
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2007/2008 Academic Session

October / November 2007

EAL 334/4 – Highway Engineering
[Kejuruteraan Lebuhraya]

Duration: 3 hours
[Masa : 3 jam]

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

[Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi DUA BELAS muka surat bercetak termasuk lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

Instructions: Answer **FIVE (5)** questions only. All questions carry the same marks.

***Arahan:** Jawab **LIMA (5)** soalan sahaja. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.]*

You may answer the question either in Bahasa Malaysia or English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeri.]

All questions **MUST BE** answered on a new sheet.

*[Semua jawapan **MESTILAH** dijawab pada muka surat baru.]*

Write the answered question numbers on the cover sheet of the answer script.

[Tuliskan nombor soalan yang dijawab di luar kulit buku jawapan anda.]

1. (a) Secara ringkas, terangkan sistem klasifikasi jalanraya di Malaysia. (4 markah)

In brief, discuss the road classification system in Malaysia.

- (b) Nyatakan dan bincangkan **TIGA (3)** prinsip utama dan **TIGA (3)** prinsip sekunder dalam proses penetapan laluan. (6 markah)

*State and discuss **THREE (3)** primary principles and **THREE (3)** secondary principles in the process of route location.*

- (c) Bincangkan **TIGA (3)** kesan negatif yang dihadapi sekiranya penyediaan sistem penyaliran permukaan tidak disediakan. (6 markah)

*Discuss **THREE (3)** negative effects to a pavement as a result of not providing surface drainage system.*

- (d) Berbantuan lakaran, terangkan sumber air bawah permukaan yang akan menjejaskan kestabilan turapan. (4 markah)

With the aid of sketches, explain the sources of sub-surface water that will adversely affect the stability of a pavement.

2. (a) Penyaliran bawah permukaan penting untuk kestabilan turapan. Berbantuan lakaran, terangkan bagaimana turas salir digunakan untuk:
[i] menurunkan aras air bumi, dan
[ii] mengawal resipan (8 markah)

Sub-surface drainage is important for pavement stability. With the aid of sketches, explain how filter drains are used:

- [i] to lower the water table
[ii] to control seepage

- (b) Agregat dihasilkan dan diproses di kuari. Berbantuan lakaran, terangkan proses penghasilan agregat, bermula dari pengeluaran dari tempat asal sehingga dikumpulkan di dalam timbunan stok pelbagai saiz. (6 markah)

Aggregates are produced and processed in quarries. With the aid of sketches, explain the process of aggregate production, beginning with extraction from its source to stockpiling the aggregates produced into various sizes.

2. (c) Penghasilan campuran asfalt yang bermutu bermula dari pengurusan timbunan stok agregat yang baik. Selaku pengendali kuari, apakah langkah yang akan anda ambil untuk menjamin agregat dalam timbunan stok berkeadaan bersih serta tidak tercemar dan punyai penggredan yang seragam?

(6 markah)

Quality asphalt production begins with proper management of aggregate stockpiles. As a quarry operator, what steps will you take to ensure aggregates in the stockpile are clean, uncontaminated and of uniform gradation?

3. (a) Jenis bahan pengikat yang paling lumrah digunakan dalam pembinaan turapan ialah bitumen.

The most commonly used binder in pavement construction is bitumen.

- [i] Terangkan **EMPAT (4)** ciri bitumen yang menjadikannya sesuai sebagai bahan pengikat untuk jalan raya.

(4 markah)

*Explain **FOUR (4)** characteristics of bitumen that make it ideal to be used as binder for roads.*

- [ii] Bitumen emulsi ialah sejenis bahan pengikat yang dihasilkan dari bitumen. Berbantuan lakaran, terangkan konsep penghasilan bitumen emulsi yang stabil. Terangkan cara yang boleh anda digunakan untuk membezakan bitumen emulsi jenis anionik dan bitumen emulsi jenis kationik. Apakah kebaikan penggunaan bitumen emulsi berbanding bitumen lazim?

(6 markah)

Emulsion is a type of binder produced from bitumen. With the aid of sketches, explain the concept used to produce stable bitumen emulsions. Explain the method that you can use to differentiate between anionic and cationic emulsions. What are the advantages of using emulsions compared to conventional bitumen?

