/3} = (kL_0)^{-1/3} + (k^{2/3}/6L_0^{1/3}) t$$

$$\text{Beban Organik} = (\text{Kadaralir}) (\text{BOD})$$

**LAMPIRAN**

$$\text{Beban Organik Isipadu} = \frac{(\text{Kadaralir}) (\text{BOD})}{\text{Isipadu}}$$

$$\text{Makanan: Microorganism} = \frac{(\text{Kadaralir}) (\text{BOD})}{(\text{Isipadu}) (\text{Likur Tercampur})}$$

$$\text{Beban Organik Kawasan} = \frac{(\text{Kadaralir}) (\text{BOD})}{\text{Luas Permukaan}}$$

$$\text{Keperluan Oksigen} = \frac{Q \times \text{BOD}_5}{\text{BOD}_5/\text{BOD}_L} - 1.42 P \times$$

$$\text{Pertambahan Likur Tercampur} = \frac{1}{1+kd\theta_c} (\text{Kadaralir})(\text{BOD})$$

$$\text{Nisbah enap cemar kembali} \quad R = \frac{\text{Kadaralir kembali}}{\text{Kadaralir}}$$

$$X_a = X_R (R/1+R)$$

$$\text{Keperluan Oksigen} = aLr + bSa$$

a = Pekali penyingkiran BOD

Lr = BOD tersingkir

b = pekali endogenous enap cemar

Sa = Jisim Likur Tercampur

$$\text{Kadar Bekalan Oksigen} = \frac{\text{Oksigen Diperlu}}{\text{BOD tersingkir}}$$

$$\text{Umur} = \frac{(\text{Isipadu}) (\text{Likur Tercampur})}{\text{E.C.} \quad (\text{Kadaralir Disingkir})(\text{Likur Tercampur Pusing Balik}) + (\text{Kadaralir Efluen})(\text{Pepejal Terampai Efluen})}$$

$$1/\theta = yu - k_d$$

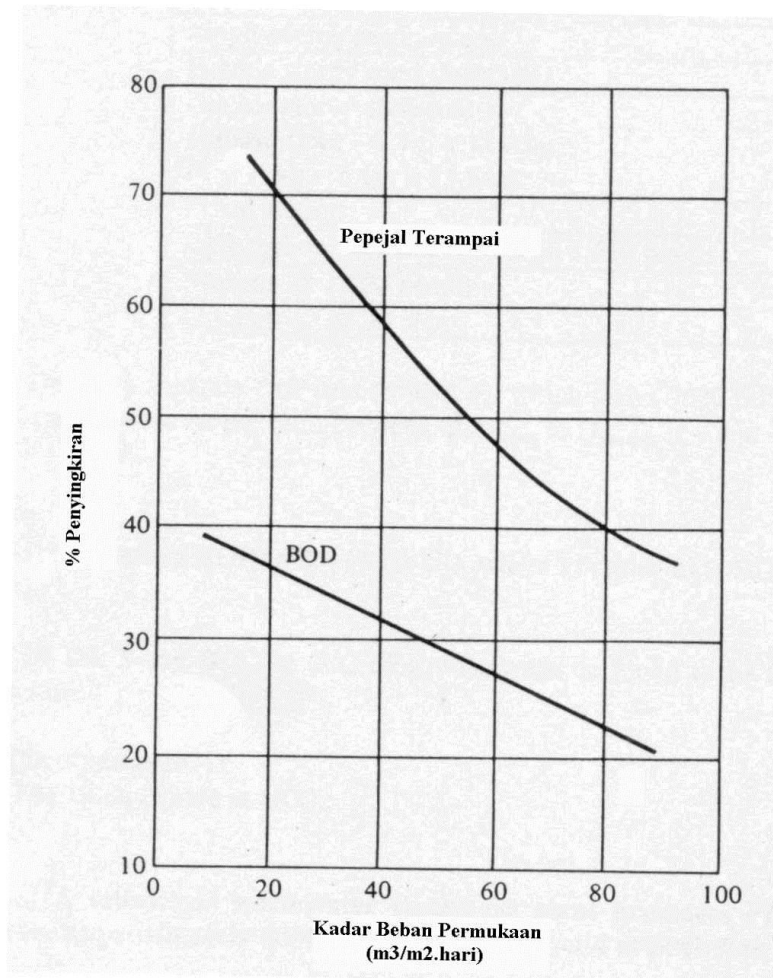
$$\theta_c = \frac{V \cdot \text{MLSS}}{Q_w \cdot \text{SS}}$$

Indeks Isipadu Enap cemar (SVI) = (Isipadu MLSS mengenalap dalam 30 minit)/MLSS

Tangki Septik, C=225P

**LAMPIRAN**

**Parameter reka bentuk tangki enapan**





**LAMPIRAN****Jadual Penduduk Setara**

(Dipetik dari MS 1228 : 1991 : MALAYSIAN STANDARD: Code of Practice for Design and Installation of Sewerage Systems) dan Guidelines for Developers, Seksyen 1 dan 2, 1995

No	Jenis Premis	Penduduk Setara (dicadangkan)
1	Kediaman	5 per unit*
2	Komersial (termasuk pusat hiburan/rekreasi, kafeteria, teater)	3 per 100 m <sup>2</sup> kawasan kasar
3	Sekolah/Institusi Pengajian : - Sekolah/institusi siang - Dengan asrama penuh - Dengan sebahagian asrama	0.2 per pelajar 1 per pelajar 0.2 per pelajar untuk pelajar tanpa asrama 1 per pelajar untuk penduduk asrama
4	Hospital	4 per katil
5	Hotel (dengan kemudahan masakan dan cucian pakaian)	4 per bilik
6	Kilang (tidak termasuk sisa yang diproses)	0.3 per pekerja
7	Pasar (jenis basah)	3 per gerai
8	Pasar (jenis kering)	1 per gerai
9	Stesyen petrol/Perkhidmatan	15 per tandas
10	Stesyen bas	4 per petak bas
11	Stesyen teksi	4 per petak teksi
12	Mesjid	0.2 per orang
13	Gereja/Kuil	0.2 per orang
14	Stadium	0.2 per orang
15	Kolam renang/Kompleks sukan	0.5 per orang
16	Tandas awam	15 per tandas
17	Lapangan terbang	0.2 per petak penumpang 0.3 per pekerja
18	Laundri	10 per mesin
19	Penjara	1 per orang
20	Padang golf	20 per lubang

\* 1 kadar alir adalah setara dengan 225 liter/kapita/day