

---

**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

Second Semester Examination  
2010/2011 Academic Session

April/May 2011

**EAL 432/4 – Advanced Highway & 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 including Appendix before you begin the examination.

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

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

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

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 akan diguna pakai].*

1. The Malaysian Highway Network Development Plan for 2011 requires balanced approach between passenger cars and public transport (bus). To determine the split between them, the Logit model is employed. The necessary information to determine the modal split between Taiping and Pulau Pinang are shown in the following map and tables. The map and distance can be seen in figure 1. Answer the following questions:

- (a) Determine the modal split between Taiping and Pulau Pinang. [5 marks]
- (b) After implementing service improvements to the buses, the modal split changed to 80.6% cars and 19.4% buses, determine values of estimated parameter  $\beta_1$  and  $\beta_2$  and discuss in what terms the service are improved after implementation. [5 marks]
- (c) If we implement toll fee for car as RM 0.15 for every km, then determine the utility function for car and the modal split between Taiping and Pulau Pinang. [8 marks]
- (d) If the Government decides to spend money to create and improve motorcycle trails so that riding becomes a viable option, and motorcycle trip is similar to a bus trip, its trip takes 5 minutes more than a bus trip but with no waiting time, determine the modal split between Taiping and Pulau Pinang. [7 marks]

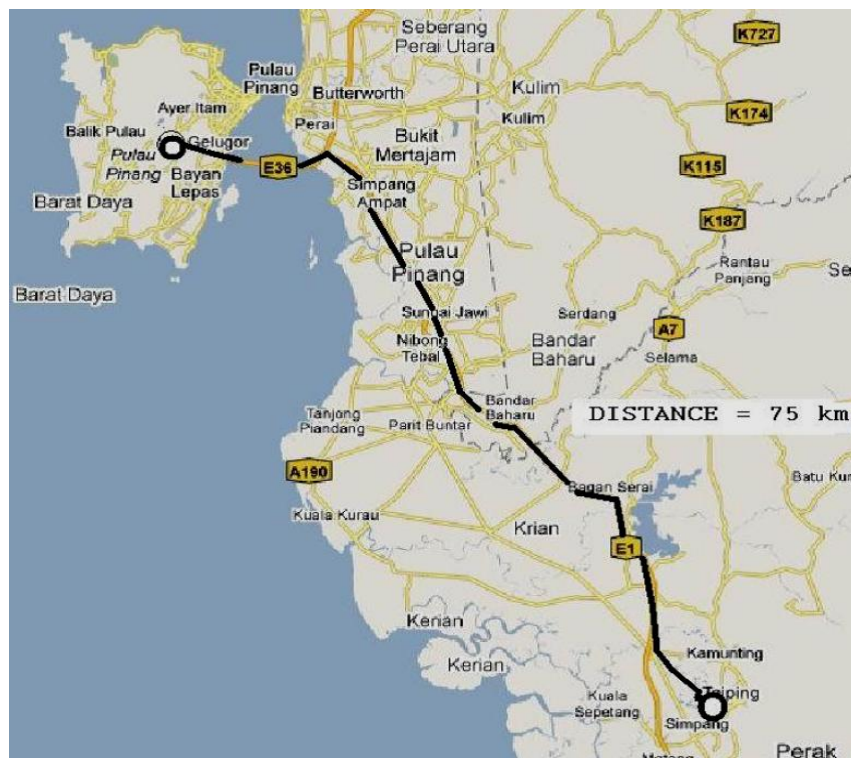


Figure 1: Taiping - Pulau Pinang route map (Resource: Google maps)

Table 1: Service Parameters

Service	Car	Bus
Cost of petrol	RM 2.0/litre	N.A
Average fuel consumption	15 litre/100 km	N.A
Fare	N.A	RM 2.80 for 20 km
Waiting time	N.A	10 minutes
Travel time	25 minutes	35 minutes
Parking time	7 minutes	N.A

Table 2: Utility function

	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\beta_6$
	Dummy variable for car	Dummy variable for bus	Waiting time (WT) (minutes)	Travel time (TT) (minutes)	Parking time (PT) (minutes)	Out-of-pocket (OOP) (RM)
Car	1	0	WT (car)	TT (car)	PT (car)	OOP (car)
Bus	0	1	WT (bus)	TT (bus)	PT (bus)	OOP (bus)

