

**JAL 431/3 - Kejuruteraan Lebuh Raya**

Masa : 3 jam

---

**Arahan Kepada Calon:**

1. Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** muka surat bercetak termasuk lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.
2. Kertas ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan sahaja. Markah hanya akan dikira bagi **LIMA (5)** jawapan **PERTAMA** yang dimasukkan di dalam buku mengikut susunan dan bukannya **LIMA (5)** jawapan terbaik.
3. Semua soalan mempunyai markah yang sama.
4. Semua jawapan **MESTILAH** dimulakan pada muka surat yang baru.
5. Semua soalan **MESTILAH** dijawab dalam Bahasa Malaysia.
6. Tuliskan nombor soalan yang dijawab di luar kulit buku jawapan anda.

1. (a) Sebutkan kebaikan prinsip pembinaan lebuah raya yang diutarakan oleh orang Romawi daripada perspektif:
    - (i) ketenteraan
    - (ii) kejuruteraan( 4 markah)
  - (b) Terangkan fenomena yang boleh menyebabkan berlakunya masalah *edge flapping* sebagai akibat pembinaan lebuah raya di atas tanah mengembang. Apakah jalan penyelesaiannya?  
( 6 markah)
  - (c) Nyatakan risiko yang bakal dihadapi oleh lebuah raya sebagai akibat mengabaikan penyediaan sistem penyaliran bawah permukaan.  
( 5 markah)
  - (d) Satu kaedah yang lazim digunakan untuk menurunkan aras air bumi ialah dengan menggunakan turas salir. Terangkan konsep reka bentuk dan peletakan turas salir di bawah lebuah raya.  
( 5 markah)
2. (a) Senaraikan **TIGA (3)** keperluan agregat untuk peminan lebuah raya.  
( 3 markah)
  - (b) Kenapakah ujian ke atas sampel agregat yang dihasilkan oleh sesebuah kuari perlu dijalankan?  
( 4 markah)
  - (c) Apakah keburukan penggunaan agregat yang berkeping lagi panjang dalam sesuatu campuran berbitumen?  
( 4 markah)
  - (d) Kebanyakan ujian ke atas agregat yang dijalankan di makmal berbentuk simulatif. Apakah tujuan ujian agregat berikut dijalankan di makmal dan terangkan bagaimanakah setiap ujian berikut mensimulasi keadaan di tapak:
    - (i) Ujian penghancuran agregat
    - (ii) Ujian ketahanan agregat
    - (iii) Ujian lelasan Los Angeles
    - (iv) Ujian rintangan penggilapan agregat( 9 markah)
3. (a) Sebutkan kebaikan penggunaan bitumen emulsi berbanding:
    - (i) Bitumen cecair
    - (ii) Bitumen biasa( 5 markah)

- (b) Apakah maksud penggredan bahan pengikat berikut:
- (i) Bitumen tertiup gred "90/30"
  - (ii) Bitumen penusukan "60/70"
  - (iii) Bitumen emulsi "K2-65"
- ( 5 markah)

- (c) Huraikan satu kaedah ujian makmal yang boleh anda jalankan untuk membezakan bitumen emulsi jenis anionik dan kationik.
- ( 5 markah)

- (d) Apakah perbezaan yang nyata di antara tar dan bitumen?
- ( 5 markah)

4. (a) Ujian makmal yang lazim dilakukan ke atas bitumen ialah ujian penusukan dan ujian cincin dan bebola. Apakah tujuan kedua-dua ujian ini dijalankan?
- ( 5 markah)

- (b) Sebutkan **TIGA (3)** ciri bitumen yang menjadikannya sesuai digunakan sebagai bahan lebuhraya.
- ( 5 markah)

- (c) Apakah yang anda fahami dengan istilah Indeks Penusukan?
- ( 2 markah)

- (d) Apakah asas yang digunakan untuk mengira nilai Indeks Penusukan?
- ( 4 markah)

- (e) Gred bitumen yang terdapat dalam spesifikasi Jabatan Kerja Raya Malaysia ialah 80/100. Nilai penusukan dan suhu titik lembut bitumen ini masing-masing ialah 90 dan 48°C. Seterusnya kira nilai Indeks Penusukannya.
- ( 4 markah)

5. (a) Reka bentuk campuran berbitumen dilakukan untuk mendapatkan adunan agregat dan kandungan bitumen yang memenuhi ciri campuran yang dikehendaki. Terangkan secara ringkas **EMPAT (4)** ciri campuran yang dikehendaki.
- ( 5 markah)

- (b) Komposisi agregat, termasuk bahan pengisi, dalam suatu bancuhan berbitumen ditunjukkan dalam Jadual 1. Jadual 2 menunjukkan keputusan ujian makmal ke atas campuran ini. Had spesifikasi Jabatan Kerja Raya Malaysia diberikan di dalam Jadual 3.

