



First Semester Examination  
2019/2020 Academic Session

December 2019 / January 2020

**EAG245 – Soil Mechanics  
(Mekanik Tanah)**

Duration : 3 hours  
(Masa : 3 jam)

---

Please check that this examination paper consists of **SIXTEEN (16)** pages of printed material including appendix before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **ENAM BELAS (16)** muka surat yang bercetak termasuk lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini].*

**Instructions** : This paper contains **SIX (6)** questions. Answer **FIVE (5)** questions.

**Arahan** : Kertas ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan.]

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

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

- (1). (a). A 1 m thick soil with an initial void ratio of 0.94 was compacted by a roller and its thickness reduced by 0.09 m. The specific gravity of this soil is 2.65. A 178.0 g soil sample was collected from the compacted soil mass to examine the degree of compaction. The sample was dried in an oven for 24 hours and it had a dry mass of 142.4 g.

*Tanah setebal 1 m dengan nisbah lompang awal 0.94 dimampatkan menggunakan penggelek berkurangan ketebalannya sebanyak 0.09 m. Graviti tentu tanah tersebut, 2.65. 178 g sampel tanah diambil daripada tanah yang telah dimampatkan untuk menentukan darjah mampatan. Sampel tanah tersebut dikeringkan di dalam ketuhar selama 24 jam dan berat kering menjadi 142.4 g.*

- (i). Assuming  $V_s = 1$ , draw the 3-phase diagram for the given problem.

*Dengan mengandaikan  $V_s = 1$ , lukiskan gambar rajah 3 fasa untuk masalah yang diberikan.*

[5 marks/markah]

- (ii). Determine the degree of saturation of the soil after the compaction.

*Tentukan darjah ketepuan tanah tersebut selepas dimampatkan.*

[5 marks/markah]

- (b). A soil sample taken during the earthwork for SUKE highway project is used to further classify the soil. The result of one of the sieve analysis tests is given in **Table 1**.

*Sampel tanah yang diambil semasa kerja-kerja tanah untuk pembinaan lebuh raya SUKE digunakan untuk mengelas tanah tersebut. Keputusan salah satu ujian analisis ayakan diberikan di **Jadual 1**.*

**Table 1/ Jadual 1**

| <b>Sieve No.<br/>Nombor Ayakan</b> | <b>Sieve Size/<br/>Saiz Ayakan<br/>(mm)</b> | <b>Weight Retained/<br/>Berat Tertahan<br/>(g)</b> |
|------------------------------------|---|--|
| 4                                  | 4.75  | 0  |
| 10                                 | 2.00  | 15   |
| 20                                 | 0.850                                       | 98   |
| 40                                 | 0.425                                       | 90   |
| 100                                | 0.150                                       | 182  |
| 200                                | 0.075                                       | 109  |
| Pan                                | -   | 6 (Silt- ML or MH)                                 |
| Non-Plastic/Bukan Plastik          |   |  |

- (i). Plot the grain size distribution curve from the sieve analysis given in **Table 1**.

*Plot lengkungan agihan saiz butiran daripada analisis ayakan yang diberikan di **Jadual 1**.*

[6 marks/markah]

- (ii). Classify the soil using Unified Soil Classification System (USCS) (**Refer to Appendix 1**).

*Kelaskan tanah tersebut dengan menggunakan Unified Soil Classification System (USCS) (**Rujuk Lampiran 1**).*

[4 marks/markah]

- (2). (a). Four grain size distribution (GSD) curves from sieve analysis were obtained from different development sites in Penang. From the grain size distribution curves in **Figure 1**, identify:

*Empat plot lengkungan agihan saiz butiran daripada analisis ayakan diperoleh dari tapak pembangunan yang berbeza di Pulau Pinang. Daripada plot lengkungan agihan saiz butiran di **Rajah 1**, kenalpasti:*

- (i). The soils with largest amount of clay and gravel and justify your answers.

