



**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

**Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2000/01**

**September/Oktober 2000**

**EAP 214/3 – Kejuruteraan Air Sisa Dan Pengurusan Sisa Pepejal**

**Masa : [2 jam]**

---

**Arahan Kepada Calon:-**

1. Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi **SEBELAS** (11) muka surat bercetak termasuk lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.
2. Kertas ini mengandungi **TUJUH** (7) 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 jawapan **MESTILAH** dimulakan pada muka surat yang baru.
5. Semua soalan **MESTILAH** dijawab dalam Bahasa Malaysia.
6. Tuliskan nombor soalan yang dijawab di luar kulit buku jawapan anda.

1. (a) Terangkan secara ringkas senario pengurusan air sisa domestik di Malaysia.  
(4 markah)
  - (b) Berikan kaitan di antara Beban Organik dan Penduduk Setara dalam olahan air sisa.  
(3 markah)
  - (c) Berikan **TIGA (3)** syarat utama pembinaan loji olahan air sisa terbuka di kawasan kediaman/komersial.  
(3 markah)
  - (d) Air sisa dari sebuah bandar berpenduduk 2,500 orang disaring secara sistem mekanik di loji olahan. Jika masa penstoran bahan saring ditetapkan sebagai 5 hari pada kadar alir puncak, menggunakan data-data di Lampiran, kirakan luas permukaan maksimum tangki bahan saring yang diperlukan. Ambil bukaan saring 20 mm dan kedalaman tangki bahan saring 2.5 meter.  
(7 markah)
  - (e) Sekiranya halaju maksimum melalui penyaring dalam soalan 1 (c) adalah 1 m/minit manakala lebar bilah penyaring adalah 10 mm, kira lebar kebuk penyaring yang sesuai sekiranya kedalaman air sisa di kebuk adalah 1m.  
(3 markah)
2. (a) Tiga sampel air sisa mempunyai nilai  $BOD_5$  yang sama iaitu 200 mg/L tetapi nilai  $k_1$  yang berlainan, iaitu 0.10, 0.15 0.25 hari<sup>-1</sup>.
    - i. Tentukan nilai BOD muktamad untuk setiap sampel.  
(3 markah)
    - ii. Berikan komen terhadap jawapan yang diperolehi.  
(2 markah)
  - (b) Suatu air sisa mempunyai nilai  $BOD_5$  pada 20°C sebanyak 240 mg/L. Jika nilai  $k_1$  nya adalah 0.1 hari<sup>-1</sup>, tentukan:
    - ii.  $BOD_1$  pada 13°C.
    - iii.  $BOD_5$  pada 15°C.  
(5 markah)

- (c) Suatu ujikaji penentuan BOD muktamad air sisa yang diaramkan pada suhu 20°C dengan nilai pencairan 5% memberikan data seperti di Jadual 1. Nilai oksigen terlarut tepu air pencairan adalah 9.00 mg/L.

**Jadual 1: Data ujian BOD**

Hari	Oksigen Terlarut Akhir Sampel (mg/L)	Oksigen Terlarut Akhir 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  $L_0$  dan  $k_1$  sampel di atas.

(10 markah)

3. (a) Terangkan secara ringkas prinsip tangki enapan dalam mengolah air sisa.

(4 markah)

- (b) Suatu sistem tangki enapan perlu mengolah air sisa air sisa dari kawasan perumahan berdasarkan data seperti di Jadual 2:

**Jadual 2: Data reka bentuk**

Jenis Premis	Data
Rumah 1 tingkat kos sederhana	400
Rumah berkembar 2 tingkat	100
Rumah kedai 2 tingkat Paras lantai – 6.1m x 12.65m Tingkat 1 – 6.1m x 15.54m	40
Stesyen minyak	1
Sekolah tidak berasrama penuh @ 1,500 murid	1
Surau @ 200 orang	1
Pasar basah @ 30 gerai	1

Dengan berpandukan data di Lampiran, reka bentukkan tangki enapan di atas berserta lakaran kasar tangki. Hadkan jawapan anda kepada dimensi tangki, masa tahanan, kadar beban permukaan dan kadar beban empang limpah.