Table 3: Calibrated estimated parameters

Parameter	Values
$\beta_1$	-0.33
$\beta_2$	-0.27
$\beta_3$	-0.10
$\beta_4$	-0.13
$\beta_5$	-0.12
$\beta_6$	-0.00045

2. Trip assignment is one of the stages in Travel Demand Forecasting Process. Trip assignment study was conducted at Pulau Pinang. The area of study was divided into five centers (Balik Pulau, Bukit Bendera, Batu Feringgi, Tg. Bunga and USM main campus) which were connected to the highway network as shown in Figure 2. Average speed and distance between centers are shown in Table 4. Trips between centers have been monitored and result is presented in Table 5. Based on the above information:

(a) Show the minimum path using the all-or-nothing assignment technique with the diagram and assign trips for all the centers.

[5 marks]

(b) Provide a list of links in the network and indicate the total trips assigned to each link.

[5 marks]

(c) Determine the total vehicle-minutes of travel and discuss briefly on the result obtained.

[5 marks]

d) If all access from and to Tg. Bunga is closed, then identify the minimum path, assigned trips for the centers and total vehicle-minutes of travel.

[10 marks]

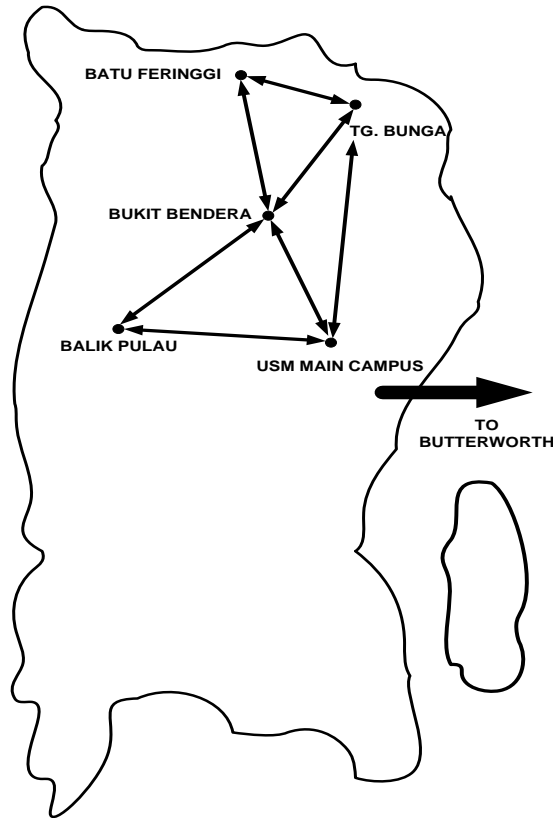


Figure 2: Pulau Pinang map

Table 4: Average speed performance at links

Links	Average speed (km/h)	Distance (km)
Balik Pulau - Bukit Bendera	26.7	8.0
Balik Pulau - USM main campus	60.0	10.0
Bukit Bendera - Batu Feringgi	75.0	10.0
Bukit Bendera - Tg. Bunga	54.0	9.0
Bukit Bendera - USM main campus	21.0	7.0
Batu Feringgi - Tg. Bunga	24.0	6.0
Tg. Bunga - USM main campus	75.0	15.0

Table 5: Trips between centers

From/To	Balik Pulau	Bukit Bendera	Batu Feringgi	Tg. Bunga	USM main campus
Balik Pulau	0	100	100	200	150
Bukit Bendera	400	0	200	100	500
Batu Feringgi	200	100	0	100	150
Tg. Bunga	250	150	300	0	400
USM main campus	200	100	50	350	0

3. (a) There are three types of design vehicle in the Jabatan Kerja Raya guide namely; P, SU and WB-50.
- (i) Distinguish the significant differences between the three design vehicles. Choose TWO (2) design vehicle characteristics and explain briefly their influence on the highway geometric design.
  - (ii) Name the type of design vehicle you would choose to design junctions in the following areas:
    - Residential area.
    - Industrial estate.
  - (iii) Explain briefly the adverse effects on the road physical features if design vehicle type P is selected to design roads in areas dominated by heavy vehicles.