3. (b) Apakah yang anda fahami dengan istilah 'Indeks Penusukan'?
Kehubungan lurus di antara logaritma penusukan dengan suhu bagi bitumen suatu ditunjukkan dalam Rajah 1. Nilai penusukan bitumen ini pada suhu piawai ialah 65 dmm. Berdasarkan Rajah1:

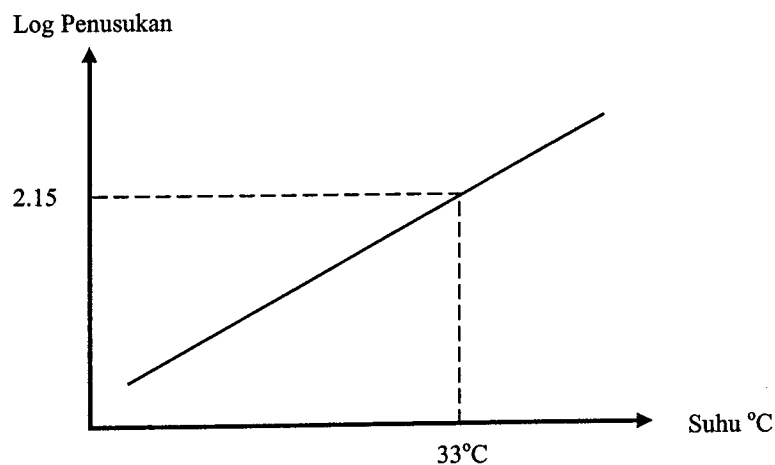
- [i] Tentukan cerun garisan lurus
[ii] Kira Indeks Penusukan bitumen
[iii] Kira suhu titik lembut bitumen.

(6 markah)

What do you understand by the terminology 'Penetration Index'?

The linear relationship between the logarithmic of penetration and temperature of a bitumen is shown in Figure 1. When tested at the standard temperature, the penetration value of this bitumen is 65. Based on Figure 1:

- [i] Determine the slope of the straight line
[ii] Calculate the Penetration Index of the bitumen
[iii] Calculate the softening point of the bitumen



Rajah 1

- (c) Terangkan tingkahlaku bitumen selaku bahan reologi apabila ditindaki suhu dan tempoh pembebanan yang berbeza.

(4 markah)

Explain the rheological behaviour of bitumen when acted upon by varying temperatures and times of loading.

4. (a) [i] Berbantukan lakaran, tunjukkan perbezaan penggredan agregat untuk campuran konkrit asfalt dan asfalt berliang.
- [ii] Dalam campuran asfalt berliang, lebih daripada 85% pecahan agregat diliputi agregat kasar lalu menghasilkan campuran berkeliangan dan berketelapan tinggi. Nyatakan **EMPAT (4)** kebaikan dan **DUA (2)** keburukan penggunaan campuran jenis ini.

(8 markah)

[i] *With the aid of sketches, illustrate the difference between the aggregate gradations asphaltic concrete and porous asphalt.*

[ii] *In porous mixes, the aggregate gradation constitute more than 85% coarse aggregate giving rise to a porous mixture and highly permeable. State **FOUR (4)** advantages and **TWO (2)** disadvantages of using this mixture type.*

- (b) Komposisi agregat dan bahan pengisi untuk campuran konkrit asfalt jenis ACW14 ditunjukkan dalam Jadual 1. Untuk mereka bentuk campuran ini, sampel Marshall disediakan pada pebagai kandungan bitumen dan diuji untuk kestabilan dan ciri isipadunya. Jadual 2 menunjukkan keputusan ujian yang dilakukan ke atas spesimen dari adunan ini. Jadual 3 menunjukkan had spesifikasi Jabatan Kerja Raya Malaysia. Andaikan ketinggian semua spesimen ialah 63.5 mm.

Plot lengkung berikut di atas kertas graf untuk menentukan nilai kandungan bitumen optimum menggunakan kaedah Marshall:

- Ketumpatan lawan kandungan bitumen
- Kandungan lompong lawan kandungan bitumen
- Kestabilan lawan kandungan bitumen
- Aliran lawan kandungan bitumen

Tentukan nilai aliran dan lompong berisikan bitumen pada kandungan bitumen optimum. Bandingkan semua keputusan yang diperolehi dengan spesifikasi JKR dan berikan komen anda.