(10 markah)

- (d) Suatu kawasan perumahan dengan Penduduk Setara 500 orang mempunyai Beban BOD per kapita sebanyak 0.045 kg/hari. Tentukan dimensi kolam fakultatif yang sesuai untuk mengolah air sisa kawasan perumahan ini jika Beban Organik Kawasan nya adalah 0.050 kg BOD/m<sup>2</sup>.hari dan masa tahanannya 20 hari. Ambil nisbah panjang ke lebar kolam sebagai 3:1.

(6 markah)

4. (a) Definisikan Indeks Isipadu Enap Cemar (SVI).

(3 markah)

- (b) Suatu loji pengudaran proses enap cemar teraktif mempunyai data seperti berikut:

Isipadu 250 m<sup>3</sup>

Kadar alir 0.1 m<sup>3</sup>/saat

Kadar alir enap cemar di singkir 100 m<sup>3</sup>/hari

Pepejal Terampai Meruap 285 mg/L

Isipadu enap cemar mengenalap dalam 30 minit 200 mL/L

Indeks Isipadu Enap Cemar 80 mL/g

Pepejal Terampai Meruap mewakili 0.75 daripada Pepejal Terampai

Kirakan nilai umur enap cemar tangki di atas.

(7 markah)

- (c) Sisa pepejal boleh dikategorikan secara amnya kepada sisa organik domestik, sisa boleh terbakar, sisa tidak boleh terbakar, sisa pembinaan dan perobohan dan sisa industri. Senaraikan **DUA (2)** jenis sisa untuk setiap kategori sisa pepejal di atas.

(4 markah)

- (d) Professor Natalya ingin mencari kelembapan dan formula kimia sisa pepejal yang terjana di rumahnya. Data-data berikut telah berjaya beliau kumpulkan :-

- Ketumpatan purata = 190 kg/m<sup>3</sup>
- Berat kering purata sisa yang terkumpul = 1.6 kg
- Komposisi kimia keseluruhan sisa :-

	% berat kering
C	46
H	6.2
O	34
N	1.6

- Isipadu tong sisa pepejal yang dipunyai oleh Professor adalah  $0.009 \text{ m}^3/\text{tong}$ . Faktor penggunaan tong-tong tersebut adalah seperti berikut :-

Tarikh	No Bekas	Faktor Penggunaan
Julai 10	1	0.7
	2	0.6
	3	0.8
Julai	1	0.8
	2	0.7
	3	0.6
Julai 24	1	0.7
	2	0.6
	3	0.7

Anda dikehendaki membantu Professor Natalya untuk mengira :-

- Kelembapan sisa pepejal
- Formula kimia sisa pepejal (termasuk kandungan air)

(6 markah)

5. (a) Sisa pepejal yang dijanakan oleh penduduk Taman Utama perlu dilupuskan di tapak pelupusan. Sebuah trak digunakan untuk mengutip sisa pepejal yang terjana itu.

- Berapa ramaikah pelanggan yang boleh diservis oleh trak tersebut jika setiap rumah diservis 3 kali seminggu dan trak digunakan 6 kali seminggu serta diisi penuh 2 kali sehari?
- Berapakah nisbah mampatan trak tersebut?

Data-data pemungutan diberikan seperti berikut:-

- Masa bekerja : 8 jam
- Masa perjalanan, garaj ke lokasi : 20 min
- Masa perjalanan ke tapak pelupusan : 20 min
- Masa untuk mengosongkan trak di tapak pelupusan : 12 min
- Masa dari tapak pelupusan ke garaj : 21 min
- Masa rehat pekerja : 45 min/hari
- Isipadu trak :  $20 \text{ m}^3$
- Isipadu sisa pepejal setiap servis :  $0.15 \text{ m}^3/\text{pelanggan}$
- Masa perjalanan di antara perhentian : 35 saat
- Masa untuk memasukkan sisa pepejal ke trak untuk setiap perhentian : 1 min

(8 markah)