[7 marks]

- (b) The coefficient of friction at the tyre-pavement interface when the pavement is dry is 0.61. When the pavement is wet, the coefficient of friction reduces by 48%. Consider a vehicle travelling at 80 km/hr on a flat two-lane bothways road.
- (i) Calculate the stopping sight distance that will be used in the road geometric design assuming a 2.5 s standard reaction time.
  - (ii) Calculate the required stopping sight distance if the road is sloping downwards at 4.0%?
  - (iii) Use your engineering judgment and state the stopping sight distance value that would be used in the actual geometric design of a two-lane bothways road and state your reasons.

[6 marks]

- (c) From the perspective of a driver, a fully straight road is desirable. Identify FOUR (4) reasons why this concept cannot be implemented in the horizontal design of highways. The Malaysian Highway Authority (LLM) Standards does not recommend the application of a straight longer than 2 minutes of driving at the design speed. If the design speed of a highway is 100 km/h, calculate the permissible maximum length of straight.

[6 marks]

- (d) In a horizontal alignment design, a transition curve is introduced between the straight and the circular curve. Discuss briefly FOUR (4) reasons why transition curves are essential.

[6 marks]

4. (a) In a vertical alignment, the straight connect two vertical curves.
- (i) Name TWO (2) criteria that govern the design of the straight in a vertical alignment.
  - (ii) Discuss briefly the factors considered in selecting the design value.
  - (iii) The topography where a proposed road will traverse dictates provision of a steep, long and continuous straight. As a designer, formulate the steps you will take to increase the road capacity at this section.  
[8 marks]
- (b) On a JKR road hierarchy R5, a +2.5% grade intersects a -3.7% grade and the road passes through a rolling topography. Calculate the minimum length of vertical curve required to fulfill the following requirements:
- (i) Stopping sight distance.
  - (ii) Drainage.
  - (iii) Comfort.
  - (iv) JKR guide given in Appendix A.
- Given: Stopping sight distance = 140 m, driver eye height = 0.92 m, obstruction object height = 0.15 m, minimum longitudinal slope for drainage = 0.35%. State all other assumptions used.
- Appraise the values obtained and justify which value you would adopt for design purposes.  
[12 marks]
- (c) The strip of land alongside a highway is described as the right of way. Explain briefly why is this strip of land essential? Briefly explain FOUR (4) factors that govern the width of a road reserve.  
[5 marks]
5. (a) Speed change lanes are additional lanes provided in the vicinity of road intersections.
- (i) With the aid of sketches, indicate the various components in an acceleration and deceleration lanes.
  - (ii) Illustrate how do acceleration and deceleration lanes contribute to increase junction capacity.  
[7 marks]
- (b) In at-grade-intersection design, two sight distances considered are approach sight distance and departure sight distance. With the aid of sketches, explain these two sight distances. Explain why these sight distances are provided.  
[7 marks]

- (c) One of the principles of at-grade junction design is to maintain smooth traffic flow along the major road. Figures 3(a) and 3(b) show a four-legged and three-legged junction, respectively. The approach road carrying heavier traffic volume is indicated by the bold line. Use sketches to re-design the junction configuration to ensure smooth flow of the heavier traffic volume.

[5 marks]



Figure 3

- (d) Discuss in detail the data needed in the EMME/3 software for the following data categories:

(i) Networks

[2 marks]

(ii) Matrices

[2 marks]

(iii) Functions

[2 marks]

