

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

3<sup>rd</sup>. Semester Examination  
2002/2003 Academic Session  
*Peperiksaan Semester Tambahan (KSCP)*  
*Sidang Akademik 2002/2003*

April 2003

**EAS 562/4 - Construction Materials And Repair Techniques**  
*EAS 562/4 – Bahan Binaan Dan Teknik Baikpulih*

Duration: 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

**Instructions to candidates:**

1. Ensure that this paper contains **ENAM (6)** printed pages.  
*1. Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi ENAM (6) muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.*
2. This paper contains **FIVE (5)** questions. Answer **FOUR (4)** questions only. Marks will be given to the **FIRST FOUR (4)** questions put in order on the answer script and **NOT** the **BEST FOUR (4)**.  
*2. Kertas ini mengandungi LIMA (5) soalan. Jawab EMPAT (4) soalan sahaja. Markah hanya akan dikira bagi EMPAT (4) jawapan PERTAMA yang dimasukkan di dalam buku mengikut susunan dan bukannya EMPAT (4) jawapan terbaik.*
3. Each question carry equal marks.  
*3. Tiap-tiap soalan mempunyai markah yang sama.*
4. All questions **CAN BE** answered in English or Bahasa Malaysia or combination of both languages.  
*4. Semua soalan boleh dijawab dalam Bahasa Inggeris atau Bahasa Malaysia ataupun kombinasi kedua-dua bahasa.*
5. Write the answered question numbers on the cover sheet of the answer script.  
*5. Tuliskan nombor soalan yang dijawab di luar kulit buku jawapan anda.*

1. What do you understand by the term “Durability of Concrete”? Discuss in detail the fundamental properties of concrete that affect durability paying particular attention to such aspects as:

mix proportions  
construction practices  
environmental conditions

(Note: Your answer should relate to general aspects of durability and not to any particular mechanism).

(25 marks)

1. *Apakah yang anda faham tentang terminologi “Ketahananlasakan Konkrit”? Bincangkan secara terperinci sifat-sifat asas konkrit yang boleh mempengaruhi ketahananlasakan dengan memberi penekanan kepada aspek-aspek berikut:*

*Nisbah bahan campuran (mix proportions)  
Praktik-praktik pembinaan (construction practices)  
Keadaan pendedahan/persekitaran (environmental conditions)*

*(Nota: Jawapan anda perlu menyentuh aspek ketahananlasakan secara am, bukannya kepada satu-satu mekanisma tertentu).*

(25 markah)

2. (a) Discuss in detail the mechanism, which explain how ASR occurs.

(15 marks)

- (a) *Bincangkan secara terperinci mekanisma yang menerangkan bagaimana ASR berlaku.*

(15 marks)

- (b) List and discuss the measures, which should be taken to avoid or reduce the risk of ASR in concrete.

(10 marks)

- (b) *Senaraikan dan bincangkan langkah-langkah yang sepatutnya diambil untuk mengelakkan atau mengurangkan risiko ASR dalam konkrit.*

(10 marks)

3. A multi storey reinforced concrete car park located in the center of Kuala Lumpur has been reported to suffer from reinforcement corrosion problem. Due to the corrosion, the concrete cover of the affected structural members have cracked. The cracks seem to be quite long and run parallel with the position of the reinforcement.

*Sebuah tempat letak kereta bertingkat daripada konkrit bertetulang yang terletak di Bandaraya Kuala Lumpur telah dilaporkan mengalami masalah pengaratn tetulang. Masalah pengaratn yang berlaku telah menyebabkan penutup konkrit pada anggota struktur yang terlibat mengalami retakan. Retak yang terbentuk adalah agak panjang dan kelihatan selari dengan kedudukan tetulang.*

- (a) Giving reasons, state the probable cause of the corrosion problem. Briefly explain the mechanism as to how the problem occurs and causes reinforcement corrosion.

( 8 marks)

*(a) Dengan memberikan justifikasi/sebab, nyatakan kemungkinan punca kepada masalah pengaratn yang berlaku. Jelaskan secara ringkas mekanisma perkara ini berlaku dan menyebabkan pengaratn tetulang pada konkrit.*

- (b) In order to ensure your early diagnosis as in (a) is true and to assess the extent of the problem, you have to perform some suitable tests on the affected structural members. Suggest five (5) non and/or semi-destructive test, and /or chemical test that you think appropriate. For each test suggested, give your reason as to why it needs to be performed.

