

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
2011/2012 Academic Session

June 2012

## **EAL 432/4 – Advanced Highway and Transportation Engineering** *[Kejuruteraan Lebuhraya dan Pengangkutan Lanjutan]*

Duration : 3 hours  
*[Masa : 3 jam]*

---

Please check that this examination paper consists of **FOURTEEN (14)** pages of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **EMPAT BELAS (14)** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

**Instructions** : This paper contains **FIVE (5)** questions. Answer question **ONE (1)** and choose **THREE (3)** more from the questions given.

*[**Arahan** : Kertas ini mengandungi **LIMA (5)** soalan. Jawab soalan **SATU (1)** dan mana-mana **TIGA (3)** daripada soalan yang diberikan.]*

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

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

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

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

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

*[Sekiranya terdapat percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai].*

1. You have been appointed as an expert at the new Ministry of Transport in Malaysia. After many years of fragmented transport policy across many ministries and agencies, the Government of Malaysia has decided to integrate all transport matters: land (roads and public transport), water and air into one ministry. The first agenda of the Ministry of Transport is to formulate the first ever National Transport Policy.

As an expert, you are part of the team to design the framework of the transport policy. You have been assigned to suggest your ideas for the land-based transport. The overall aim of the transport policy is to ensure that Malaysia has a sustainable transport for both urban and rural areas in the near future.

As part of the brainstorming process, you are to do the followings:

- (a) Identify **THREE (3)** most critical land-based transport problems in Malaysia – provide justifications.
- (b) Choose **ONE (1)** problem from those given in part (a) and carry out a critical analysis of the causes of the problem.
- (c) Propose the approach towards solutions for the problem that you have selected through.
  - (i) comprehensive transportation planning process
  - (ii) identification of highway engineering needs

[25 marks]

2. The government intends to improve the public transport system in Kuala Lumpur by providing several alternatives for public transport services. As part of the planning process, a modal split analysis is required. The alternative choices include buses, bus rapid transit (BRT) and monorail. You are given the following information and you are going to determine the modal split between Klang and KL Central

Cost of petrol for car – RM 2.90/litre

Average car fuel consumption – 15 litre/100 km

Bus fare – RM 0.50 first 3.0 km and RM 0.10 every remaining 1 km

BRT fare - RM 0.50 first 2.0 km and RM 0.10 every remaining 1 km

Monorail fare – RM 1.00 first 2.0 km and RM 0.20 every remaining 1 km

Toll for car – RM 0.145 every km

Utility function is defined as in Table 1

Table 1

	$\beta_1$	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>
	Dummy variable for Bus	Dummy variable for BRT	In-vehicle time (IVT) (minutes)	Monetary cost (OOP) (RM)	Waiting Time (Wt) (minutes)
Bus	1	0	IVT (bus)	OOP (bus)	Wt (bus)
BRT	0	1	IVT (BRT)	OOP (BRT)	Wt (BRT)
Monorail	0	0	IVT (monorail)	OOP (monorail)	Wt (monorail)

And the calibrated estimated parameters are shown in Table 2

Table 2

$\beta_1$	-1.9
$\beta_2$	-1.3
$\beta_3$	-0.158
$\beta_4$	-0.224
$\beta_5$	-0.356

The average speed and waiting times for all three modes are given in Table 3

Table 3

	Distance (km)	Ave bus speed (km/hr)	Ave BRT speed (km/hr)	Ave monorail speed (km/hr)	Waiting time for bus and BRT (min)	Waiting time for monorail (min)
KL – Klang	12.0	50	80	95	15	8

- (a) Calculate the estimated modal split between KL Central and Klang  
[15 marks]
- (b) If you are being asked to increase the number of monorail users, state the strategies you would use to achieve that.  
[5 marks]
- (c) Show the effects of your strategy using the model  
[5 marks]
3. You are to carry out transportation planning for USM's Engineering Campus. The main centroids for the engineering campus has been identified as the hostel complex, the academic buildings/the lecture theatres, the library and Taman Pekaka.
- (a) Based on the current condition, build the network nodes connecting all these main centroids from the perspective of cars and pedestrians  
[10 marks]
- (b) For the origin-destination pair of hostel to Taman Pekaka, build at least **THREE (3)** tree path from the perspective of cars.  
[9 marks]
- (c) If you were to carry out the trip assignment modelling next, describe the data you need to have for this study area.  
[6 marks]
4. (a) (i) Differentiate between stopping sight distance and overtaking sight distance as used in highway geometric design.
- (ii) In a highway alignment design, the minimum stopping sight distance must be provided, while the minimum overtaking sight distance requirements should be spread uniformly along the entire road length. Discuss the above statement by focusing your discussion on ensuring traffic safety and increasing highway capacity.  
[6 marks]