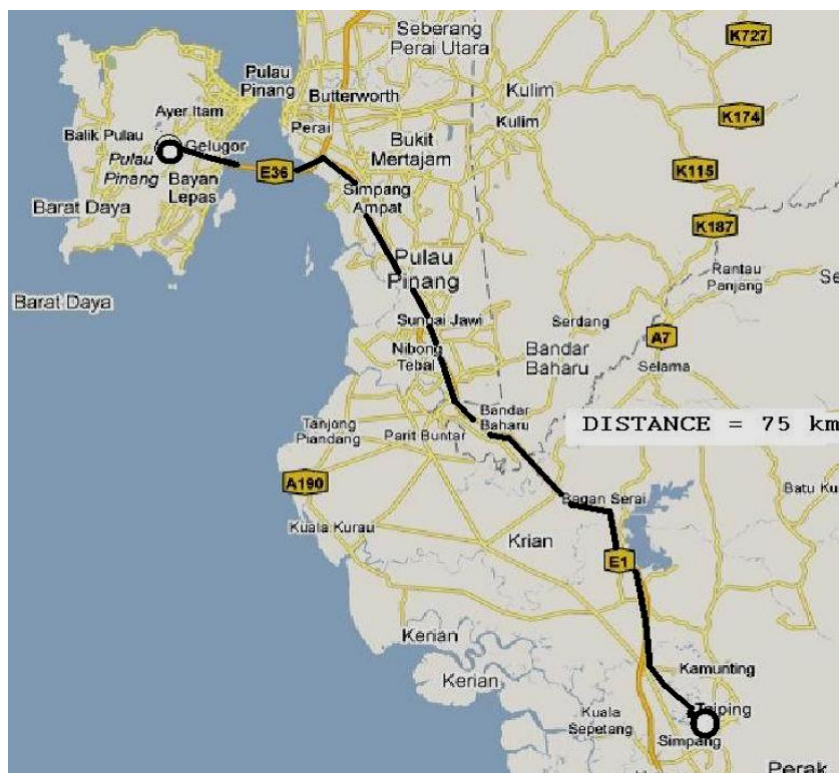
1. *Plan Pembangunan Jaringan Jalan Raya Malaysia untuk 2011 memerlukan pendekatan yang seimbang dengan mengambil kira keseimbangan pemisahan ragaman antara kereta dan pengangkutan awam (bas). Untuk menentukan pemisahan antara mereka, model logit perlu digunakan. Maklumat yang diperlukan untuk menganggar pemisahan ragaman antara Taiping dan Pulau Pinang dipaparkan pada rajah dan jadual berikut. Peta dan jarak dapat dilihat pada Rajah 1. Jawablah soalan-soalan berikut:*

(a) *Kira pemisahan ragaman bagi perjalanan antara Taiping dan Pulau Pinang.*  
[5 markah]

(b) *Setelah melaksanakan pembaikan perkhidmatan kepada bas, pemisahan ragaman berubah menjadi 80,6% kereta dan 19,4% bas, kira nilai estimasi parameter  $\beta_1$  dan  $\beta_2$  dan bincangkan perkhidmatan apa yang bertambah baik setelah pelaksanaan.*  
[5 markah]

(c) *Jika kita melaksanakan tambang tol untuk kereta sebagai RM 0.15 untuk setiap km, tentukan fungsi utiliti untuk kereta dan pemisahan ragaman antara Taiping dan Pulau Pinang.*  
[8 markah]

(d) *Jika kerajaan memutuskan membelanjakan wang untuk mewujudkan dan memperbaiki jalan motosikal sehingga motosikal menjadi pilihan yang layak, dan perjalanan motosikal ini serupa dengan perjalanan bas, perjalanan memakan masa 5 minit lebih dari perjalanan bas tapi tak ada waktu tunggu. Kira pemisahan ragaman bagi perjalanan antara Taiping dan Pulau Pinang*  
[7 markah]



Rajah 1: Peta lebuhraya Taiping - Pulau Pinang (Sumber: Google maps)

Jadual 1: Parameter perkhidmatan

Perkhidmatan	Kereta	Bas
Kos petrol	RM 2.0/liter	N.A
Purata penggunaan minyak	15 liter/100 km	N.A
Tambang	N.A	RM 2.80 untuk 20 km
Masa menunggu	N.A	10 minit
Masa perjalanan	25 minit	35 minit
Masa letak kenderaan	7 minit	N.A

Jadual 2: Fungsi kegunaan

	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\beta_6$
	Indeks pemboleh ubah untuk kereta	Indeks pemboleh ubah untuk bas	Masa menunggu (WT) (minit)	Masa perjalanan (TT) (minit)	Masa letak kenderaan (PT) (minit)	Belanja tunai langsung (OOP) (RM)
Kereta	1	0	WT (kereta)	TT (kereta)	PT (kereta)	OOP (kereta)
Bas	0	1	WT (bas)	TT (bas)	PT (bas)	OOP (bas)