*Tanah dengan amaun lempung dan kelikir terbesar dan berikan justifikasi terhadap jawapan yang diberikan.*

[4 marks/markah]

- (ii). Soil that has the best drainage conditions and justify your answer.

*Tanah dengan keadaan aliran yang terbaik dan berikan justifikasi terhadap jawapan yang diberikan.*

[3 marks/markah]

- (b). From the grain size distribution (GSD) curves in **Figure 1**, identify the soil that will cause a problem during the construction works and describe the type of problem that may happen and the effect to the infrastructure put on it.

*Daripada plot lengkungan agihan saiz butiran di **Rajah 1**, kenalpasti tanah yang akan menyebabkan masalah semasa kerja-kerja pembinaan dan jelaskan jenis masalah yang mungkin terjadi dan kesannya terhadap infrastruktur yang diletakkan di atas tanah tersebut.*

[4 marks/markah]

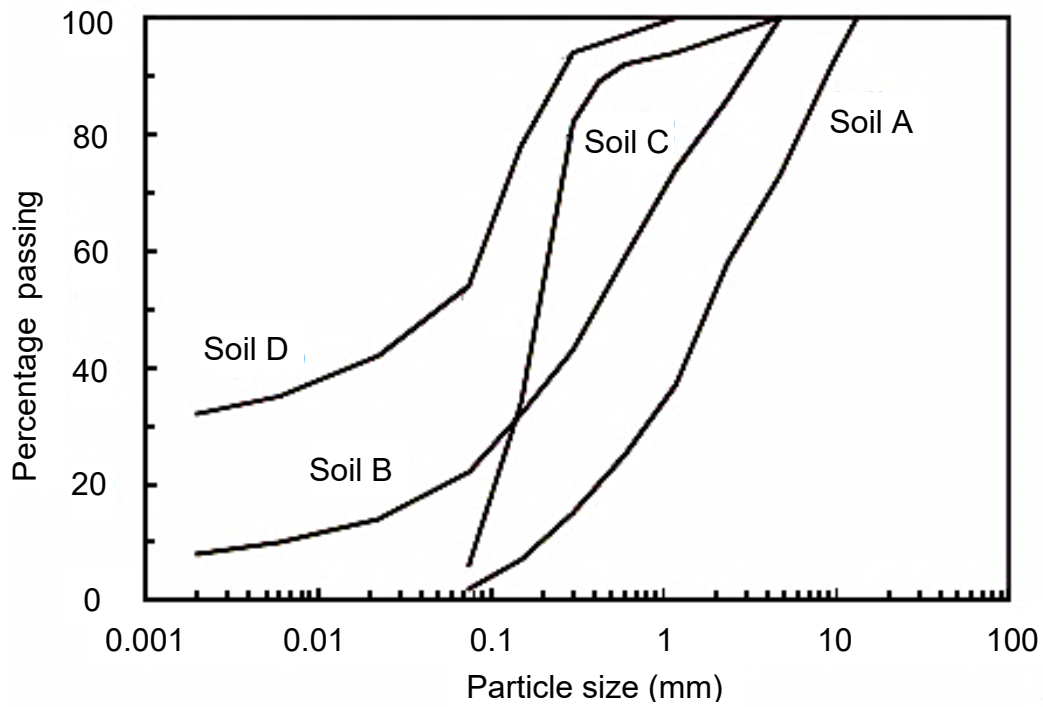


Figure 1/Rajah 1

(c). Results of liquid limit tests from Batu Kawan Industrial Zone using Casagrande Cup method are given in **Table 2**.

