

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
2009/2010 Academic Session

April/May 2010

## **EAL 335/4 – Traffic and Transportation Engineering** *[Kejuruteraan Pengangkutan dan Lalulintas]*

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

---

Please check that this examination paper consists of **TWENTY THREE (23)** pages of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **DUA PULUH TIGA (23)** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

**Instructions** : This paper contains **SIX (6)** questions. Answer **FIVE (5)** questions. All questions carry the same marks.

**Arahan** : Kertas ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan. 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 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. (a) State the definitions of time mean speed and space mean speed. If you are asked to conduct a speed study to monitor speeds with respect to speed limit, what kind of speed study will you conduct and explain the procedure involved in conducting that speed study.

[8 marks]

- (b) With the aid of sketches, explain briefly the following relationships:

(i) Flow and density

(ii) Speed and density

(iii) Speed and flow

(iv) Speed, flow and density

[8 marks]

- (c) Calculate the average headway based on the information in Table 1.0. Then based on the average headway obtained, compute the traffic flow rate.

[4 marks]

**Table 1.0: Time taken for each passenger car to cross the reference line**

Sequence of passenger car when crossing the reference line	Time when the last axle of the passenger car crosses the reference line (s)
Start	0.0
1	1.9
2	4.1
3	5.9
4	7.8
5	9.9
6	11.9
7	13.9
8	15.8
9	17.6
10	19.5
11	21.6
12	23.6
13	25.6
14	27.7
15	29.8
End	30.0

2. (a) With the aid of sketches, explain the types of conflict points at a two-lane, two-way, 4-leg intersection. In your opinion, what is the most practical way to minimize the conflict points at that particular intersection?

[8 marks]

- (b) A signalized intersection as shown in Figure 1.0 is proposed. The signal phasing and  $q/S$  ratio for each approach for year 2010 are as shown in Figure 2.0.

- (i) Calculate saturation flow for each approach based on the Arahah Teknik (Jalan) Method, using the information in Table 2.0 to Table 5.0. Assume 10% left-turning vehicles from the east approach.

- (ii) Calculate traffic flow for each movement for year 2020 if the annual traffic growth is 4.5%.
- (iii) Design the traffic signal for year 2020 based on Highway Capacity Manual method, using  $X_c = 0.90$ .
- (iv) Sketch the signal timing distribution diagram.

Given:

Amber time = 3 seconds

All-red-interval time = 2 seconds

Lost time per phase = 2 seconds

[12 marks]