Jadual 3: Parameter yang telah ditentukan

Parameter	Nilai
$\beta_1$	-0.33
$\beta_2$	-0.27
$\beta_3$	-0.10
$\beta_4$	-0.13
$\beta_5$	-0.12
$\beta_6$	-0.00045

2. Pengumpulan perjalanan merupakan salah satu tahapan dalam Proses Peramalan Permintaan Perjalanan. Kajian pengumpulan perjalanan dilakukan di Pulau Pinang. Daerah kajian dibahagikan kepada lima pusat (Balik Pulau, Bukit Bendera, Batu Feringgi, Tg. Bunga dan USM kampus induk) yang disambungkan kepada rangkaian jalan seperti terlihat pada Rajah 2. Kelajuan rata-rata dan jarak antara pusat ditunjukkan dalam Jadual 4. Perjalanan antara pusat dipantau dan hasilnya disajikan dalam Jadual 5. Berdasarkan maklumat di atas:

(a) Tentukan laluan minimum dengan menggunakan kaedah pengumpulan semua-atau-tiada dengan rajah dan tentukan jumlah perjalanan untuk semua pusat.

[5 markah]

(b) Senaraikan sambungan setiap rangkaian dan kenalpasti jumlah perjalanan setiap satu.

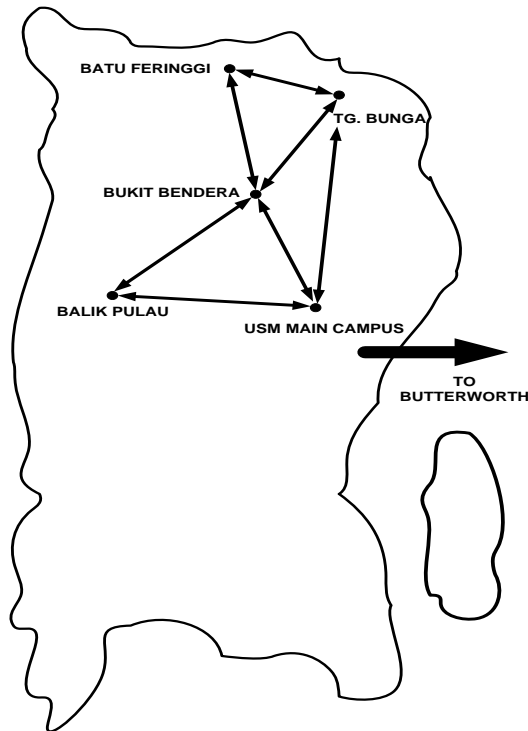
[5 markah]

(c) Kira jumlah kenderaan-minit dan bincangkan secara ringkas keputusan yang diperolehi.

[5 markah]

- (d) Jika semua akses dari dan ke Tg. Bunga tertutup, kenalpasti laluan minimum, umpukan perjalanan untuk semua pusat dan jumlah kenderaan-minit.

[10 markah]



Rajah 2: Peta Pulau Pinang

Jadual 4: Purata prestasi kelajuan pada sambungan

Sambungan	Purata kelajuan (km/j)	Jarak (km)
Balik Pulau - Bukit Bendera	26.7	8.0
Balik Pulau - USM kampus induk	60.0	10.0
Bukit Bendera - Batu Feringgi	75.0	10.0
Bukit Bendera - Tg. Bunga	54.0	9.0
Bukit Bendera - USM kampus induk	21.0	7.0
Batu Feringgi - Tg. Bunga	24.0	6.0
Tg. Bunga - USM kampus induk	75.0	15.0

Jadual 5: Perjalanan antara pusat

Dari/ke	Balik Pulau	Bukit Bendera	Batu Feringgi	Tg. Bunga	USM kampus induk
Balik Pulau	0	100	100	200	150
Bukit Bendera	400	0	200	100	500
Batu Feringgi	200	100	0	100	150
Tg. Bunga	250	150	300	0	400
USM kampus induk	200	100	50	350	0

3. (a) Terdapat tiga jenis kenderaan reka bentuk yang dinyatakan di dalam garis panduan Jabatan Kerja Raya iaitu P, SU dan WB-50.
- (i) Bezakan di antara ketiga-tiga kenderaan reka bentuk. Pilih DUA (2) ciri kenderaan rekabentuk dan terangkan secara ringkas pengaruhnya ke atas reka bentuk geometri.
  - (ii) Namakan jenis kenderaan reka bentuk yang akan anda pilih untuk merekabentuk persimpangan di kawasan berikut:
    - Kawasan perumahan.
    - Kawasan industri.
  - (iii) Terangkan secara ringkas kesan buruk ke atas sifat fizikal jalan raya jika kenderaan reka bentuk jenis P dipilih untuk mereka bentuk jalan di kawasan yang menampung kenderaan berat.

