

SULIT



Second Semester Examination
2018/2019 Academic Session

June 2019

**EAS357 – Sustainable Concrete Materials and Practices
(*Bahan dan Amalan Konkrit Lestari*)**

Duration : 2 hours
(*Masa : 2 jam*)

Please check that this examination paper consists of **TEN (10)** pages of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEPULUH (10)** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

Instructions : This paper consists of **FIVE (5)** questions. Answer **FOUR (4)** questions.

Arahan : Kertas ini mengandungi **LIMA (5)** soalan. Jawab **EMPAT (4)** 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.]

...2/-

SULIT

- (1). (a). Corrosion of reinforcement is indeed the main cause of deterioration to concrete structures in many parts of the world. Explain the **TWO (2)** major causes of depassivation of reinforcing steel in concrete which can cause severe damage to concrete structures. Use an appropriate corrosion-time plot to aid your explanation in both cases.

*Pengaratan tetulang adalah punca utama kepada kemerosotan struktur konkrit di banyak tempat di dunia. Terangkan **DUA (2)** punca utama “depassivation” tetulang keluli di dalam konkrit yang mana boleh membawa kepada kecacatan yang teruk terhadap struktur konkrit. Gunakan plot pengaratan-masa yang sesuai untuk membantu penerangan anda bagi kedua-dua kes.*

[10 marks/markah]

- (b). Several piers of an elevated highway that have been constructed in swampy area have shown signs of deterioration several years after the construction. The deterioration focuses on the parts of the piers that have consistently been exposed to the swamp water. The edges of some of the affected piers exhibit cracking and spalling of concrete, and the concrete surface in the affected parts of the piers appears to be soft and loose, which indicates potential reduction in strength of the concrete. The compositions and some important properties of the concrete used during construction are given in **Table 1**.

*Beberapa tiang sambut lebuh raya bertingkat yang dibina melalui kawasan berpayau telah menunjukkan tanda-tanda kemerosotan beberapa tahun setelah dibina. Kemerosotan tertumpu kepada bahagian-bahagian tiang-tiang sambut yang telah sentiasa terdedah kepada air payau. Bahagian sisi tiang-tiang sambut yang terlibat mempamerkan keretakan dan penyerpihan konkrit, serta permukaan konkrit yang terjejas kelihatan seperti lembut dan longgar, yang menunjukkan kemungkinan pengurangan kekuatan kepada konkrit. Komposisi dan sifat-sifat penting konkrit yang digunakan semasa pembinaan diberikan di dalam **Jadual 1**.*

...3/-

**Table 1/Jadual 1: Compositions and important properties of concrete/
Komposisi dan sifat-sifat penting konkrit**

Cement type	OPC
Total binder content	400 kg/m ³
Total alkali content (Na ₂ O equivalent) in binder	1.0%
C ₃ A content of binder	8 %
Coarse aggregate	20 mm Granite
Fine aggregate	River sand, zone M
Free water/cement ratio	180 kg/m ³
Water reducer	0.7 %
Workability (slump)	75 mm
28-day strength	45 MPa

- (i). By giving appropriate justifications, identify the most probable deterioration mechanism that has affected the relevant piers.

Dengan memberikan justifikasi-justifikasi yang sesuai, kenal pasti mekanisme kemerosotan paling mungkin yang telah menjejaskan tiang-tiang sambut yang terlibat.

[5 marks/markah]

- (ii). If you are to confirm your initial presumption in (i), suggest the measures and tests that you may want to undertake. Discuss the expected outcomes of the tests, which may substantiate that your initial assumption is correct.

Jika anda perlu mengesahkan anggapan awal anda di (i), sarankan langkah-langkah and ujian-ujian yang mungkin anda lakukan. Bincangkan hasil-hasil yang dijangkakan daripada ujian-ujian tersebut, yang mana boleh menyokong andaian awal anda.

[10 marks/markah]

...4/-

- (2). (a). Portland cement production has been associated with very energy intensive process, besides it emits large volume of CO₂ to the atmosphere and it consumes significant amount of non-renewable natural resources which can never be replenished, hence it is not sustainable. Discuss how the extensive use of by-product based supplementary cementitious materials such as fly ash, palm oil fuel ash and ground granulated blast-furnace slag could contribute towards better sustainability of the cement industry.

Penghasilan simen Portland telah dikaitkan dengan proses yang sangat intensif tenaga, disamping ia menghamburkan isipadu CO₂ yang besar ke atmosfera dan menggunakan amaun sumber semulajadi tak boleh diperbaharui yang signifikan dan tak mungkin boleh ditambah semula, maka ia adalah tidak lestari. Bincangkan bagaimana penggunaan ekstensif bahan penyimenan tambahan berasaskan produk sampingan seperti abu terbang, abu sisa kelapa sawit dan jermang relau bagas boleh menyumbang terhadap kelestarian yang lebih baik bagi industri simen.