Jadual 1

Bahan	Peratus (%)	Graviti Tentu
Kasar	42	2.61
Halus	53	2.63
Pengisi	5	2.68
Bitumen	Pelbagai	1.01

Jadual 2

No. Spesimen	Kandungan Bitumen (%)	Berat di Udara (g)	Berat dalam Air (g)	Kestabilan (kN)*	Aliran (mm)
1	4.5	1138.7	599.4	5.2	1.7
2	5.0	1223.8	669.8	6.8	2.2
3	5.5	1189.7	674.7	9.7	2.9
4	6.0	1202.7	680.2	8.0	3.4
5	6.5	1219.4	688.0	6.7	4.8

\*Andaikan ketinggian semua spesimen 63.5 mm

Jadual 3

Ciri	Spesifikasi
Kestabilan, kN	$\geq 5$
Aliran, mm	$\leq 2 - 4$
Lompang udara, %	3 - 5
Lompang berisikan bitumen, %	75 - 82

Daripada data keputusan ujian yang ditunjukkan dalam Jadual 1 dan 2, kira graviti tentu campuran agregat dan plot hubungan berikut:

- Ketumpatan lawan kandungan bitumen.
- Kandungan lompang lawan kandungan bitumen.
- Kestabilan lawan kandungan bitumen.
- Aliran lawan kandungan bitumen.
- Lompang berisikan bitumen lawan kandungan bitumen.

Daripada graf yang diplot, tentukan kandungan bitumen optimum. Bandingkan nilai yang diperolehi pada kandungan bitumen optimum dengan spesifikasi JKR dan berikan komen anda.

(15 markah)

6. (a) Kenapakah kereta penumpang diabaikan dalam reka bentuk turapan walaupun bilangannya banyak?

( 2 markah)

(b) Sebatang jalan raya baru akan dibina untuk menghubungkan dua bandar merentasi kawasan datar. Berdasarkan sejarah isipadu lalu lintas pada lebuh raya berdekatan, isipadu lalu lintas harian permulaan ialah 5800, jangkaan pertumbuhan lalu lintas ialah 4.4% dan kenderaan perdagangan meliputi 12% daripada isipadu lalu lintas. Nilai Nisbah Galas California ialah 5.2%.

Berasaskan maklumat yang diberikan di atas, reka bentuk sebuah turapan menurut tatacara JKR. Gunakan jadual dan carta yang diberikan dalam Lampiran. Nyatakan dengan jelas semua andaian yang dibuat.

(10 markah)

6. (c) Senaraikan **TIGA (3)** kebaikan turapan konkrit berbanding turapan boleh lentur dan bezakan kaedah pengagihan beban turapan konkrit berbanding turapan boleh lentur.

( 3 markah)

(d) Terangkan secara ringkas masalah permukaan berikut yang lumrah berlaku pada turapan boleh lentur:

- i. Ubah bentuk kekal
- ii. Penjujukan
- iii. Retakan

( 5 markah)

- 000 O 000 -

## LAMPIRAN

Garis Panduan Pemilihan Faktor Setaraan. (Sumber: Jabatan Kerja Raya Malaysia. *Arah Teknik (Jalan) 5/85. Manual on Pavement Design. Dengan Izin Jabatan Kerja Raya Malaysia*)

Peratusan Kenderaan Berat	0 – 15%		16 – 50%	51 – 100%
	Tempatan	Utama		
Jenis Jalan Raya				
Faktor Setaraan	1.2	2.0	3.0	3.7

Muatan Jaman Maksimum dalam Keadaan Unggul (Sumber: Jabatan Kerja Raya Malaysia. *Arahan Teknik (Jalan) 5/85. Manual on Pavement Design. Dengan Izin Jabatan Kerja Raya Malaysia*)

Jenis Jalan Raya	Unit Kereta Penumpang Sejam
Berbilang lorong	2000 tiap-tiap lorong
2 lorong (dua hala)	2000 untuk kedua-dua arah
3 lorong (dua hala)	4000 untuk kedua-dua arah

Faktor Pengurangan Jalan Raya (Sumber: Jabatan Kerja Raya Malaysia. *Arahan Teknik (Jalan) 5/85. Manual on Pavement Design. Dengan Izin Jabatan Kerja Raya Malaysia*)

Lebar Lebuhraya (m)	Lebar Bahu Jalan (m)			
	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 (Sumber: Jabatan Kerja Raya Malaysia. *Arahan Teknik (Jalan) 5/85. Manual on Pavement Design. Dengan Izin Jabatan Kerja Raya Malaysia*)

Jenis Rupa Bumi	Rumus Faktor Pengurang
Datar	$T = 100/(100 + P_c)$
Beralun	$T = 100/(100 + 2P_c)$
Berbukit	$T = 100/(100 + 5P_c)$

LAMPIRAN

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

Komponen	Jenis Lapisan	Ciri	Pekali
Lapisan penghausan dan pengikat	Konkrit terasfalt		1.00
Tapak Jalan	Macadam berbitumen tumpat	Jenis 1: Kestabilan > 400 kg	0.80
		Jenis 2: Kestabilan > 300 kg	0.55
	Distabilkan oleh simen	Kekuatan mampatan tak berkurang (7 hari) 30-40 kg/cm <sup>2</sup>	0.45
	Agregat terhancur yang distabilkan secara mekanik	NGC ≥ 80%	0.32
Subtapak	Pasir, laterit, dan lain-lain	NGC ≥ 20%	0.23
	Agregat terhancur	NGC ≥ 30%	0.25
	Distabilkan oleh simen	NGC ≥ 60%	0.28