- (b) Assume a superelevated simple circular curve with radius 230 m connecting two tangents. If the design speed is 80 km/h and the coefficient of side friction is 0.12, calculate the superelevation required to balance the centrifugal force. The limiting value of side friction where skidding starts to occur is about 0.6. If the designer wanted to balance the centrifugal force only by side friction, such that superelevation is not needed, calculate the curve radius required. Explain the adverse consequences of using this radius value to drivers.

[6 marks]

- (c) In a horizontal alignment, the road cross section is cambered at the straight or tangent. However, the cross section must be fully superelevated at the beginning of a horizontal circular curve to absorb part of the vehicle centrifugal force. With the aid of sketches, explain the method that you will use to alter the road cross section from a normal camber at the straight to a fully superelevated cross section at the beginning of the circular curve.

[6 marks]

- (d) (i) Briefly describe **TWO (2)** factors that warrants a grade-separated intersection or interchange.
- (ii) A Federal Route 1 (FR1) hierarchy R5, meets a toll expressway thus creating an interchange. With the aid of a sketch, propose the configuration of a typical interchange. If the right turning traffic volume at the FR1 approach is exceptionally high, sketch the configuration of the upgraded interchange. Indicate all design elements in the proposed interchanges.

[7 marks]

5. (a) (i) A vertical curve connects two tangent slopes 3.2:100 uphill and 2.5:110 downhill. If K is 30, determine the length of curve whose tangential slope is less than 0.5%.

- (ii) A vertical curve connects two tangents -3.5% and +3.0% gradients. The design speed is 90 km/h. Design a vertical curve to satisfy headlamp sight distance equivalent to 140m. State all assumptions used.

[6 marks]

- (b) Draw a typical toll expressway cross section in deep cutting. Indicate all cross section design elements. Include the dimensions as well.

[4 marks]

- (c) (i) Traffic islands significantly promote traffic safety at at-grade intersection. With the aid of sketches, illustrate the use of channelization techniques to enable the road designer to:

- promote better traffic movement such that they cross other traffic stream almost perpendicularly.
- provide a refuge area for vehicles intending to turn right from the major road.

Your sketches should illustrate the intersection layout with and without the traffic islands.

[5 marks]

- (ii) At the minor road approach in a Tee-junction, the continuity of left turning traffic is affected by the presence of right turning vehicles that are forced to queue. Ideally, left turning traffic movement should be unhindered. However, this depends on the design of the left turning lane. Consider the simplest Tee-Junction shown in Figure 1. You are required to design the minor road left turning lane of this simplest Tee-Junction into the following stages:

- Simple flared left turning lane
- Shared slip lane
- Signalised slip lane
- Left turning lane supplemented by speed change lanes
- Exclusive continuous left turning lane

- (i) Sketch the configuration of each left turn lane in each stage.
- (ii) Show all elements in all left turn lanes that you sketched.
- (iii) Explain how each left turn lane in each stage would improve continuity of left turning traffic movement.

[10 marks]