[7 markah]

- (b) Pekali geseran pada antaramuka tayar-turapan ketika permukaan turapan kering ialah 0.61. Apabila turapan basah, pekali geseran mengurang sebanyak 48%. Pertimbangkan sebuah kenderaan sedang bergerak pada kelajuan 80 km/j di atas jalan datar dua-lorong dua-hala.
- (i) Kira jarak penglihatan berhenti yang akan digunakan dalam reka bentuk geometri. Andaikan masa tindakbalas piawai 2.5 saat.
  - (ii) Kira jarak penglihatan berhenti yang diperlukan jika jalan raya menurun bukit sebanyak 4.0%.
  - (iii) Gunakan penilaian kejuruteraan anda untuk menentukan nilai jarak penglihatan berhenti yang akan digunakan di dalam reka bentuk geometri jalan dua-lorong dua-hala dan nyatakan justifikasi anda.

[6 markah]

- (c) Daripada perspektif seorang pemandu, jalan yang lurus sepenuhnya dihindarkan. Kenalpasti EMPAT (4) alasan kenapa konsep ini tidak boleh diimplimentasi dalam reka bentuk penjajaran datar lebuh raya? Piawai Lembaga Lebu Raya Malaysia (LLM) tidak menggalakkan aplikasi jalan lurus yang panjangnya melebihi 2 minit memandu pada laju reka bentuk. Jika laju reka bentuk sebatang lebuh raya ialah 100 km/j, kira panjang maksimum panjang lurus yang dibenarkan.

[6 markah]

- (d) Dalam reka bentuk penjajaran datar, lengkung peralihan diperkenalkan di antara jalan lurus dan lengkung bulat. Bincangkan secara ringkas EMPAT (4) alasan kenapa lengkung peralihan diperlukan.

[6 markah]

4. (a) *Dalam penjajaran tegak, jalan lurus menghubungkan dua lengkung tegak.*
- (i) *Namakan DUA (2) kriteria yang mengawal reka bentuk jalan lurus di dalam penjajaran tegak.*
  - (ii) *Bincangkan secara ringkas faktor yang dipertimbangkan dalam pemilihan nilai reka bentuk.*
  - (iii) *Topografi yang bakal dilalui oleh lebuh raya memaksa aplikasi jalan lurus yang curam, panjang dan berterusan. Selaku pereka bentuk, rumuskan langkah yang akan anda lakukan untuk meningkatkan muatan lebuh raya pada seksyen ini.*

[8 markah]

- (b) *Sebatang jalan JKR berhirarki R5 merentasi topografi beralun. Gred +2.5% memintas gred -3.7%. Kira panjang lengkung minimum yang diperlukan untuk memenuhi keperluan berikut:*
- (i) *Jarak penglihatan berhenti.*
  - (ii) *Penyaliran.*
  - (iii) *Keselesaian.*
  - (iv) *Garis panduan JKR yang diberikan di dalam Lampiran A.*

*Di beri : Jarak penglihatan berhenti = 140 m, ketinggian mata pemandu = 0.92 m, ketinggian objek gangguan = 0.15 m, cerun membujur minimum untuk penyaliran = 0.35%. Nyatakan semua andaian lain yang digunakan.*

- *Komen nilai yang diperolehi dan berikan justifikasi nilai yang akan anda gunakan di dalam reka bentuk.*

[12 markah]

- (c) *Sejalur tanah yang terletak bersebelahan dengan lebuh raya dinamai hak lalu. Terangkan secara ringkas kenapakah hak lalu diperlukan? Bincangkan secara ringkas EMPAT (4) faktor yang mempengaruhi lebar hak lalu.*

[5 markah]

