

SULIT

UNIVERSITI MALAYSIA PERLIS

Peperiksaan Akhir Semester Pertama
Sidang Akademik 2025/2026

Januari – Februari 2026

AMJ31203 – Solid and Hazardous Waste Engineering
[Kejuruteraan Sisa Pepejal dan Berbahaya]

Masa: 3 jam

Please make sure that this question paper has **SEVEN (7)** printed pages including this front page before you start the examination.

*[Sila pastikan kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** muka surat yang bercetak termasuk muka hadapan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

This question paper has **TWO (2)** sections, **SECTION A** and **SECTION B**. Answer **ALL** questions from **SECTION A** and any **ONE (1)** question from **SECTION B**. Each question contributes 20 marks.

*[Kertas soalan ini mengandungi **DUA (2)** bahagian, **BAHAGIAN A** dan **BAHAGIAN B**. Jawab **SEMUA** soalan daripada **BAHAGIAN A** dan mana-mana **SATU (1)** soalan dari **BAHAGIAN B**. Setiap soalan menyumbang 20 markah.]*

SULIT

SECTION A: This section has **FOUR (4)** questions. Please answer **ALL** questions.
BAHAGIAN A: Bahagian ini mengandungi EMPAT (4) soalan. Sila jawab SEMUA soalan.

Question 1
[Soalan 1]

- a) Compute the unit waste generation rate for a residential area in Kangar consisting of approximately 1000 homes using the data in Table Q1(a). The observation location is a local transfer station. The observation duration is one week, and each home consists of four persons.

[Kirakan kadar penjanaaan sisa unit untuk kawasan kediaman di Kangar yang terdiri daripada kira-kira 1000 rumah menggunakan data dalam Jadual Q1(a). Lokasi pemerhatian adalah stesen pemindahan tempatan. Tempoh pemerhatian adalah seminggu, dan setiap rumah terdiri daripada empat orang.]

Table Q1(a) The waste generation rate of a residential area in Kangar
[Jadual Q1(a) Kadar penjanaaan sisa bagi kawasan kediaman di Kangar]

Item <i>[Perkara]</i>	Number of loads <i>[Bilangan beban]</i>	Average volume m³ <i>[Isipadu purata m³]</i>	Unit weight kg/m³ <i>[Berat unit kg/m³]</i>
Compactor truck <i>[Trak mampatan]</i>	10	15.3	208
Flatbed truck <i>[Trak dasar rata]</i>	10	1.15	89
Private vehicle <i>[Kenderaan persendirian]</i>	20	0.23	59.3

(8 Marks/ Markah)

- b) Leaves, with a C/N ratio of 50, are blended with waste-activated sludge from a wastewater treatment plant, with a C/N ratio of 6.3. Determine the proportions of each component to achieve a blended C/N ratio of 25. Assume the following conditions apply:
[Daun, dengan nisbah C/N 50, dicampur dengan enapcemar buangan aktif dari loji rawatan air sisa, dengan nisbah C/N 6.3. Tentukan perkadaran setiap komponen untuk mencapai nisbah C/N campuran sebanyak 25. Anggapkan syarat berikut dikenakan:]

Moisture content of sludge = 75 %
[Kandungan lembapan enapcemar = 75 %]

Moisture content of leaves = 50 %
[Kandungan lembapan daun = 50 %]

Nitrogen content of sludge = 5.6 %
[Kandungan nitrogen enapcemar = 5.6 %]

Nitrogen content of leaves = 0.7 %
[Kandungan nitrogen daun = 0.7 %]

(12 Marks/ Markah)

....3/-

SULIT

Question 2*[Soalan 2]*

Under the Environmental Quality (Scheduled Wastes) Regulations, 2005, hazardous wastes must be packaged, labelled, and stored properly. It is the responsibility of waste generators to guarantee that scheduled wastes generated and temporarily stored on their premises until further treatment or disposal are managed in accordance with the aforementioned regulations. Effective management of scheduled wastes relies on several critical elements, including choosing an appropriate storage site, ensuring proper design and container selection, applying correct hazard communication based on the waste's hazardous properties, and adhering to good practices in handling and managing the waste containers. As a safety officer, you are responsible to develop a proper guideline on packaging, labelling and storage of schedule waste at the time the waste is generated to its final disposal. Suggest the best engineering practises based on the Environmental Quality (Scheduled Wastes) Regulations, 2005 to improve effective schedule waste management in your premise for public safety and a sustainable environment to cover the following areas:

[Di bawah Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Sisa Buangan Terjadual), 2005, sisa berbahaya mesti dibungkus, dilabel dan disimpan dengan betul. Adalah menjadi tanggungjawab penjana sisa untuk menjamin bahawa sisa terjadual dijana dan disimpan sementara di premis mereka sehingga rawatan atau pelupusan selanjutnya diuruskan mengikut peraturan yang dinyatakan di atas. Pengurusan teratur bagi sisa terjadual bergantung pada beberapa elemen penting, termasuk pemilihan lokasi stor yang sesuai, reka bentuk serta pemilihan bekas yang betul, penerapan komunikasi bahaya yang tepat berdasarkan sifat berbahaya sisa tersebut, dan pematuhan kepada amalan baik dalam mengendalikan serta mengurus bekas sisa terjadual. Sebagai pegawai keselamatan, anda bertanggungjawab untuk membangunkan garis panduan yang betul mengenai pembungkusan, pelabelan dan penyimpanan sisa terjadual pada masa sisa dijana hingga ke pelupusan akhir. Cadangkan amalan kejuruteraan terbaik berdasarkan Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Buangan Terjadual), 2005 untuk menambah baik pengurusan sisa terjadual yang berkesan di premis anda untuk keselamatan awam dan persekitaran yang mampan meliputi bidang berikut:]

- a) Design criteria and construction of storage area.
[Kriteria reka bentuk dan pembinaan kawasan penyimpanan.]

(5 Marks/ Markah)

- b) Selection of proper containers.
[Pemilihan bekas yang sesuai.]

(5 Marks/ Markah)

- c) Labelling of containers.
[Pelabelan bekas.]

(5 Marks/ Markah)

- d) Management of scheduled wastes stored.
[Pengurusan sisa terjadual yang disimpan.]

(5 Marks/ Markah)

...4/-

SULIT

Question 3*[Soalan 3]*

- a) Landfill gas is composed of a number of gases that are the principle gases and trace gases. The principle gases are produced from the decomposition of the organic fraction of municipal solid waste. Some of the trace gases, although present in small quantities, can be toxic and could present risks to public health. Explain with illustration, the generation of principal landfill gases and the variation in their rate of generation with time.

[Gas tapak pelupusan terdiri daripada beberapa gas yang merupakan gas utama dan gas surih. Gas utama dihasilkan dari penguraian pecahan organik sisa pepejal awam. Sebahagian daripada gas surih, walaupun dalam kuantiti yang kecil, boleh menjadi toksik dan dapat memberikan risiko kepada kesihatan awam. Terangkan dengan ilustrasi, penjanaan gas utama dan variasi kadar penjanaan dengan masa.]

(10 Marks/ Markah)

- b) Refer to the waste constituent and concentration in Table Q3(b). Given that (MW)HCl = 36.5 g/mole, (MW)Ca(OH)₂ = 74 g/mole, (MW)CaCl₂ = 111 g/mole.

[Rujuk kepada konstituen dan kepekatan sisa buangan seperti dalam Jadual Q3(b). Diberi (MW)HCl = 36.5 g/mole, (MW)Ca(OH)₂ = 74 g/mole, (MW)CaCl₂ = 111 g/mole.]

Table Q3(b): Wastewater Concentration*[Jadual Q3(b): Kepekatan Air Sisa]*

Constituent <i>[Konstituen]</i>	Concentration, (mg/L) <i>[Kepekatan, (mg/L)]</i>	Flow, (L/min) <i>[Kadar, (L/min)]</i>
HCl	100	5

- (i) Determine the quantity in kg/d of hydrated lime (Ca(OH)₂) required to neutralize the waste.

[Tentukan kuantiti dalam kg/d kapur terhidrat (Ca(OH)₂) yang diperlukan untuk meneutralkan sisa.]

(6 Marks/ Markah)

- (ii) Estimate the Total Dissolved Solids (TDS) after neutralization in mg/L.

[Anggarkan Jumlah Pepejal Terlarut (TDS) selepas peneutralan dalam mg/L.]

(4 Marks/ Markah)

....5/-

SULIT

Question 4*[Soalan 4]*

- a) Public resistance often narrows the options for municipal solid waste landfill development, making site selection a major challenge. Explain the key technical, environmental, and socio-economic factors that must be evaluated when determining a suitable landfill location.

[Tentangan awam sering mengecilkkan pilihan untuk pembangunan tapak pelupusan sisa pepejal perbandaran, menjadikan pemilihan tapak sebagai cabaran utama. Terangkan faktor teknikal, alam sekitar dan sosioekonomi utama yang mesti dinilai semasa menentukan lokasi tapak pelupusan yang sesuai.]

(10 Marks/ Markah)

- b) An MSW landfill is being designed to handle solid waste generated in Kuala Perlis at a rate of 50 tonne/day. It is expected that the waste will be delivered by compactor truck on a 5 days/week basis. The density as spread is 122 kg/m³. It will be spread in 0.50 m layers and compacted to 0.25 m. Assuming three such lifts per day and a daily cover of 0.15 m, solve these questions.

[Sebuah tapak pelupusan MSW sedang direka bentuk untuk mengendalikan sisa pepejal yang dihasilkan di Kuala Perlis pada kadar 50 tan/hari. Dijangkakan bahawa sisa itu akan dihantar oleh trak pemampat pada kadar 5 hari/minggu. Ketumpatan penyebarannya ialah 122 kg/m³. Ia akan diratakan dalam lapisan 0.50 m dan dipadatkan hingga 0.25 m. Dengan mengandaikan tiga angkat sehari dan penutup harian adalah 0.15 m, selesaikan soalan-soalan ini.]