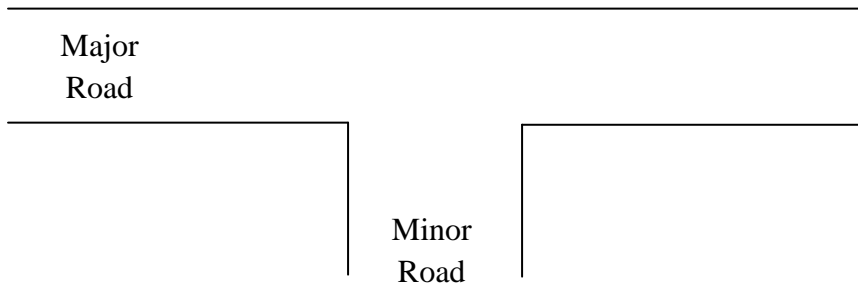


Figure 1

1. *Anda telah dilantik sebagai pakar rujuk di Kementerian Pengangkutan Malaysia yang baharu. Setelah bertahun-tahun negara menghadapi masalah polisi pengangkutan yang tidak bersepadu akibat wujudnya beberapa kementerian dan agensi yang terlibat, akhirnya Kerajaan Malaysia telah mengambil keputusan untuk mengintegrasikan semua hal ehwal pengangkutan: darat (jalan + pengangkutan awam), air dan udara yang diletakkan di bawah kementerian baru ini. Agenda pertama Kementerian Pengangkutan yang baru ini adalah untuk menggubal Dasar Pengangkutan Kebangsaan yang pertama.*

*Sebagai pakar rujuk, anda adalah salah seorang ahli pasukan rekabentuk kepada kerangka untuk dasar pengangkutan ini. Anda telah ditugaskan untuk memberi cadangan untuk pengangkutan darat. Matlamat umum dasar ini adalah untuk memastikan Malaysia mempunyai sistem pengangkutan mapan untuk kawasan bandar dan kawasan luar bandar dalam masa terdekat.*

*Sebahagian dari sumbang saran yang perlu dilakukan, anda perlu melakukan perkara berikut:*

- (a) *Kenalpasti **TIGA (3)** masalah paling kritikal bagi pengangkutan darat di Malaysia – sila beri justifikasi anda.*
- (b) *Pilih **SATU (1)** masalah dari jawapan anda untuk bahagian (a) dan lakukan analisis kritikal terhadap punca kepada masalah ini*
- (c) *Cadangkan pendekatan terhadap penyelesaian masalah yang anda telah pilih melalui*
  - (i) *Proses perancangan pengangkutan menyeluruh*
  - (ii) *Pengenalpastikan keperluan kejuruteraan lebih raya.*

*[25 markah]*

2. *Kerajaan bercadang untuk memperbaiki sistem pengangkutan awam di Kuala Lumpur melalui penyediaan beberapa alternatif perkhidmatan pengangkutan awam. Sebahagian dari proses perancangan ini, sebuah analisis pemisahan ragaman diperlukan. Alternatif pilihan termasuklah perkhidmatan bas biasa, sistem BRT (Bus Rapid Transit) dan sistem monorel. Anda diberikan maklumat berikut, dan anda perlu menentukan pemisahan ragaman untuk perjalanan di antara KL dan Klang.*



Harga minyak kereta – RM 2.90/liter

Purata penggunaan minyak kereta – 15 liter/100 km

Tambang bas – RM 0.50 untuk 3.0 km pertama dan RM 0.10 untuk setiap tambahan 1 km

Tambang BRT - RM 0.50 untuk 2.0 km pertama dan RM 0.10 untuk setiap tambahan 1 km

Tambang monorel – RM 1.00 untuk 2.0 km pertama dan RM 0.20 untuk setiap tambahan 1 km

Tol untuk kereta – RM 0.145 setiap km

Fungsi Kegunaan diberikan seperti berikut di Jadual 1

Jadual 1

	$\beta_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$
	<i>Pembolehubah “dummy” untuk bas</i>	<i>Pembolehubah “dummy” untuk BRT</i>	<i>Masa dalam kenderaan (IVT) (minit)</i>	<i>Kos kewangan (OOP) (RM)</i>	<i>Masa menunggu (Wt) (minit)</i>
<i>Bas</i>	1	0	<i>IVT (bus)</i>	<i>OOP (bus)</i>	<i>Wt (bus)</i>
<i>BRT</i>	0	1	<i>IVT (BRT)</i>	<i>OOP (BRT)</i>	<i>Wt (BRT)</i>
<i>Monorel</i>	0	0	<i>IVT (monorel)</i>	<i>OOP (monorel)</i>	<i>Wt (monorel)</i>