( 7 marks)

*(b) Bagi memastikan diagnosis awal anda seperti di (a) adalah benar dan untuk menganggar tahap masalah, anda perlu menjalankan beberapa ujian yang sesuai ke atas anggota struktur yang terlibat. Cadangkan **LIMA** (5) ujian tanpa musnah dan/atau separa musnah, dan/atau ujian kimia yang anda fikirkan perlu dijalankan. Untuk setiap ujian yang dicadangkan, berikan justifikasi/sebab kenapa ia perlu dijalankan.*

- (c) As an engineer, you have been asked to prepare a specification for the repair material to be used to repair the affected structural members. Explain **FIVE** (5) important properties that you think the repair material should have to ensure satisfactory and lasting performance of the repair work.

(10 marks)

*(c) Sebagai seorang jurutera anda telah dipertanggungjawabkan untuk menyediakan spesifikasi bagi bahan baikpulih yang akan digunakan untuk membaiki anggota struktur yang terbabit. Jelaskan **LIMA** (5) sifat utama yang anda fikirkan perlu ada pada bahan baikpulih yang akan digunakan untuk memastikan kerja baikpulih yang berkesan dan tahan lasak.*

4. (a) Table 1 presents the experimental data, which was obtained in an attempt to assess the waterproofing efficiency of three types of surface treatments that have been exposed to NaCl solution.

**Table 1: Mass of concrete specimens that have been immersed in NaCl (gram)**

Age (months)	Surface treated			Controlled/ Untreated
	Silane	Epoxy	Sodium silicate	
0	*2420	*2445	*2432	*2413
1	2445	2460	2460	2475
3	2465	2462	2465	2486
6	2480	2465	2470	2496
12	2498	2466	2472	2500

\* Note: Dry mass before immersion

Determine the water absorption for all specimens and then determine the waterproofing efficiency index for the treated specimens. Use a suitable table/s for your answer. Compare and discuss the waterproofing performance of all surface treatments for the duration of the test period. If necessary, you could use an appropriate graph for the comparison.

(10 marks)

4. (a) *Jadual 1 menunjukkan data-data ujian yang telah dijalankan untuk menguji keberkesanan sifat kededapan air (waterproofing efficiency) tiga jenis salutan permukaan yang direndam di dalam larutan NaCl.*

*Tentukan penyerapan air (water absorption) untuk semua spesimen dan seterusnya dapatkan indeks keberkesanan kededapan air (waterproofing efficiency index) bagi spesimen yang dirawat. Gunakan jadual yang bersesuaian untuk jawapan anda. Bincangkan dan bandingkan prestasi kededapan air ketiga-tiga jenis salutan/rawatan permukaan untuk tempoh ujian yang telah dijalankan. Sekiranya perlu, anda boleh melukiskan graf yang bersesuaian untuk perbandingan.*

- (b) In many cases, reinforcement corrosion is due to carbonation or chloride attack or combination of the two. By suggesting suitable tests, explain how the cause of reinforcement corrosion could be identified.

( 5 marks)

- (b) *Di dalam banyak kes, pengurangan tetulang adalah berpunca daripada pengkarbonatan dan serangan klorida atau kombinasi kedua-duanya. Dengan menyarankan ujian-ujian tertentu jelaskan bagaimana punca pengurangan tetulang boleh dikenalpasti.*

(c) “Jacketing” is one of the techniques normally used to repair and strengthen concrete structural elements particularly beams and columns. Explain the procedures that should be followed to repair and at the same time to strengthen RC columns, which have undergoing corrosion using the jacketing technique.

(10 marks)

(c) ‘Jacketing’ adalah salah satu kaedah untuk membaikpulih dan menambahkuat (repair and strengthening) anggota struktur terutamanya tiang dan rasuk. Jelaskan langkah-langkah yang perlu diambil untuk membaikpulih dan menambahkuat tiang-tiang bangunan konkrit yang telah mengalami pengurangan tetulang menggunakan kaedah ‘jacketing’.

5. (a) Creep and shrinkage tests have been performed on cylindrical concrete specimens (diameter,  $\varnothing = 75$  mm, length,  $L = 150$  mm) which have been cured in water for 7 days. For the creep test, the specimens were loaded up to 20 % of the concrete compressive strength. If the compressive strength of the concrete is 60 MPa (compressive strength determined on cylindrical concrete specimens at the age of 7 days), and based on the recorded data in Table 2, determine:

- (i) The secant modulus.
- (ii) Shrinkage strain after 28 days.
- (iii) Specific creep after 28 days.