5. (a) *Lorong tukar laju merupakan lorong tambahan yang disediakan di kawasan persimpangan.*
- (i) *Berbantuan lakaran, tunjukkan komponen yang terdapat di dalam lorong pecutan dan lorong nyahpecutan.*
  - (ii) *Bagaimanakah lorong pecutan dan nyahpecutan membantu meningkatkan muatan persimpangan?*

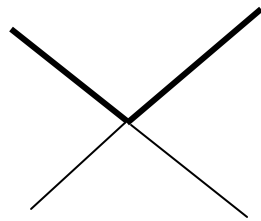
[7 markah]

- (b) Dalam reka bentuk persimpangan searas, dua jenis jarak penglihatan yang dipertimbangkan ialah jarak penglihatan menuju dan jarak penglihatan berlepas. Berbantuan lakaran, terangkan dua jenis jarak penglihatan ini. Kenapakah jarak penglihatan ini perlu disediakan?

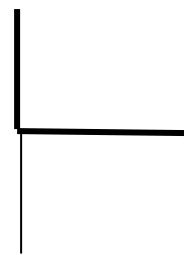
[7 markah]

- (c) Satu daripada prinsip reka bentuk persimpangan searas ialah untuk mengekalkan kelancaran pergerakan lalu lintas di atas jalan utama. Rajah 3 (a) dan 3 (b) masing-masing menunjukkan simpang empat dan simpang tiga. Jalan tuju yang menampung isi padu lalu lintas yang lebih tinggi dilakarkan oleh garisan tebal. Gunakan lakaran untuk menunjukkan bagaimanakah cara untuk merekabentuk semula konfigurasi persimpangan ini supaya keterusan isipadu lalu lintas yang tinggi dapat dikekalkan.

[5 markah]



(a)



(b)

Rajah 3

- (d) Terangkan secara terperinci data yang diperlukan dalam perisian EMME/3 untuk kategori-kategori data di bawah:

- (i) Jaringan

[2 markah]

- (ii) Matriks

[2 markah]

- (iii) Fungsi

[2 markah]

Appendix A  
Lampiran A

KRITERIA DAN KAWALAN REKABENTUK	Hierarki jalan Kawalan masuk Rupa bumi laju rekabentuk	-	R6 PENUH			R5 SEPARA			R4 SEPARA		
			D	G	B	D	G	B	D	G	B
		km/j	120	100	80	100	80	60	80	60	50
UNSUR-UNSUR REKABENTUK PENAJARAN	Jarak penglihatan berhenti	m	285	205	140	205	140	85	140	85	65
	Jarak penglihatan memotong	m	N/A			700	550	450	550	450	350
	Jejari minimum	m	570	375	230	375	230	125	230	125	85
	Panjang minimum lengkung peralihan	m	133	121	104	88	70	59	70	59	55
	Kadar sendengan maksimum	nisbah	0.10			0.10			0.10		
	Cerun maksimum (dihajatkan)	%	2	3	4	3	4	5	4	5	6
	Cerun maksimum	%	5	6	7	6	7	8	7	8	9
	Lengkung puncak (K)	-	120	60	30	60	30	15	30	15	10
	Lengkung lendut (K)	-	60	40	28	40	28	15	28	15	12
	UNSUR-UNSUR KERATAN RENTAS	Lebar lorong	m	3.50			3.50			3.25	
Lebar bahu jalan		m	3.00	3.00	2.50	3.00	3.00	2.50	3.00	3.00	2.00
Lebar median (minimum)		m	6.0	5.0	4.0	4.0	3.5	3.0	3.0	2.5	2.0
Lebar median (dihajatkan)		m	18.0	12.5	8.0	12.0	9.0	6.0	9.0	6.5	4.0
Lebar jalur jidar		m	0.50			0.50			0.25		
Lebar hak lalu		m	60			60(50) <sub>b</sub>			40(30) <sub>b</sub>		

(bersambung)

- Catatan:
- D = Rupa bumi datar
  - G = Rupa bumi guling
  - B = Rupa bumi berbukit
  - N/A = Tidak berkaitan
  - (<sub>a</sub>) = Lebar keseluruhan turapan
  - (<sub>b</sub>) = Lebar hak lalu bergantung kepada hierarki jalan

oooOOOooo