*Keputusan ujian had cecair dari Zon Perindustrian Batu Kawan menggunakan kaedah Cawan Casagrande diberikan di **Jadual 2**.*

Table 2/Jadual 2

| Number of blows/<br><i>Bilangan Hentakan</i> | Sample ID/<br><i>ID sampel</i> | Mass of Container (g)/<br><i>Berat Bekas (g)</i> | Mass of wet soil + container (g)/<br><i>Berat tanah lembab + bekas (g)</i> | Mass of dry soil + container (g)/<br><i>Berat tanah kering + bekas (g)</i> |
|--|--------------------------------|--|--|--|
| 33   | A                              | 9.12   | 20.16  | 16.73  |
| 24   | B                              | 8.69   | 18.73  | 15.49  |
| 15   | C                              | 8.85   | 20.09  | 16.35  |
| 10   | D                              | 21.59  | 32.09  | 28.55  |

- (i). Calculate the moisture contents for the soil samples.

*Tentukan kandungan lembapan bagi kesemua sampel tanah tersebut.*

[4 marks/markah]

- (ii). Plot the results of the Casagrande Cup method and determine the liquid limit of the soil.

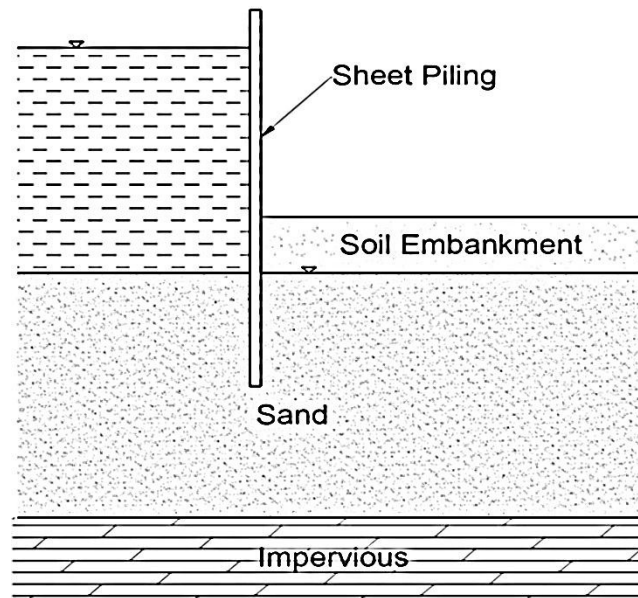
*Plot keputusan Kaedah Cawan Casagrande dan tentukan had cecair tanah tersebut.*

[5 marks/markah]

- (3). A cross-section of a proposed retaining wall for water retaining purposes is shown in **Figure 2**. The soil profile consists of two different layers; a 10 m sand layer and an impervious rock layer. The sheet piles were driven to 4 m below the original ground level into the sand layer, and the rest length of the sheet piles will be used as the retaining wall for 10 m height of water level.

*Satu keratan rentas tembok penahan yang dicadangkan untuk tujuan penahan air seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 2**. Profil tanah terdiri daripada dua lapisan yang berlainan; lapisan 10 m pasir dan lapisan batu yang tidak telap. Cerucuk kepingan telah dipacu sedalam 4 m di bawah paras tanah asal ke dalam lapisan pasir, dan panjang selebihnya akan digunakan sebagai tembok penahan untuk ketinggian 10 m paras air.*

-7-



**Figure 2/Rajah 2**

- (a). The flow nets method is used by plotting the geotechnical structure in a scale drawing to assess water flow.

*Kaedah jejaring aliran digunakan dengan memplotkan struktur geoteknik di dalam lukisan berskala untuk menilai aliran air.*

- (i). Explain the meanings of flow line and equipotential line.

*Jelaskan maksud garis aliran dan garis sama upaya.*

[4 marks/markah]

- (ii). Sketch the seepage flow through the sheet pile using flow nets principle.

*Lakarkan aliran resapan melalui cerucuk keping dengan menggunakan prinsip jejaring aliran.*

[8 marks/markah]

...8/-

- (b). Another proposal of the retaining wall is to create a concrete floor and the sheet pile is not penetrating the ground. The hydraulic conductivity of the sand is 0.005 cm/s.