[8 marks/markah]

- (b). In the construction of concrete structures in marine environment, the use of ordinary Portland cement as a sole binder cannot guarantee adequate durability performance of the concrete structures. Furthermore, specifying concrete based on minimum strength, maximum water/binder ratio and minimum binder content as practiced in prescriptive specification cannot ensure that the concrete will provide sufficient protection to the steel reinforcements, i.e. adequately durable.

Bagi pembinaan struktur konkrit dalam persekitaran marin, penggunaan simen Portland biasa sebagai pengikat tunggal tidak boleh menjamin prestasi ketahananlasakan struktur konkrit. Begitu juga, pensyaratan konkrit berdasarkan kekuatan minima, nisbah air/pengikat maksima dan kandungan pengikat minima seperti yang diamalkan di dalam spesifikasi preskriptif tidak boleh memastikan konkrit berkenaan akan memberikan perlindungan yang mencukupi terhadap tetulang keluli, iaitu mempunyai tahap ketahananlasakan yang mencukupi.

- (i). Suggest suitable combination of chemical and mineral admixtures to be used together with ordinary Portland cement to ensure superior durability performance of the concrete structures in the aggressive marine environment. Explain how the improved durability performance could be realized via the combined use of the suggested admixtures.

Cadangkan kombinasi bahan tambah kimia dan mineral yang sesuai untuk digunakan bersama simen Portland biasa bagi memastikan prestasi ketahananlasakan yang superior dalam persekitaran marin yang agresif. Terangkan bagaimana peningkatan prestasi ketahananlasakan ini dapat direalisasikan melalui kombinasi penggunaan bahan-bahan tambah yang dicadangkan.

[12 marks/markah]

- (ii). Discuss appropriate tests that may be used as part of performance based specification to better ensure the concrete's compliance with the required durability performance in the aggressive marine environment.

Bincangkan ujian-ujian yang sesuai yang boleh digunakan sebagai sebahagian daripada spesifikasi berasaskan prestasi untuk memastikan pematuhan konkrit terhadap prestasi ketahanan lasakan yang diperlukan di dalam persekitaran marin yang agresif.

[5 marks/markah]

- (3). (a). The piers of a reinforced concrete deep water wharf have been reported to undergo deterioration as a result of corrosion of reinforcement. The worst affected areas are those exposed to the tidal and splash zones. As an engineer, you have been tasked to assess the extent of the deterioration so that an effective and durable rehabilitation work can be planned and implemented. Suggest and explain the tests that you will carry out in the investigation on the affected piers. For each test, justify why it is required.

Tiang-tiang bagi dermaga air dalam telah dilaporkan mengalami kemerosotan ekoran daripada pengurangan tetulang. Kawasan yang terjejas teruk adalah yang terdedah kepada zon pasang surut dan zon percikan air laut. Sebagai seorang jurutera, anda ditugaskan untuk menilai tahap kemerosotan supaya kerja baik pulih yang berkesan dan tahan lasak boleh dirancang dan dilaksanakan. Cadangkan dan terangkan ujian-ujian yang anda akan lakukan di dalam penyiasatan terhadap tiang-tiang sambut yang terjejas. Untuk setiap ujian, berikan justifikasi kenapa ia diperlukan.

[15 marks/markah]

- (b). A four storey reinforced concrete building has been damaged due to fire as a result of short circuit. The fire was confined in a big seminar room at the first floor of the building where the short circuit happened and affected mostly the concrete slabs and beams in the room. Identify and explain the tests that could be carried out in the assessment work on the fire damaged building before undertaking appropriate remedial action on the affected structural members.

Sebuah bangunan konkrit empat tingkat telah rosak akibat kebakaran yang berpunca daripada litar pintas. Kebakaran yang berlaku tertumpu di dalam sebuah bilik seminar yang besar di tingkat satu bangunan berkenaan yang mana telah menjejaskan rasuk dan lantai konkrit di dalam bilik berkenaan. Kenal pasti dan terangkan ujian-ujian yang boleh dijalankan di dalam kerja penilaian terhadap bangunan terjejas kebakaran berkenaan sebelum langkah pemulihan yang sesuai dilakukan terhadap anggota struktur yang terjejas.

[10 marks/markah]

- (4). (a). A number of piers of a concrete seaport which was constructed twenty years ago are reported to undergo severe corrosion of reinforcement and in need of urgent repair. From an investigation that has been performed on the affected piers, it has been suggested that up to about 60 mm of the concrete cover may have to be removed and replaced due to the presence of high chloride content. Physical measurement on some of the badly corroded reinforcements suggests that some rebars have experienced greater than 25% lost in cross-sectional area. Explain in detail the retrofitting scheme and procedures to be undertaken if the piers are to be rehabilitated using preplaced aggregate pressure grouting technique. Provide relevant sketches to aid your explanation.