(12 markah)

- (b) *The compositions of aggregates and filler material in an ACW14 asphaltic concrete mixture is shown in Table 1. To design the mixture, Marshall samples were prepared at various bitumen content and tested for stability and volumetric properties. Table 2 shows the laboratory test results on a compacted specimen made from this blend. The Jabatan Kerja Raya Malaysia specification limits are given in Table 3. Assume all specimens are of 63.5 mm heights.*

Plot the following relationships on graph papers to determine the optimum bitumen content using the Marshall method:

- *Density versus bitumen content*
- *Stability versus bitumen content*
- *Air voids versus bitumen content*
- *Flow versus bitumen content*

Determine the value of flow and voids filled with bitumen at the optimum binder content. Compare all results obtained with the JKR specifications and state your comments.

Jadual 1 [Table 1]

Bahagian Campuran [Mixture Component]	Komposisi (%) [Composition (%)]	Graviti Tentu [Specific Gravity]
Agregat kasar [Coarse Aggregate]	45	2.65
Agregat halus [Fine Aggregate]	50	2.68
Pengisi [Filler]	5	2.82
Bitumen [Bitumen]	Pelbagai (Variety)	1.02

Jadual 2 (Table 2)

Kandungan Bitumen (%) [Bitumen Content (%)]	Berat di udara (g) [Weight in Air (g)]	Berat dalam air (g) [Weight in Water (g)]	Kestabilan kN [Stability (kN)]	Aliran (mm) [Flow (mm)]
5.0	1254.2	669.9	5.2	2.1
5.5	1205.7	678.1	6.7	3.3
6.0	1198.6	686.3	9.8	4.0
6.5	1235.8	705.0	7.1	4.5
7.0	1195.6	679.1	5.6	5.4

Jadual 3 (Table 3)

Ciri (Characteristics)	Spesifikasi (Specification)
Kestabilan, kN [Stability, kN]	≥ 5
Aliran, mm [Flow, mm]	$\leq 2 - 4$
Lompang udara, % [Air voids, %]	3 - 5
Liang berisikan bitumen, % [Voids filled with bitumen, %]	75 - 82

5. (a) Terangkan secara ringkas kebaikan dan keburukan turapan tegar.

(6 markah)

Explain briefly the advantages and disadvantages of rigid pavement.

- (b) Lakarkan struktur turapan boleh lentur dan terangkan secara ringkas peranan setiap lapisan.

(6 markah)

Sketch the structure of a flexible pavement and explain briefly the function of each layer.

5. (c) Jangkaan purata lalu lintas harian sebatang lebuh raya berhierarki 05 yang akan dibina merentasi kawasan beralun adalah 12,100 kenderaan pada kedua-dua arah. Sekiranya kadar pertumbuhan tahunan lalu lintas ialah 6.6%, peratus kenderaan perdagangan ialah 17% dan nilai Nisbah Galas California tanah subgred ialah 6%, reka bentuk sebuah turapan boleh lentur untuk jangka hayat lazim menurut tatacara JKR. Rujuk dan gunakan jadual dan carta yang diberikan dalam Lampiran. Nyatakan dengan jelas semua andaian yang dibuat.

(8 markah)

The estimated average daily traffic for a R05 hierarchy highway which will be built across a rolling terrain is 12,100 vehicles for bothways. If the annual traffic growth rate is 6.6%, percentage of commercial vehicle is 17% and the value of California Bearing Ratio of the subgrade soil is 6%, design the flexible pavement for a typical design life period based on the JKR methodology. Refer and use the tables and charts given in the Appendix. State clearly all assumptions made.

6. (a) Di kuari, campuran asphalt dihasilkan sama ada oleh loji kelompok atau loji gelendong. Pilih satu jenis loji campuran dan terangkan dengan terperinci kaedah yang digunakan untuk menghasilkan campuran asphalt. Gunakan lakaran untuk menjelaskan lagi jawapan anda.

(6 markah)

In a quarry, asphalts are produced either by batch or drum mixing plants. Choose one mixing plant and explain in detail the method of asphalt production used. Use sketches to further clarify your answers.