- (b) Terangkan dengan jelas apa yang dimaksudkan dengan sistem pemungutan bekas tidak diangkat dalam analisis pemungutan sisa pepejal. (2 markah)
- (c) Apakah itu stesen pemindahan? Bilakah ia diperlukan? Senaraikan **EMPAT (4)** faktor yang perlu dipertimbangkan ketika merekabentuk stesen pemindahan. (6 markah)
- (d) Taman Cangai mempunyai penduduk seramai 55 000 orang yang menjanakan sisa pepejal pada kadar 0.85 kg/kapita.hari. Ketumpatan sisa pepejal sebelum pemampatan diketahui sebanyak  $180 \text{ kg/m}^3$ . Sisa pepejal berkenaan dikutip oleh 5 buah trak berisipadu  $20 \text{ m}^3$  sehari. Berapakah nisbah mampatan trak yang digunakan dan berapa peratuskah pengurangan isipadu yang dapat dibuat? (4 markah)
6. (a) Sebuah loji pengkomposan di bandar Puteralayar menerima sisa perbandaran yang dijanakan oleh 350 000 orang penduduk. Kadar penghasilan sisa pepejal di bandar tersebut ialah 1.2 kg/kapita.hari. Setelah melalui proses pengasingan, didapati bahan organik merangkumi 55% daripada sisa yang dijanakan di bandar tersebut dengan kandungan kelembapan sebanyak 45%. Kajian juga telah dijalankan ke atas sisa organik tersebut dan keputusan kajian adalah seperti berikut:-
- Formula kimia =  $\text{C}_{45} \text{H}_{55} \text{O}_{25} \text{N}$
  - Kandungan karbon dalam sisa organik = 45%
- i. Senaraikan **EMPAT (4)** faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengkomposan dan bagaimanakah faktor-faktor tersebut mampu mempengaruhi proses pengkomposan? (4 markah)
- ii. Kirakan isipadu udara yang diperlukan untuk menguraikan bahan organik tersebut jika udara mengandungi 21% oksigen dan berat spesifik udara =  $1.125 \text{ kg/m}^3$ . (4 markah)
- iii. Kirakan kuantiti sisa taman yang perlu ditambahkan ke dalam bahan organik jika nisbah C/N campuran ingin dikekalkan kepada 35. Data-data berikut diberi:-
- $\frac{C}{N}$  sisa taman = 8.5
  - Kandungan Nitrogen dalam sisa taman = 0.9 %
  - Kandungan kelembapan sisa taman = 55 %
- (4 markah)

(b) Bincangkan dengan teliti **EMPAT (4)** faktor-faktor yang mempengaruhi kejayaan program kitar semula di sesebuah negeri.

(4 markah)

(c) Berikan perbezaan di antara proses penunuan dan pirolisis dari segi:-

- i. Penghasilan baki pepejal dan gas selepas melalui proses-proses di atas.
- ii. Kaedah pengoperasian.

(4 markah)

7. (a) Tuliskan sebuah nota ringkas berkenaan gas tapak pelupusan. Nota anda harus merangkumi:-

- i. Tindakbalas kimia pengasilan gas tapak pelupusan.
- ii. Faktor-faktor yang mempengaruhi penghasilan gas.
- iii. Impak-impak negatif gas kepada alam sekitar.
- iv. Sistem pengawalan gas berbantuan lakaran-lakaran yang sesuai.

(10 markah)

(b) Anda dikehendaki untuk menganggarkan:-

- i. Isipadu keseluruhan penutup perantara
- ii. Jangka hayat tapak pelupusan (termasuk penutup perantara),

berdasarkan data-data berikut :-

- Kadar penjanaan sisa sehari = 0.85 kg/orang
- Bilangan penduduk = 75 000 orang
- Ketumpatan sisa termampat di tapak = 370 kg/m<sup>3</sup>
- Ketinggian akhir tapak yang dibenarkan = 6 m
- Ketebalan penutup perantara = 0.10 m/hari
- Keluasan sediada tapak pelupusan = 115 000 m<sup>2</sup>

(5 markah)

(c) i. Anggarkan isipadu larut lesapan yang terjana dari sebuah tapak pelupusan yang berkeluasan 135 000 m<sup>2</sup>, jika data-data berikut diberi:-

- Hujan = 1.2 m/bulan
- Evaporasi = 0.15 m/bulan
- Ketumpatan sisa termampat = 365 kg/m<sup>3</sup>
- Isipadu sisa yang memasuki tapak = 67 500 m<sup>3</sup>/bulan
- Kapasiti penyerapan = 0.15 m<sup>3</sup>/kg sisa

(2 markah)

ii. Mengapakah larut lesapan perlu diolah terlebih dahulu sebelum dilepaskan ke persekitaran? Apakah jenis olahan yang boleh digunakan untuk mengolah larut lesapan 'muda'.