Ketebalan Minimum Lapisan (Sumber: Jabatan Kerja Raya Malaysia. *Arahan Teknik (Jalan) 5/85. Manual on Pavement Design.* Dengan Izin Jabatan Kerja Raya Malaysia)

Jenis Lapisan	Ketebalan Minimum (m)	
Lapisan penghausan	4	
Lapisan pengikat	5	
Tapak jalan	Berbitumen	5
	Campuran basah	10
	Dirawat simen	10
Subtapak	Berbutir	10
	Dirawat simen	15

LAMPIRAN

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

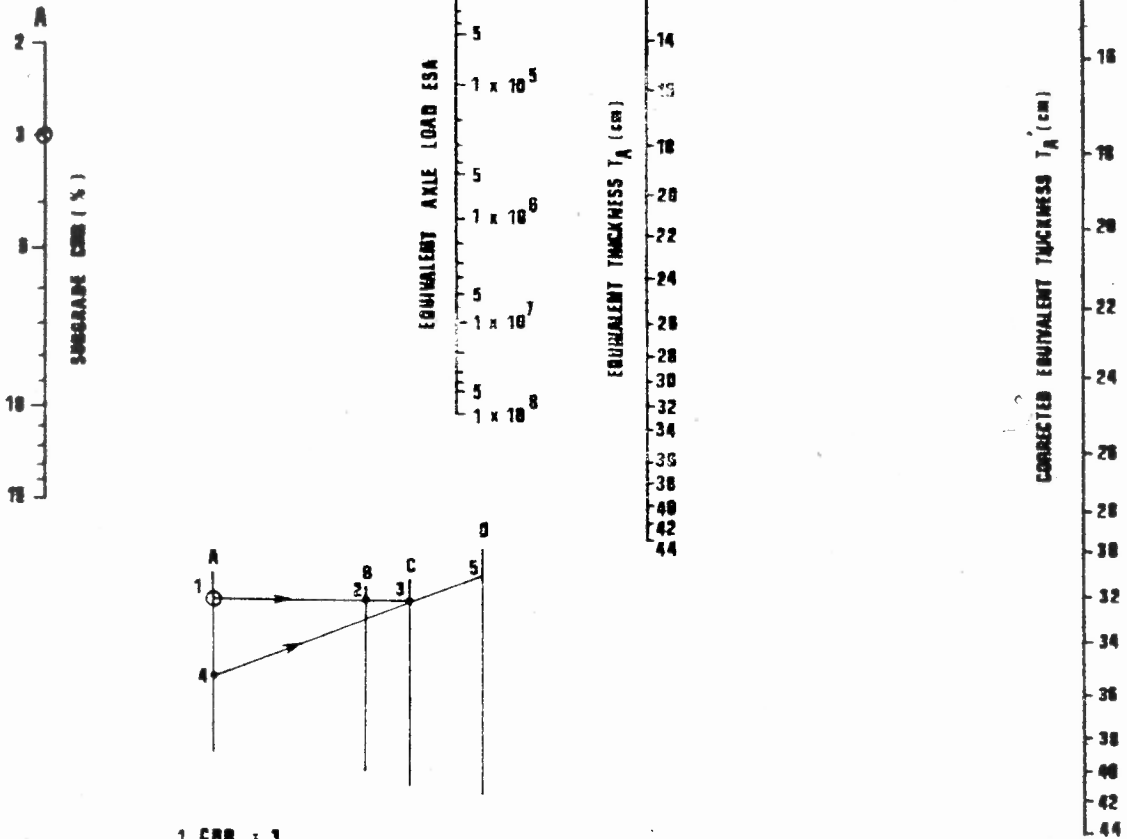
Jenis Lapisan		Ketebalan Piawai (cm)	Tebal Lapisan Tambahan (cm)
Lapisan penghausan		4 – 5	4 – 5
Lapisan pengikat		5 – 10	5 – 10
Tapak jalan	Berbitumen	5 – 20	5 – 15
	Campuran basah	10 – 20	10 – 15
	Dirawat simen	10 – 20	10 – 20
Subtapak	Berbutir	10 – 30	10 – 20
	Dirawat mesin	15 – 20	10 – 20

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

$TA'$ (cm)	Tebal Keseluruhan Minimum Lapisan Berbitumen (cm)
< 17.5	5.0
17.5 – 22.5	10.0
23.0 – 29.5	15.0
> 30.0	17.5



LAMPIRAN



- 1. CBR = 3
- 2. ESA
- 3.  $T_A$  for CBR = 3
- 4. Design CBR
- 5. Required  $T_A$

KANDUNGAN BITUMEN REKABENTUK

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