*Satu lagi cadangan dinding penahan adalah untuk membuat lantai konkrit dan cerucuk keping tidak menembusi tanah. Kekonduksian hidraulik pasir adalah 0.005 cm/s.*

- (i). Find the flow rate in  $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$  length through the aquifer layer if the hydraulic gradient is 0.1.

*Cari kadar aliran dalam  $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$  panjang melalui lapisan akuifer jika kecerunan hidraulik ialah 0.1.*

[4 marks/markah]

- (ii). The viscosity of water at  $25^\circ\text{C}$  is  $0.0789 \times 10^{-4} \text{ g.s.cm}^2$ . Calculate the absolute permeability,  $K$  of the sand.

*Kelikatan air pada  $25^\circ\text{C}$  is  $0.0789 \times 10^{-4} \text{ g.s.cm}^2$ . Kira kebolehtelapan mutlak,  $K$  bagi pasir.*

[4 marks/markah]



- (4). A compaction work is conducted for a development project in a city area. **Table 3** shows the result of the standard compaction for the sample taken from the site.

*Kerja pepadatan dijalankan untuk projek pembangunan di satu kawasan bandar. **Jadual 3** menunjukkan keputusan pepadatan standard untuk sampel yang diambil dari tapak projek ini.*

**Table 3/Jadual 3**

|   |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|
| Bulk Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )/<br>Berat Unit Pukal (kN/m <sup>3</sup> ) | 13.0 | 15.0 | 17.5 | 18.0 | 16.5 |
| Water Content (%)/<br>Kandungan Air (%)   | 30.0 | 32.5 | 35.0 | 37.5 | 40.0 |

- (a). Determine dry unit weight and water content at 95% standard compaction.

*Tentukan berat unit kering dan kandungan air pada 95% pepadatan piawai.*

[10 marks/markah]

- (b). The initial dry unit weight at the site is 10.0 kN/m<sup>3</sup> and after 10 rounds of compaction, the dry unit weight obtained at the site is 11.0 kN/m<sup>3</sup>. The consultant has further instructed the contractor to proceed with another 10 round of compaction and the site dry unit weight obtained is 12.0 kN/m<sup>3</sup>. Determine the minimum number round of compaction needed for this site to be acceptable for the next construction stage.

...10/-

*Berat unit kering asal di tapak adalah 10.0 kN/m<sup>3</sup> dan selepas 10 pusingan pemadatan, berat unit kering yang didapati di tapak adalah 11.0 kN/m<sup>3</sup>. Pihak perunding selanjutnya mengarahkan kontraktor untuk meneruskan pemadatan sebanyak 10 pusingan yang lain dan berat unit kering tapak yang diperoleh adalah 12.0 kN/m<sup>3</sup>. Tentukan bilangan pusingan minimum pemadatan yang sebenarnya diperlukan untuk tapak ini dapat diterima untuk peringkat pembinaan seterusnya.*

[4 marks/markah]

- (c). Explain **ONE (1)** method of obtaining a dry unit weight by field test with the help of sketch.

*Terangkan **SATU (1)** kaedah bagi mendapatkan berat unit kering melalui ujian tapak dengan bantuan lakaran.*

[6 marks/markah]

- (5). (a). The soil strength seems to depend on the effective stress, and if the effective stress decreases, the bearing capacity of soil will also decrease. With the help of sketches, describe the condition when the effective stress drops to zero and in what conditions, this situation might happen.