(3 markah)

**LAMPIRAN**

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

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

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

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

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

$$R = A/P$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

$$\text{Nisbah enap cemar kembali } R = \frac{\text{Kadar alir kembali}}{\text{Kadar alir}}$$

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

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

a = Pekali penyingkiran BOD

Lr = BOD tersingkir

b = pekali endogenous enap cemar

Sa = Jisim Likur Tercampur

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

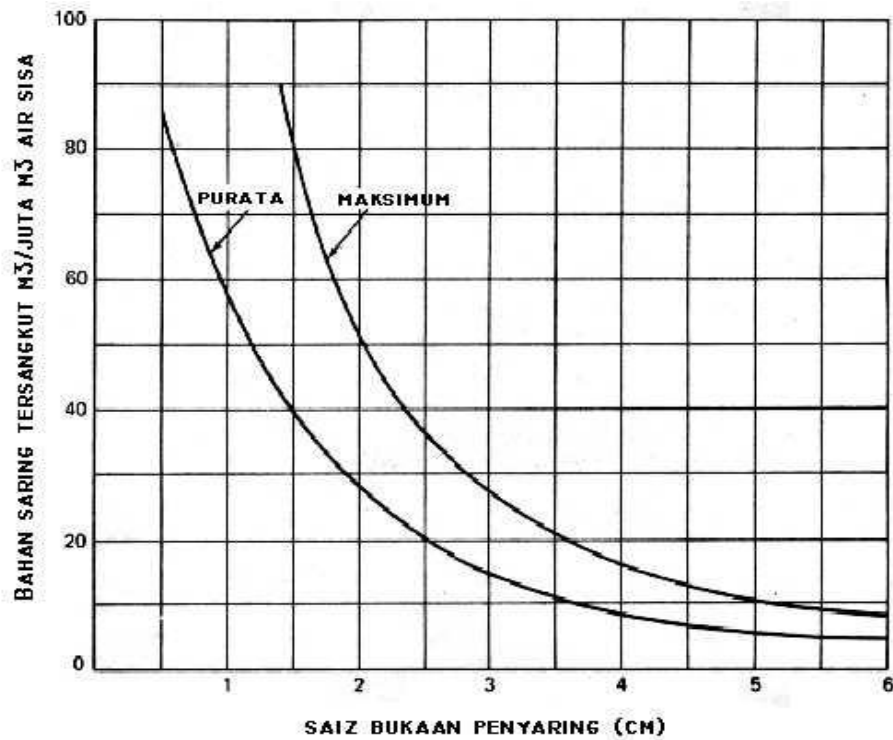
$$\text{Umur} = \frac{(\text{Isipadu}) (\text{Likur Tercampur})}{\text{E.C.} (\text{Kadar alir Disingkir})(\text{Likur Tercampur Pusing Balik}) + (\text{Kadar alir Efluen})(\text{Pepejal Terampai Efluen})}$$

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

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

$$\text{Indeks Isipadu Enap cemar (SVI)} = (\text{Isipadu MLSS mengenal dalam 30 minit})/\text{MLSS}$$

Tangki Septik, C=225P



**Kuantiti bahan saring yang dikumpul oleh penyaring mekanik**

**Parameter reka bentuk tangki enapan**

Parameter	Unit	Kriteria Reka bentuk
Kadar alir	(m <sup>3</sup> /hari)	$Q_{\text{puncak}} = 4.7 p^{-0.11} \text{ kck}$
Masa tahanan minimum pada $Q_{\text{puncak}}$	(jam)	1.5 - 2.0
Kadar Beban Permukaan (KBP) pada $Q_{\text{puncak}}$	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari	
Bulat (< 50m diameter dan kedalaman 3.0 m)		< 45
Segiempat		< 30
Kadar alir Keluar Empangan Limpah (KKEL) pada $Q_{\text{puncak}}$	m <sup>3</sup> /m.hari	100 < KKEL < 200
Halaju horizontal (melintang)	mm/s	< 15
Nisbah Panjang: Lebar	-	3:1
Kedalaman tangki:		
Tangki horizontal	m	2.0 - 3.5
Tangki jejari	m	> 1.5
Mengalir ke atas (piramid)	m	5.0 - 9.0
Cerun kepada horizontal	Darjah	< 60 (piramid) < 45 (jejari)

### 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/hari