- i) Predict the annual volume of landfill consumed in m³.

[Ramalkan isipadu tahunan yang digunakan tapak pelupusan dalam m³.]

(5 Marks/ Markah)

- ii) Design the daily horizontal area covered by the solid waste. Ignore the soil volume between stacks.

[Reka bentuk kawasan mendatar harian yang diliputi oleh sisa pepejal. Abaikan isipadu tanah di antara susunan.]

(5 Marks/ Markah)

....6/-

SECTION B : This section has **TWO** questions. Please answer any **ONE** of the questions.
BAHAGIAN B: Bahagian ini mengandungi **DUA** soalan. Sila jawab mana – mana **SATU** soalan.

Question 5

[Soalan 5]

- a) Proper solid waste collection is important for the protection of public health, safety, and environmental quality. Collection services comprise not only the collection of solid waste but also the hauling of waste from the collection site to the area where the collection vehicle is emptied. Based on two different modes of solid waste collection systems, the Hauled Container Systems (HCS) and Stationary Container Systems (SCS), explain the details of the following unit operations to resolve the activities involved in the collection of solid waste:

[Pengumpulan sisa pepejal yang betul adalah penting untuk melindungi kesihatan awam, keselamatan dan kualiti alam sekitar. Perkhidmatan pengumpulan terdiri bukan sahaja merangkumi pengumpulan sisa pepejal tetapi juga pengangkutan sisa dari tapak pengumpulan ke kawasan di mana kenderaan kutipan dikosongkan. Berdasarkan dua mod sistem pengumpulan sisa pepejal yang berbeza, Sistem Kontena Angkut (HCS) dan Sistem Kontena Pegun (SCS), terangkan butiran operasi unit berikut untuk menyelesaikan aktiviti yang terlibat dalam pengumpulan sisa pepejal.]

- i) Pickup
[Pikap]
- ii) Haul
[Angkut]
- iii) At-site
[Di tapak]
- iv) Off-route
[Laluan luar]

(10 Marks/ Markah)

- b) Composting is a biological process that uses naturally occurring microorganisms to convert biodegradable organic matter into a humus-like product and is a suitable method for recycling wastewater treatment sludge (WTS). This process is controlled by environmental parameters; such as moisture content and substrate properties; such as C/N ratio. Due to high moisture and low carbon contents, sludges must be mixed with dry materials for composting. Justify, why the following conditions occur:

[Pengkomposan ialah proses biologi yang menggunakan mikroorganisma semulajadi untuk menukar bahan organik terbiodegradasi kepada produk seperti humus dan merupakan kaedah yang sesuai untuk mengitar semula enap cemar rawatan air sisa (WTS). Proses ini dikawal oleh parameter persekitaran; seperti kandungan lembapan dan sifat substrat; seperti nisbah C/N. Oleh kerana kelembapan yang tinggi dan kandungan karbon rendah, enap cemar mesti dicampur dengan bahan kering untuk pengkomposan. Berikan justifikasi kenapa keadaan berikut berlaku.]

- i) Condition 1 : Odour problems occur
[Keadaan 1 : Masalah bau berlaku]
- ii) Condition 2: The composting process slows down
[Keadaan 2: Proses pengkomposan menjadi perlahan]

(10 Marks/ Markah)

....7/-

SULIT

Question 6
[Soalan 6]

- a) Chemical treatment is widely used in hazardous waste management, either as a standalone method or to lessen the danger posed by a specific waste. Explain how chemical treatment modifies hazardous waste without fully removing toxic chemicals, and describe one (1) common chemical treatment methods

[Rawatan kimia digunakan secara meluas dalam pengurusan sisa berbahaya, sama ada sebagai kaedah tunggal atau untuk mengurangkan bahaya yang ditimbulkan oleh sesuatu sisa. Terangkan bagaimana rawatan kimia mengubah sisa berbahaya tanpa menghapuskan sepenuhnya bahan toksik, dan huraikan satu (1) kaedah rawatan kimia yang biasa digunakan.]

(10 Marks/ Markah)

- b) A metal-plating facility is installing a precipitation system to remove zinc from its wastewater. The process uses a pH meter to regulate the addition of hydroxide solution into the mixing tank. Assess the pH value that the controller must maintain to achieve a zinc effluent concentration of 0.80 mg/L.

[Sebuah kemudahan penyaduran logam sedang memasang sistem pemendakan untuk menyingkirkan zink daripada air sisa. Proses ini menggunakan meter pH bagi mengawal penambahan larutan hidroksida ke dalam tangki pencampuran. Nilaikan nilai pH yang perlu dikekalkan oleh pengawal untuk mencapai kepekatan efluen zink sebanyak 0.80 mg/L.]

The solubility product, K_{sp} for $Zn(OH)_2$, is 7.68×10^{-17} .

[Nilai hasil keterlarutan, K_{sp} bagi $Zn(OH)_2$, ialah 7.68×10^{-17} .]

(10 Marks/ Markah)

-0000000-