...8/-

Beberapa tiang sambut bagi sebuah dermaga konkrit yang dibina dua puluh tahun yang lalu dilaporkan mengalami pengaratian tetulang yang teruk dan memerlukan pembaikan segera. Daripada penyiasatan yang dilakukan ke atas tiang-tiang sambut yang terbabat, disarankan supaya sehingga 60 mm penutup konkrit perlu dibuang dan digantikan disebabkan kehadiran klorida dalam kuantiti yang tinggi. Pengukuran fizikal terhadap beberapa tetulang yang berkarat teruk menunjukkan sebahagian tetulang mengalami kehilangan luas keratan rentas melebihi 25 %. Terangkan secara terperinci kaedah dan prosidur-prosidur pembaikan yang akan diambil sekiranya tiang-tiang sambut berkenaan dibaiki menggunakan teknik turap bertekanan beragregat praletak. Sertakan lakaran-lakaran yang relevan untuk membantu penjelasan anda.

[15 marks/markah]

- (b). A retrofitting work will be carried out to rehabilitate reinforced concrete columns of a multi-storey car park which have exhibited extensive cracking and spalling due to carbonation induced corrosion. The surrounding temperature is stable throughout the year. To ensure that loads are distributed equally throughout the area of the columns, the repair area should carry part of the imposed load. In order to ensure effective load sharing and durable repair work, the selected repair material should possess certain important properties. Identify **FIVE (5)** most important properties with appropriate justifications for each one.

*Kerja pembaikan akan dilakukan terhadap tiang-tiang konkrit bertetulang bagi sebuah tempat letak kereta berbilang tingkat yang telah menunjukkan retakan dan penyerpihan yang ketara disebabkan pengaratan yang berpunca dari pengkarbonatan. Suhu persekitaran adalah stabil di sepanjang tahun. Bagi memastikan semua beban diagihkan sekata di keseluruhan keluasan tiang-tiang terbabat, kawasan yang dibaik pulih perlu menanggung sebahagian daripada beban keaan. Untuk membolehkan perkongsian beban berlaku secara efektif dan memastikan kerja baik pulih yang tahan lasak, bahan pembaikan yang dipilih perlu mempunyai sifat-sifat penting yang tertentu. Kenalpasti **LIMA (5)** sifat paling utama yang perlu dimiliki oleh bahan baik pulih yang dipilih dengan justifikasi justifikasi yang sesuai untuk setiap satu.*

[10 marks/markah]

- (5). (a). The main specialties of lightweight concrete are its low density and thermal conductivity. Its advantages are that there is a reduction of dead load, faster rates in building construction, lower haulage and handling costs. Lightweight concrete maintains its large voids and not forming laitance layers or cement films when placed on the wall. However, protection against carbonation may not be suitable. Justify the above mentioned advantages and disadvantages of lightweight concrete.

Keistimewaan utama konkrit ringan adalah ketumpatan yang rendah dan kekonduksian haba. Kelebihannya ialah pengurangan beban mati, tempoh pembinaan singkat dan kadar pengangkutan serta pengendalian yang rendah. Konkrit ringan mengekalkan rongga yang besar dan tidak membentuk lapisan laitans atau lapisan filem simen bilamana ditempatkan pada dinding. Walau bagaimana pun, perlindungan terhadap pengkarbonatan mungkin tidak sesuai. Justifikasikan kelebihan dan kekurangan konkrit ringan seperti yang dinyatakan di atas.

[15 marks/markah]

...10/-

- (b). The characteristics of ultra high performance fiber reinforced concrete (UHPFRC) must meet several importance criteria. Identify and briefly describe **FIVE (5)** engineering characteristics of ultra high performance fibre reinforced concrete as a construction material.

*Ciri-ciri konkrit bertulang gentian berprestasi ultra-tinggi (UHPFRC) mestilah memenuhi beberapa kriteria penting. Terangkan dengan ringkas **LIMA (5)** ciri kejuruteraan konkrit berprestasi tinggi sebagai bahan binaan.*

[5 marks/markah]

- (c). Proper concrete placing plays an importance role to ensure the concrete is positioned quickly and in a condition that allows it to be compacted and finished correctly with ease. Briefly describe **FIVE (5)** basic requirements in placing the concrete.

*Peletakan konkrit yang betul memainkan peranan utama untuk memastikan konkrit diposisikan dengan cepat dan dalam keadaan membolehkan ia dimampat dan dikemaskan dengan betul dan mudah. Terangkan dengan ringkas **LIMA (5)** syarat asas peletakan konkrit.*

[5 marks/markah]

-oooOooo-