

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
2010/2011 Academic Session

April/May 2011

**IEK 105 – TREATMENT AND MANAGEMENT OF SOLID WASTE**  
**[PENGOLAHAN DAN PENGURUSAN SISA PEPEJAL]**

Duration: 3 hours  
*Masa: [3 jam]*

---

Please check that this examination paper consists of ELEVEN pages of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEBELAS muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

**Instructions:** Answer FIVE questions. You may answer the questions either in Bahasa Malaysia or in English.

**Arahan:** *Jawab LIMA soalan. Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

*[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]*

**PART A ANSWER ALL QUESTIONS**

1. (a) Briefly describe a major factor that causes destruction of enteric pathogens during composting. (6 Marks)
- (b) Municipal sludge or biosolids left after wastewater treatment can be landfilled, combusted or composted. Provide **TWO** advantages and **TWO** disadvantages of each approach. (4 Marks)
- (c) Define vermicomposting and discuss the mechanism of the process (10 Marks)
2. (a) Assume that you have made measurements of your household solid waste, as shown in Table 1 below and the container volume is  $0.0877 \text{ m}^3$ .

Table 1 Measurements data of household solid waste

Date	Container number	Gross mass <sup>a</sup> (kg)
March 20	1	7.62
	2	7.70
March 27	1	10.80
	2	7.86
	3	8.20
April 10	1	6.55
	2	8.27
	3	9.02

<sup>a</sup>Container plus solid waste

What is the average density of the solid waste produced in your household?

Assume that the mass of each empty container is 3.50 kg.

(10 Marks)

- (b) Estimate the required landfill area for a community with a population of 70,000.

Assume that the following conditions apply:

Solid waste generation =  $3.8 \text{ kg}/(\text{capita}\cdot\text{day})$

Compacted specific weight of solid wastes in landfill =  $400 \text{ kg}/\text{m}^3$

Average depth of compacted solid waste = 4 m

(10 Marks)

...3/-

3. (a) Describe the concept of integrated solid waste management. (10 Marks)
- (b) Name and briefly explain all **SIX** elements in integrated solid waste management. (10 Marks)
4. (a) Home compaction units are to be installed in your residential area. Estimate the overall volume reduction that could be achieved if the compacted specific weight of the solid wastes collected is equal to  $270 \text{ kg/m}^3$ . Data given in Table 1 are applicable.

Table 1 Solid wastes compositions

Component	Weight, kg	Specific weight, $\text{kg/m}^3$
Food wastes	9.0	222
Paper	34.0	68
Cardboard	6.0	75
Plastics	7.0	55
Textiles	2.0	55
Rubber	0.5	110
Leather	0.5	135
Glass	8.0	175
Tin cans	6.0	75
Aluminum	0.5	140

(10 Marks)

- (b) You are the city engineer responsible for solid waste management in a new industrial park. The solid waste is to be collected in large containers. Based on traffic studies at similar parks, it is estimated that the average time to drive from the garage to the first container location and from the last container location to the garage each day will be 15 and 20 min respectively. If the average time required to drive between containers is 10 min and the one-way distance to the disposal site is 16 miles, determine
- the time required for one trip,
  - number of trip can be made per day
  - percentage of actual working hours, based on an 8-h workday.

Assume the off-route factor is equal to 0.15.

Other information given:

At site time per trip = 0.133 h/trip

Time required to pick up loaded container = 12 min

Time required to unload empty container = 12 min

$a = 0.016$  h/trip

$b = 0.018$  h/trip

$P_{hcs} = pc + uc + dbc$

$T_{hcs} = (P_{hcs} + s + a + bx)$

$N_d = [H(1-W)-(t_1+t_2)]/T_{hcs}$

(10 Marks)

## PART B ANSWER ONE QUESTION ONLY

5. Use Table 2 to answer the following question.

Table 2 Computation of energy content of municipal solid waste

Component	Solid wastes, lb	Energy, Btu/lb
Food wastes	15	2000
Paper	40	7200
Cardboard	4	7000
Plastics	3	14000
Textiles	2	7500
Rubber	0.5	10000
Leather	0.5	7500
Garden trimmings	12	2800
Wood	2	8000
Glass	8	60
Tin cans	6	300
Nonferrous metals	1	-
Ferrous metals	2	300
Dirt, ashes, brick, etc.	4	3000
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	

Note: British thermal unit per pound (Btu/lb); Btu/lb x 2.326 = kJ/kg

- (a) Determine the energy content in **kJ** of the;
- i) cardboard in the original solid waste sample if 85 percent of the cardboard was recovered by the homeowner. (4 Marks)
  - ii) paper in the original solid waste sample if 70 percent of the paper was recovered by the homeowner. (4 Marks)
- (b) Determine the weight in **kg** of the;
- i) cardboard in the original solid waste sample if 85 percent of the cardboard was recovered by the homeowner. (4 Marks)
  - ii) paper in the original solid waste sample if 70 percent of the paper was recovered by the homeowner. (4 Marks)
- (c) Determine the total energy content (**kJ**) and weight (**kg**) of the original sample after 85% of cardboard and 70% of paper have been recovered. (2 Marks)
- (d) Determine the energy content (**kJ/kg**) of the original sample after 85% cardboard and 70% of paper has been recovered. (2 Marks)