6. (b) Semua operasi penurapan di tapak mestilah dilakukan dengan sempurna. Tulis nota ringkas untuk menerangkan kesan negatif ke atas turapan yang dihasilkan jika sekiranya perkara berikut dilakukan semasa operasi penurapan di tapak:
- [i] Salut jelujur disemur secara berlebihan
 - [ii] Kelajuan jentera penurap berubah-ubah semasa proses penurapan
 - [iii] Jentera penurap berhenti ketika proses pemindahan campuran asfalt dari lori
 - [iv] Kegiatan 'hand casting' yang berlebihan
 - [v] Campuran asfalt dipadat pada suhu yang terlalu tinggi
 - [vi] Penurapan dilakukan semasa hari hujan
 - [vii] Turapan dibuka kepada pergerakan lalu lintas ketika campuran baru selesai dipadat dan suhunya masih tinggi

(7 markah)

All paving operations at the site must be executed correctly. Write brief notes to explain the negative effects on the resultant pavement if the underneath took place during the paving operations:

- [i] Excessive tack coat*
- [ii] The paver speed keeps changing during the paving operation*
- [iii] The paver stops while asphalt mixture is being transferred from the trucks to its hopper*
- [iv] Excessive hand casting*
- [v] Asphalt mixture being compacted at too high temperature*
- [vi] Paving in the rain*
- [vii] The road is opened to traffic just after compaction has ceased and while the compacted mixture is still hot*

6. (c) Prestasi turapan merujuk keupayaan turapan menampung lalu lintas di sepanjang hayat reka bentuknya. Di antara petunjuk prestasi yang utama ialah kerosakan permukaan. Di dalam turapan konkrit, jenis kerosakan permukaan yang utama ialah *corner break*, *pumping* dan *spalling*. Pilih **SATU (1)** dan berbantukan lakaran, terangkan secara terperinci
- [i] fenomena pembentukan atau penerangan tentang kerosakan permukaan
 - [ii] masalah yang dicetuskan ke atas turapan konkrit
 - [iii] punca masalah permukaan
 - [iv] kaedah pembaikan

(7 markah)

Pavement performance is measured in terms of its ability to serve traffic over its design life. Among the main pavement performance indicator is surface distress. In concrete pavement, the common surface distress includes corner break, pumping and spalling. Choose ONE (1) and with the aid of sketches, explain in detail the followings:

- [i] Description of surface distress*
- [ii] Problems caused onto the concrete pavement*
- [iii] Source of the surface distress*
- [iv] Repair technique*

Garis Panduan Pemilihan Setaraan. [Guide for Equivalence Factor].

(Sumber: Jabatan Kerja Raya Malaysia, Arah Teknik (Jalan) 5/85.

Manual on Pavement Design. Dengan Izin Jabatan Kerja Raya Malaysia).

Peratusan Kenderaan Berat (Percentage of selected goods vehicles)	0 – 15%		16 – 50%	51 – 100%
Jenis Jalan Raya (Type of road)	Tempatan (Local)	Utama (Trunk)	3.0	3.7
Faktor Setaraan (Equivalence factor)	1.2	2.0		

Muatan Jaman Maksimum dalam Keadaan Unggul [Ideal Hourly Capacity]

(Sumber: Jabatan Kerja Raya Malaysia, Arah Teknik (Jalan) 5/85.

Manual on Pavement Design. Dengan Izin Jabatan Kerja Raya Malaysia).

Jenis Jalan Raya (Road Type)	Unit Kereta Penumpang Sejam (Passenger Vehicle Units per hour)
Berbilang lorong (Multilane)	2000 tiap-tiap lorong (2000 per lane)
2 lorong [dua hala] 2 lanes [bothways]	2000 untuk kedua-dua arah (2000 total for bothways)
3 lorong [dua hala] 3 lanes [bothways]	4000 untuk kedua-dua arah (2000 total for bothways)

Faktor Pengurangan Jalan Raya [Carriageway Roadway Reduction Factor]

(Sumber: Jabatan Kerja Raya Malaysia, Arah Teknik (Jalan) 5/85. Manual on
Pavement Design. Dengan Izin Jabatan Kerja Raya Malaysia).