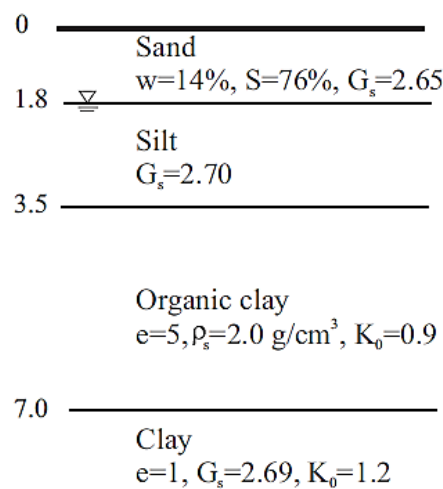
*Kekuatan ricih menunjukkan kebergantungan kepada tegasan berkesan dan jika tegasan berkesan berkurangan, keupayaan galas tanah juga turut berkurangan. Dengan berbantuan lakaran, jelaskan keadaan dimana tegasan berkesan menurun kepada kosong dan dalam keadaan apakah, situasi ini dapat berlaku.*

[5 marks/markah]

- (b). Soil profile obtained from site investigation at USM, Engineering Campus is given in **Figure 3**. The ground water table is at a depth of 1.8 m below the ground surface. For the Silt layer, a soil sample (mass of 26.3 g) was collected from a depth of 2.5 m. It was dried in an oven at 105°C for 24 hours and had mass of 22.1 g. Determine the vertical stresses at a depth of 7.0 m below the ground surface.

*Profil tanah diperolehi dari penyiasatan tapak di USM, Kampus Kejuruteraan diberikan di **Rajah 3**. Paras air tanah berada pada kedalaman 1.8 m di bawah aras permukaan. Untuk lapisan kelodak, sampel tanah (jisim 26.3 g) diambil daripada kedalaman 2.5 m. Sampel tersebut dikeringkan dalam ketuhar pada suhu 105°C selama 24 jam dan mempunyai jisim kering, 22.1 g. Tentukan tegasan menegak pada kedalaman 7.0 m di bawah aras permukaan.*

[15 marks/markah]



**Figure 3/Rajah 3**

- (6). (a) Consolidation is one of the normal phenomena for the fine grain or cohesive soil under certain loading conditions. Explain the methods used to evaluate three most important consolidation parameters which are:

Pengukuhan merupakan satu daripada sifat semulajadi tanah berzarah halus apabila dibebankan. Terangkan ciri-ciri dan kaedah menganggarkan tiga parameter utama pengukuhan tanah iaitu:

- (i). Pre-Consolidation Pressure  
*Tekanan Pra-Pengukuhan Tanah*
  
- (ii). Compressibility Indexs  
*Indeks Kebolehmampatan Tanah*
  
- (iii). Coefficient of Consolidation  
*Pekali Pengukuhan Tanah*

State clearly the importance and the use of each parameter and show how these parameter can be used to estimate the amount of settlement that might happen due to the consolidation process. Use sketches and diagrams to justify your answer.

*Nyatakan kegunaan setiap daripada parameter di atas dan tunjukkan bagaimana ianya boleh digunakan untuk menganggar nilai pengekapan yang akan berlaku disebabkan proses pengukuhan. Gunakan lakaran dan rajah sebagai justifikasi kepada jawapan yang diberikan.*

[10 marks/markah]

- (b). The following results were obtained from a set of consolidation test on a specimen of a clay sample taken from a 4.8 m thick clay layer on one of the construction site which are overlaid and underlain by a thick layer of coarse sand.

*Data di bawah diperolehi dari satu set ujian pengukuhan di makmal ke atas satu spesimen tanah lempung yang diambil dari satu lapisan tanah lempung di suatu tapak bina setebal 4.8 m. Tanah lempung tersebut dilapisi oleh lapisan pasir kasar yang tebal di bahagian atas dan bawah.*

**Table 4/Jadual 4**

| <b>Pressure (kN/m<sup>2</sup>)/<br/>Tegasan (kN/m<sup>2</sup>)</b> | <b>Void Ratio after the test/<br/>Nisbah Lompang di akhir ujian</b> |
|--|---|
| 400  | 0.96  |
| 800  | 0.78  |

The initial thickness of the tested sample was 19.6 mm with a moisture content of 18%. The sample takes 8 minutes to achieve 25% of consolidation.