6. A canning factory receives on a given day 14 tons of raw produce, 6 tons of cans, 0.5 tons of cartons and 0.3 tons of miscellaneous materials. Of the 14 tons of raw produce, 12 tons become processed product, 1.2 tons end up as produce waste, which is fed to cattle, and the remainder is discharged with the wastewater from the plant. Four tons of the cans are stored internally for future use, and the remainder is used to package the product. About 3 percent of the cans used are damaged. Stored separately, the damaged cans are recycled. The cartons are used for packaging the canned product, except for 5 percent that are damaged and subsequently separated for recycling. Of the miscellaneous materials, 25 percent is stored internally for future use; 50 percent becomes waste paper, of which 35 percent is separated for recycling with the remainder being discharged as mixed waste. Assume the materials separated for recycling and disposal are collected daily.

Prepare a material balance for the canning factory on this day and material flow diagram accounting for all the materials. Also determine the amount of recyclable material and mixed waste produced per ton of product.

(20 Marks)

**BAHAGIAN A JAWAB SEMUA SOALAN**

1. (a) Secara ringkas huraikan faktor utamayang menyebabkan pemusnahan pathogen enterik semasa pengkomposan.

(6 Markah)

- (b) Enapcemar perbandaran atau sisa bio pepejal sistem rawatan boleh dilupuskan ditapak pelupusan, pembakaran atau pengkomposan. Berikan **DUA** kelebihan dan **DUA** keburukan setiap pendekatan yang digunakan.

(4 Markah)

- (c) Takrifkan vermipengkomposan dan bincangkan mekanisme proses tersebut.

(10 Markah)

2. (a) Andaikan anda telah menimbang sisa pepejal yang dijanakan daripada kediaman anda seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1. Isipadu bekas sisa ialah  $0.0877 \text{ m}^3$ .

Jadual 1 Data pengukuran sisa pepejal kediaman

Tarikh	Nombor bekas sisa	Jisim kasar <sup>a</sup> (kg)
Mac 20	1	7.62
	2	7.70
Mac 27	1	10.80
	2	7.86
	3	8.20
April 10	1	6.55
	2	8.27
	3	9.02

<sup>a</sup>Bekas sisa termasuk sisa pepejal

Apakah ketumpatan purata sisa pepejal yang dihasilkan daripada rumah anda? Andaikan jisim bagi setiap bekas sisa kosong ialah 3.50 kg.

(10 Markah)

- (b) Anggarkan luas tapak pelupusan sisa pepejal yang diperlukan bagi komuniti yang mengandungi 70, 000 orang penduduk.

Maklumat yang diberikan:

Kadar penjanaan sisa pepejal = 3.8 kg/(kapita.hari)

Berat spesifik termampat sisa pepejal dalam tapak pelupusan = 400 kg/m<sup>3</sup>

Kedalaman purata sisa pepejal termampat = 4 m

(10 Markah)

3. (a) Jelaskan konsep pengurusan sisa pepejal bersepadu.

(10 Markah)

- (b) Namakan dan jelaskan secara ringkas **ENAM** unsur dalam pengurusan sisa pepejal bersepadu.

(10 Markah)

4. (a) Beberapa unit pemadat rumah akan dipasang di kawasan perumahan anda. Anggarkan pengurangan isipadu keseluruhan yang dapat dicapai sekiranya berat spesifik terpadat sisa pepejal ialah 270 kg/m<sup>3</sup>. Data bagi sisa pepejal tersebut seperti yang diberikan dalam Jadual 1.

**Jadual 1 Komposisi Sisa Pepejal**

<b>Komposisi</b>	<b>Berat, kg</b>	<b>Berat spesifik, kg/m<sup>3</sup></b>
Sisa makanan	9.0	222
Kertas	34.0	68
Kadboard	6.0	75
Plastik	7.0	55
Tekstil	2.0	55
Getah	0.5	110
Kulit	0.5	135
Gelas	8.0	175
Tin	6.0	75
Aluminium	0.5	140

(10 Markah)

(b) Anda sebagai jurutera sebuah bandar bertanggung jawab atas pengurusan sisa pepejal bagi sebuah taman industri baru. Sisa pepejal akan dikumpulkan dalam kontena besar. Berdasarkan kajian lalu lintas di taman yang seumpamanya, dianggarkan bahawa masa purata untuk perjalanan dari garaj ke lokasi kontena pertama dan dari lokasi kontena terakhir ke garaj adalah masing-masing 15 dan 20 minit. Jika waktu purata yang diambil untuk memandu antara kontena adalah 10 min dan jarak satu arah ke tapak pelupusan ialah 16 batu, tentukan

- i) masa yang diperlukan untuk satu perjalanan,
- ii) jumlah perjalanan yang boleh dibuat pada setiap hari
- iii) peratus panjang sebenarnya waktu kerja, berdasarkan hari kerja 8 jam.