Dan parameter yang dikalibrasi adalah seperti di Jadual 2

Jadual 2

$\beta_1$	-1.9
$\beta_2$	-1.3
$\beta_3$	-0.158
$\beta_4$	-0.224
$\beta_5$	-0.356

Purata kelajuan dan masa menunggu untuk ketiga-tiga ragam diberikan dalam Jadual 3

Jadual 3

	Jarak (km)	Purata kelajuan bas (km/jam)	Purata kelajuan BRT (km/jam)	Purata kelajuan monorel (km/jam)	Masa menunggu untuk bas dan BRT (min)	Masa menunggu untuk monorel (min)
KL – Klang	12.0	50	80	95	15	8

(a) Tentukan anggaran pemisahan ragaman untuk perjalanan di antara KL Central dan Klang

[15 markah]

(b) Jika anda diminta meningkatkan bilangan pengguna monorel, nyatakan strategi yang anda akan guna untuk mencapai matlamat tersebut.

[5 markah]

(c) Tunjukkan kesan strategi anda melalui penggunaan model.

[5 markah]

3. Anda dikehendaki menjalankan perancangan pengangkutan untuk Kampus Kejuruteraan USM. Sentroid utama untuk Kampus Kejuruteraan dikenalpasti sebagai Kompleks Desa, Kompleks Bangunan Akademik/Bangunan Kuliah, Perpustakaan dan Taman Pekaka.

(a) Berdasarkan keadaan semasa, bangunkan jaringan nod yang menyambung semua sentroid utama. Bangunkan jaringan ini dari perspektif pengguna kenderaan dan juga pejalan kaki.

[10 markah]

(b) Untuk pasangan asalan-destinasi Kompleks Desa dan Taman Pekaka, bina sekurang-kurangnya **TIGA (3)** pokok laluan dari perspektif pengguna kenderaan.

[9 markah]

[EAL 432/4]

- (c) *Sekiranya anda dikehendaki melakukan pemodelan pengumpulan perjalanan, terangkan data yang anda perlukan untuk melengkapkan pemodelan anda untuk kawasan kajian ini.*

[6 markah]

4. (a) (i) *Bezakan jarak penglihatan berhenti dan jarak penglihatan memotong yang digunakan dalam reka bentuk geometri lebuhraya.*

- (ii) *Dalam penjajaran lebuhraya, jarak penglihatan berhenti minimum mesti disediakan, manakala jarak penglihatan memotong minimum hendaklah disebarkan secara sekata disepanjang lebuhraya.*

*Bincangkan kenyataan tersebut di atas dengan menumpukan perbincangan kepada memastikan keselamatan lalu lintas dan meningkatkan muatan lebuhraya.*

[6 markah]

- (b) *Pertimbangkan sebuah lengkung membulat mudah yang disendeng berjajari 230 m yang menghubungkan dua garisan tangen. Jika laju reka bentuk ialah 80 km/j dan pekali geseran sisi ialah 0.12, kira magnitud sendengan yang diperlukan untuk mengimbangi daya emparan. Nilai batasan geseran sisi yang mula berlakunya kegelinciran ialah 0.6. Jika perekabentuk ingin mengimbangi daya emparan melalui geseran sisi sahaja, sehingga sendengan tidak diperlukan, kira jejari lengkung membulat yang diperlukan. Terangkan kesan buruk penggunaan nilai jejari ini kepada pemandu.*

[6 markah]

- (c) *Dalam penjajaran datar, keratan rentas lebuhraya di kamber pada jalan lurus atau tangen. Namun begitu, keratan rentas hendaklah disendeng sepenuhnya pada permulaan lengkung membulat datar untuk menyerap sebahagian daripada daya emparan kenderaan. Berbantukan lakaran, terangkan kaedah yang akan anda gunakan untuk menukar keratan rentas jalan daripada berbentuk kamber biasa di jalan lurus ke sendengan sepenuhnya pada permulaan lengkung membulat.*

[6 markah]

(d) (i) *Terangkan secara ringkas DUA (2) faktor yang menjustifikasikan penyediaan persimpangan bertingkat.*