Lebar Lebuhraya (m) [Carriageway Width]	Lebar Bahu Jalan (m) [Shoulder Width]			
	2.00	1.50	1.25	1.00
7.5	1.00	0.97	0.94	0.90
7.0	0.88	0.86	0.83	0.79
6.0	0.81	0.78	0.76	0.73
5.0	0.72	0.70	0.67	0.64

Faktor Pengurangan Lalu Lintas [Traffic Reduction Factor]

(Sumber: Jabatan Kerja Raya Malaysia, Arah Teknik (Jalan) 5/85. Manual on
Pavement Design. Dengan Izin Jabatan Kerja Raya Malaysia)

Jenis Rupa Bumi [Type of Terrain]	Rumus Faktor Pengurang [Factor]
Datar [Flat]	$T = 100/(100 + P_c)$
Beralun [Rolling]	$T = 100/(100 + 2P_c)$
Berbukit [Mountainous]	$T = 100/(100 + 5P_c)$

LAMPIRAN

Pekali Struktur Lapisan [Structure Layer Coefficients]
(Sumber: Jabatan Kerja Raya Malaysia, *Arahan Teknik (Jalan) 5/85*. Manual of Pavement Design. Dengan Izin Jabatan Kerja Raya Malaysia)

Komponen [Component]	Jenis Lapisan [Type of Layer]	Ciri [Property]	Pekali [Coefficient]
Lapisan penghausan dan pengikat [Wearing and Binder Course]	Konkrit terasfalt [Asphalt Concrete]		1.00
Tapak Jalan [Roadbased Course]	Macadam berbitumen tumpat [Dense Bituminous Macadam]	Jenis 1: [Type 1] Kestabilan > 400 kg [Stability]	0.80
		Jenis 2: [Type 2] Kestabilan > 300 kg [Stability]	0.55
	Distabilkan oleh simen [Cement Stabilized]	Kekuatan mampatan tak berkurang (7 hari) 30-40 kg/cm ² [Unconfined compressive strength 7 days] 30-40 kg/cm ²	0.45
	Agregat terhancur yang distabilkan secara mekanik [Mechanically stabilized crushed aggregate]	NGC ≥ 80%	0.32
Subtapak [Subbase]	Pasir, laterit dan lain-lain [Sand, laterite etc.]	NGC ≥ 20%	0.23
	Agregat terhancur [Crushed aggregate]	NGC ≥ 30%	0.25
	Distabilkan oleh simen [Cement stabilized]	NGC ≥ 60%	0.28

Ketebalan Lapisan Piawai dan Pembinaan [*Minimum Layer Thickness*]
 (Sumber: Jabatan Kerja Raya Malaysia, *Arahan Teknik (Jalan) 5/85*. Manual on
 Pavement Design. Dengan Izin Jabatan Kerja Raya Malaysia

Jenis Lapisan [<i>Type of layer</i>]		Ketebalan Minimum (m) [<i>Minimum thickness</i>]
Lapisan penghausan [<i>Wearing course</i>]		4
Lapisan pengikat [<i>Binder course</i>]		5
Tapak [<i>Base course</i>]	Berbitumen [<i>Bituminous</i>]	5
	Campuran basah [<i>Wet mix</i>]	10
	Dirawat simen [<i>Cement treated</i>]	10
Subtapak [<i>Subbase course</i>]	Berbutir [<i>Granular</i>]	10
	Dirawat simen [<i>Cement treated</i>]	15

Ketebalan Minimum Lapisan Berbitumen [*Minimum thickness of bituminous layer*]
 (Sumber: Jabatan Kerja Raya Malaysia. *Arahan Teknik (Jalan) 5/85*. Manual on
 Pavement Design. Dengan Izin Jabatan Kerja Raya Malaysia.

T _A '	Tebal Keseluruhan Minimum Lapisan berbitumen (cm) [<i>Total thickness of bituminous layer</i>]
< 17.5	5.0
17.5 – 22.5	10.0
23.0 – 29.5	15.0
> 30.0	17.5

Kandungan Bitumen Rekabentuk [*Design bitumen content*]

ACW 20 – Wearing Course	4.5 – 6.5%
ACB 14 – Binder Course	4.5 – 6.5%
ACB 28 – Binder Course	4.0 – 6.0%

LAMPIRAN

Helaian ini hendaklah digunakan semasa menjawab soalan no. 5(c) dan diserahkan bersama dengan buku jawapan anda.