Anggapkan faktor bukan-laluan adalah 0.15.

Maklumat tambahan yang diberikan:

Masa dilapangan setiap perjalanan = 0.133 jam / perjalanan

Waktu yang diperlukan untuk mengambil kontena dimuatkan = 12 min

Waktu yang diperlukan untuk membongkar kontena kosong = 12 min

$a = 0.016$  jam/perjalanan

$b = 0.018$  jam/perjalanan

$P_{hcs} = pc + uc + dbc$

$T_{hcs} = (P_{hcs} + s + h)$

$N_d = [H(1-W) - (t_1 + t_2)] / T_{hcs}$

(10 Markah)

**BAHAGIAN B      JAWAB SATU SOALAN SAHAJA**

5. Jawab soalan berikut berdasarkan Jadual 2 di bawah.

*Jadual 2 Hitungan kandungan tenaga sisa pepejal perbandaran*

<i>Komponen</i>	<i>Sisa pepejal, lb</i>	<i>Tenaga, Btu/lb</i>
<i>Sisa makanan</i>	<i>15</i>	<i>2000</i>
<i>Kertas</i>	<i>40</i>	<i>7200</i>
<i>Kadbod</i>	<i>4</i>	<i>7000</i>
<i>Plastik</i>	<i>3</i>	<i>14000</i>
<i>Tekstil</i>	<i>2</i>	<i>7500</i>
<i>Getah</i>	<i>0.5</i>	<i>10000</i>
<i>Kulit</i>	<i>0.5</i>	<i>7500</i>
<i>Sisa halaman</i>	<i>12</i>	<i>2800</i>
<i>Kayu</i>	<i>2</i>	<i>8000</i>
<i>Kaca</i>	<i>8</i>	<i>60</i>
<i>Bekas minuman</i>	<i>6</i>	<i>300</i>
<i>Logam bukan besi</i>	<i>1</i>	<i>-</i>
<i>Logam besi</i>	<i>2</i>	<i>300</i>
<i>Habuk, abu, batu-bata, etc.</i>	<i>4</i>	<i>3000</i>
<b><i>JUMLAH</i></b>	<b><i>100</i></b>	

*Nota: Unit termal British per pound (Btu/lb); Btu/lb x 2.326 = kJ/kg*

(a) Tentukan kandungan tenaga dalam **kJ** bagi;

i) kadbod dalam sampel sisa pepejal asal jika 85 peratus kadbod telah diperolehkembali oleh pemilik rumah.

(4 Markah)

ii) kertas dalam sampel sisa pepejal asal jika 70 peratus kertas telah diperolehkembali oleh pemilik rumah.

(4 Markah)

(b) Tentukan berat dalam **kg** bagi;

i) kadbod dalam sampel asal sisa pepejal jika 85 peratus kadbod telah diperolehi kembali oleh pemilik rumah.

(4 Markah)

ii) kertas dalam sampel asal sisa pepejal jika 70 peratus kertas telah diperolehi kembali oleh pemilik rumah.

(4 Markah)

(c) Tentukan kandungan jumlah tenaga (**kJ**) dan berat (**kg**) bagi sisa pepejal asal selepas 85% kadbod dan 70% kertas telah diperolehi kembali oleh pemilik rumah.

(2 Markah)

(d) Tentukan kandungan tenaga (**kJ/kg**) bagi sampel sisa pepejal asal selepas 85% kadbod dan 70% kertas telah diperolehi kembali oleh pemilik rumah.

(2 Markah)

6. Sebuah kilang pengetinan menerima pada hari tertentu 14 tan bahan mentah, 6 tan tin, 0.5 tan karton dan 0.3 tan bahan-bahan lain. Daripada 14 tan bahan mentah, 12 tan menjadi produk olahan, manakala 1.2 tan dijana sebagai sisa dan dijadikan makanan ternakan, dan selebihnya dibuang dalam aliran air sisa kilang tersebut. Empat tan tin disimpan untuk kegunaan pada masa akan datang dan selebihnya digunakan untuk mengetin produk. Sekitar 3 peratus daripada tin yang digunakan rosak. Tin-tin yang rosak di kitar semula. Semua karton yang diterima digunakan untuk membungkus produk tin, kecuali 5 peratus yang rosak dan kemudian diasingkan untuk dikitar semula. Sebanyak 25 peratus bahan-bahan lain disimpan sebagai stok untuk digunakan kemudian; 50 peratus menjadi sampah kertas (35 peratus daripadanya diasingkan untuk dikitar semula) dan selebihnya dibuang sebagai sampah campuran. Bahan-bahan untuk kitar-semula dan pelupusan dikumpulkan setiap hari.

Sediakan satu imbalan bahan untuk kilang pengetinan tersebut berasaskan pengeluaran satu hari dan lakarkan gambarajah aliran bahan-bahan yang terlibat. Juga tentukan jumlah bahan kitar semula dan sampah campuran yang dihasilkan bagi setiap tan produk.

(20 Markah)