(ii) *Laluan Persekutuan 1 (FR1) berhierarki R5 bertemu dengan lebuh raya bertol lalu membentuk sebuah persimpangan bertingkat. Berbantuan lakaran, cadangkan bentangan sebuah persimpangan bertingkat lazim. Jika isipadu lalu lintas pusing kanan pada jalan tuju FR1 sangat tinggi, lakarkan bentangan persimpangan bertingkat yang di naik taraf. Tunjukkan semua unsur reka bentuk yang terdapat pada persimpangan bertingkat cadangan.*

[7 markah]

5. (a) (i) *Sebuah lengkung menegak menghubungkan dua garisan tangen bercerun 3.2:100 mendaki bukit dan 2.5:110 menuruni bukit. Jika K bersamaan 30, tentukan panjang lengkung yang cerun tangennya kurang daripada 0.5%.*

(ii) *Lengkung menegak menghubungkan dua garisan tangen -3.5% dan +3.0%. Laju reka bentuk ialah 90 km/j. Reka bentuk sebuah lengkung menegak untuk memenuhi kriteria jarak penglihatan suluhan lampu depan bersamaan 140m. Nyatakan semua andaian yang digunakan.*

[6 markah]

(b) *Lukis keratan rentas lebuh raya bertol dalam keadaan pemotongan yang agak dalam. Tunjukkan semua unsur keratan rentas. Nyatakan juga dimensi.*

[4 markah]

- (c) (i) *Pulau lalu lintas berupaya meningkatkan keselamatan lalu lintas di persimpangan searas. Berbantuan lakaran, tunjukkan penggunaan teknik penyaluran untuk membolehkan perekabentuk jalan raya:*
- *menggalakkan pergerakan lalu lintas yang lebih baik dengan memotong arus lalu lintas lain pada hampir sudut tepat.*
  - *menyediakan kawasan pelindung untuk kenderaan yang ingin memusing ke kanan dari jalan utama.*

*Lakaran anda hendaklah menunjukkan bentangan persimpangan dengan dan tanpa pulau lalu lintas.*

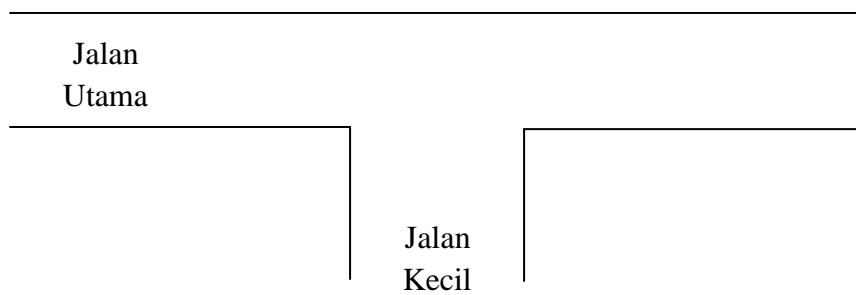
*[5 markah]*

- (ii) *Pada jalan tuju minor di simpang tiga, keterusan pergerakan kenderaan pusing kiri boleh diganggu oleh kenderaan yang ingin pusing ke kanan tetapi terpaksa berbaris gilir. Secara idealnya, pergerakan kenderaan pusing kiri hendaklah tidak terganggu. Namun begitu, keadaan ini bergantung pada reka bentuk lorong pusing kiri. Ambil kira simpang tiga paling mudah yang ditunjukkan di dalam Rajah 1. Anda dikehendaki merekabentuk lorong pusing kiri pada jalan kecil simpang tiga termudah ini ke dalam peringkat berikut:*

- *Lorong pusing kiri 'flared'.*
- *Lorong pusing kiri berkongsi.*
- *Lorong pusing kiri berkongsi berlampu isyarat.*
- *Lorong pusing kiri dengan lorong tukar laju.*
- *Lorong pusing kiri khusus dan berterusan.*

- (i) *Lakarkan bentangan setiap lorong pusing kiri dalam setiap peringkat.*
- (ii) *Tunjukkan semua unsur yang terdapat dalam setiap lorong pusing kiri yang anda lakar.*
- (iii) *Terangkan bagaimana setiap lorong pusing kiri dalam setiap peringkat dapat meningkatkan keterusan pergerakan lalu lintas pusing kiri.*

[10 markah]



*Rajah 1*

oooOOOooo