*Tebal asal spesimen adalah 19.6 mm dan kandungan lembapan sebesar 18%. Sampel ini mengambil masa 8 minit untuk mencapai 25% pengukuhan.*

- (i). Estimate the total consolidation settlement of the clay layer based on the variation of the pressure as given in **Table 4**.

*Anggarkan jumlah pegenapan pengukuhan yang akan berlaku ke atas lapisan tanah lempung di tapak bina di atas perubahan tegasan di **Jadual 4**.*

[5 marks/markah]

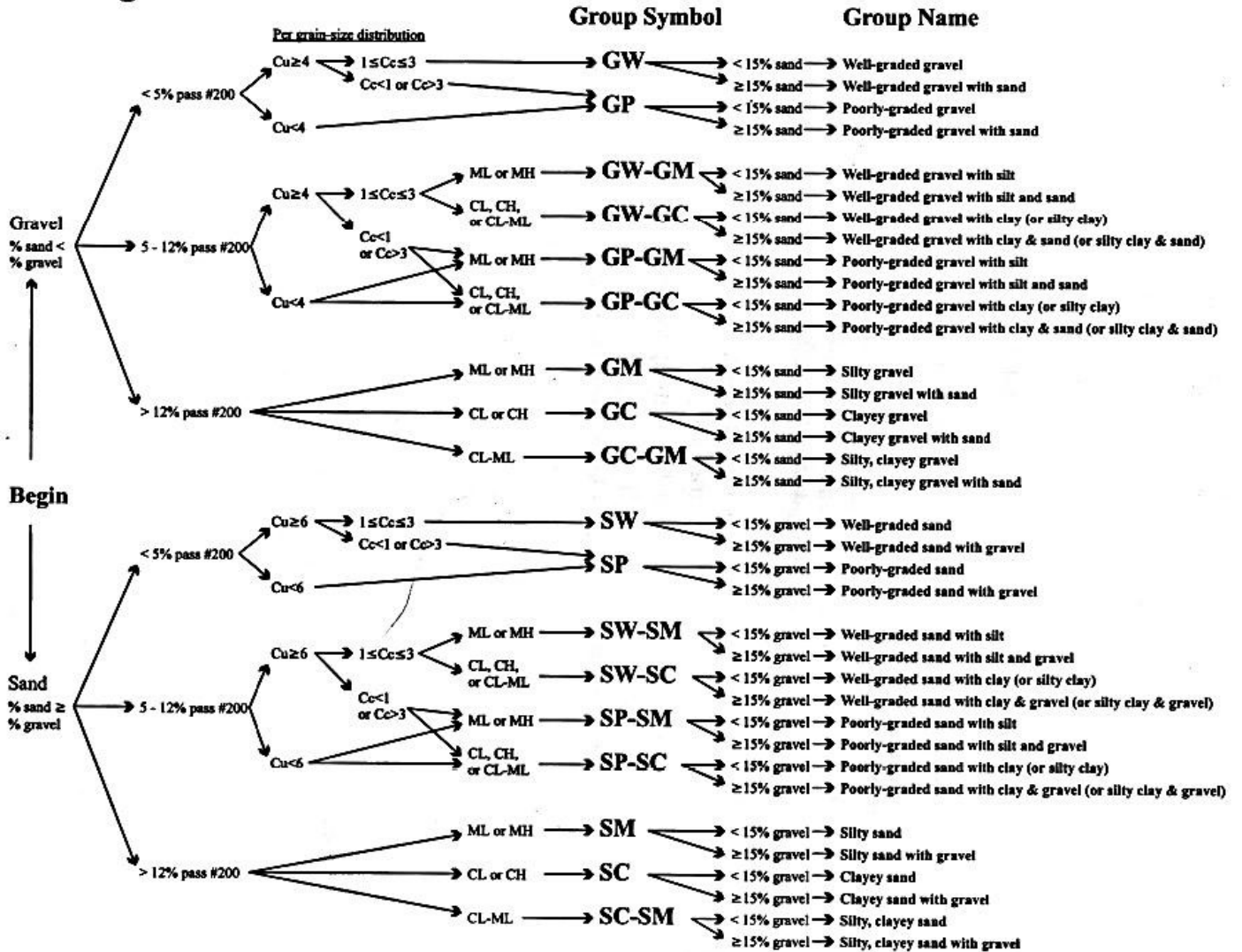
- (ii). Estimate the time to achieve 50% and 90% degree of consolidation and suggest **ONE (1)** method to accelerate the consolidation process of the above clay layer. Use sketches to support your answers.