( 6 marks)

**Table 2: Average demec gauge readings (x 10  $\mu$ strain)**

Time of recording	Loaded specimens	Load free specimens
Before loading	1120	836
Immediately after loading	783	836
1 day after loading	769	832
3 days after loading	758	824
7 days after loading	744	817
14 days after loading	734	812
28 days after loading	722	805

5. (a) Ujian rayapan dan pengecutan telah dijalankan ke atas spesimen-spesimen konkrit berbentuk selinder (diameter,  $\varnothing = 75$  mm, panjang,  $L = 150$  mm) yang telah diawet di dalam air selama 7 hari. Untuk ujian rayapan, spesimen-spesimen telah dibebankan sehingga 20% daripada kekuatan mampatan konkrit. Sekiranya kekuatan mampatan konkrit adalah 60 MPa (kekuatan mampatan spesimen konkrit selinder pada umur 7 hari), dan berdasarkan data-data yang dicerap di Jadual 2, tentukan:

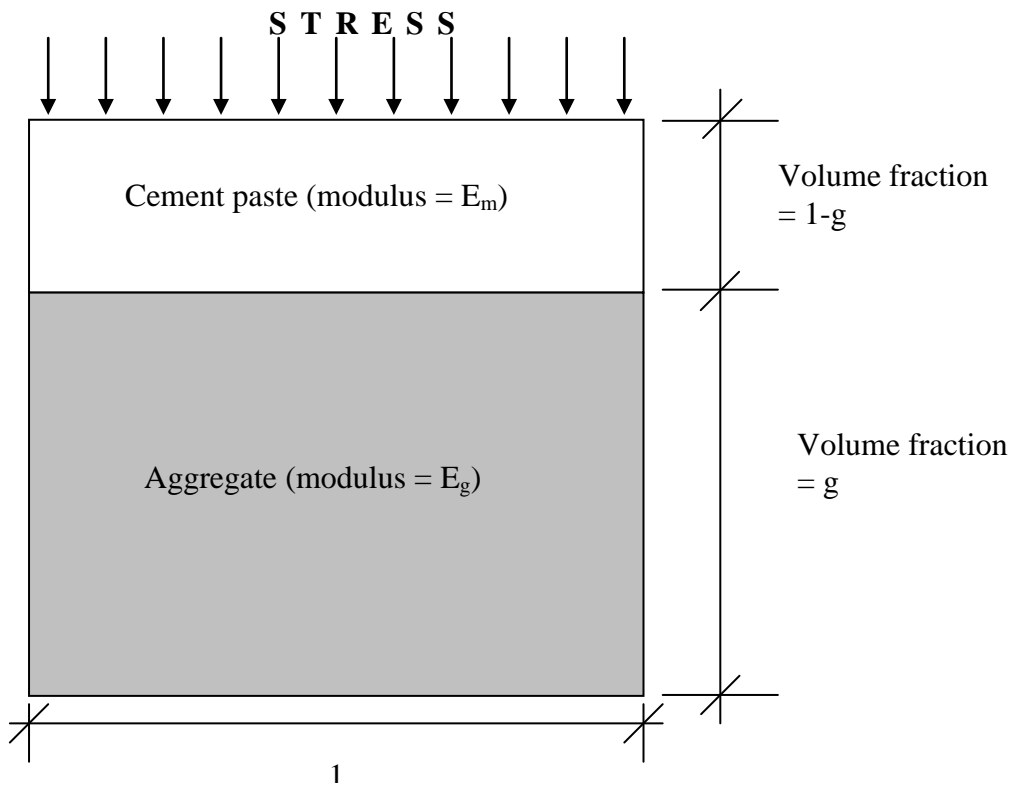
- (i) Modulus sekan.
- (ii) Nilai pengecutan selepas 28 hari.
- (iii) Rayapan tentu selepas 28 hari.

(b) Describe the effects of creep on concrete structures. ( 4 marks)

(b) *Jelaskan kesan-kesan rayapan ke atas struktur-struktur konkrit.*

(c) By assuming that concrete can be represented by the two-phase composite model as shown in Figure 1, derive the relationship between the elastic modulus of concrete and the elastic modulus of aggregate and hardened cement paste. ( 5 marks)

(c) *Dengan menanggapi bahawa konkrit boleh diwakili oleh model komposit dua fasa seperti di Rajah 1, dapatkan hubungan di antara modulus kekenyalan konkrit dengan modulus kekenyalan agregat serta modulus kekenyalan adunan simen terkeras.*



**Figure 1**

(d) Explain **FIVE** (5) factors that could affect shrinkage of concrete. (10 marks)

(d) *Jelaskan **LIMA** (5) faktor yang boleh mempengaruhi pengecutan konkrit.*