*Anggarkan masa untuk mencapai 50 % dan 90 % pengukuhan. Cadangkan **SATU (1)** kaedah untuk mempercepatkan proses pengukuhan di atas. Gunakan lakaran untuk menyokong jawapan anda.*

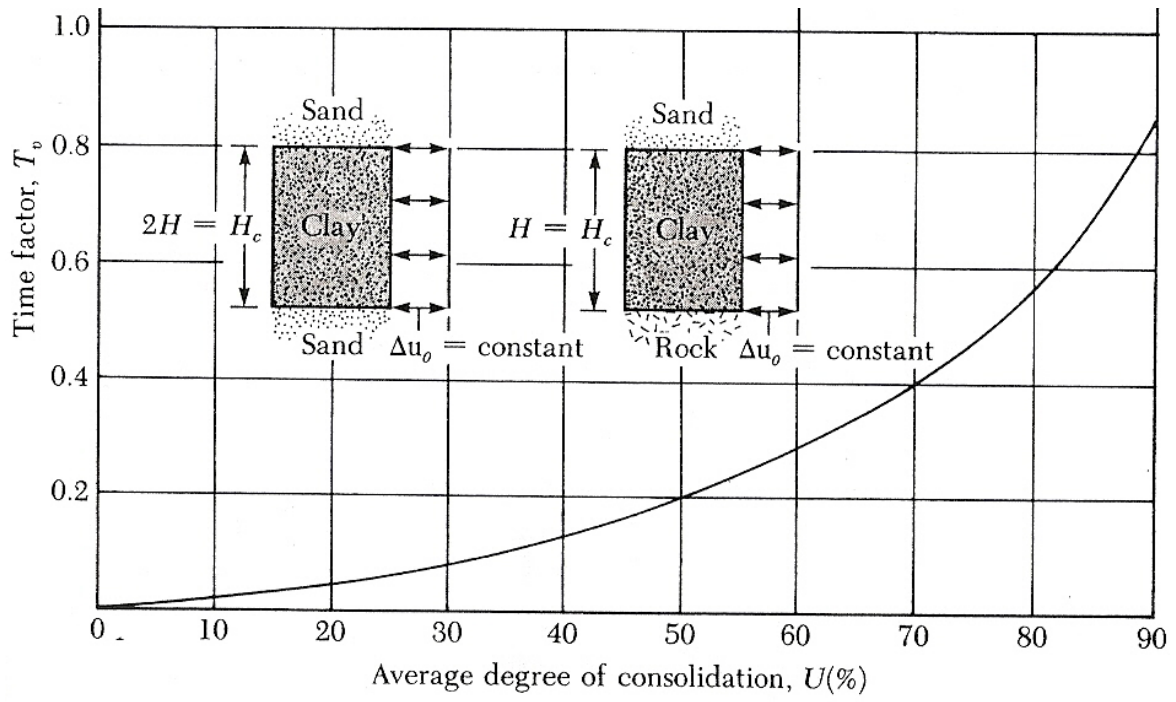
[5 marks/markah]

APPENDIX 1 /LAMPIRAN 1

Coarse-grained Soils



APPENDIX 2 /LAMPIRAN 2



-oooOOooo-