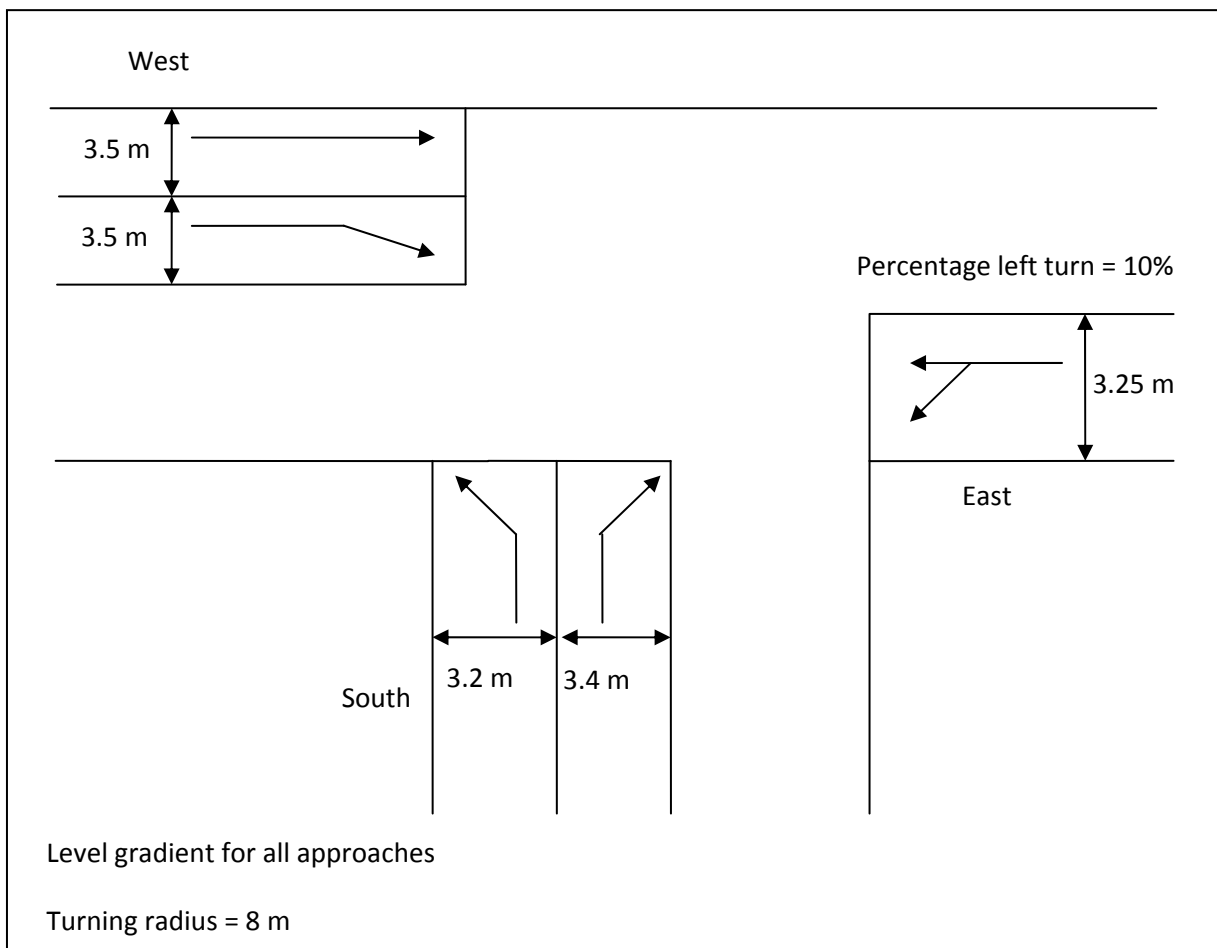
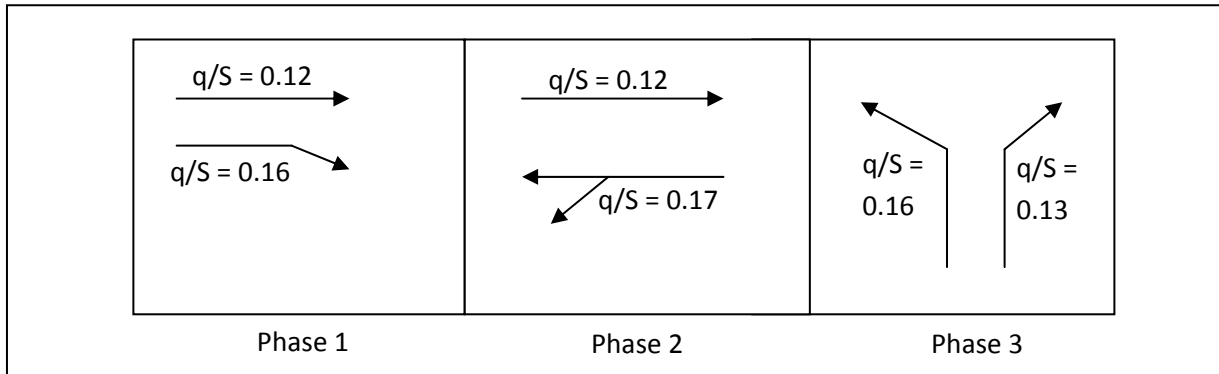


Figure 1.0: Geometry of junction



**Figure 2.0: Proposed signal phasing and  $q/S$  ratio for year 2010**

**Table 2.0: Relationship between effective lane width and saturation flow**

Lane width, w (m)	Saturation flow, S (pcu/hr)
3.0	1845
3.25	1860
3.5	1885
3.75	1915
4.0	1965
4.25	2075
4.5	2210
4.75	2375
5.0	2560
5.25	2760

**Table 3.0: Correction factor for the effect of gradient**

Fg	Gradient
0.85	For upward slope of 5% (+5%)
0.88	For upward slope of 4% (+4%)
0.91	For upward slope of 3% (+3%)
0.94	For upward slope of 2% (+2%)
0.97	For upward slope of 1% (+1%)
1.00	For level gradient (0%)
1.03	For downward slope of 1% (-1%)
1.06	For downward slope of 2% (-2%)
1.09	For downward slope of 3% (-3%)
1.12	For downward slope of 4% (-4%)
1.15	For downward slope of 5% (-5%)

**Table 4.0: Correction factor for the effect of turning radius**

Ft	Turning radius, R
0.85	R < 10 m
0.90	10 m < R < 15 m
0.96	15 m < R < 30 m

**Table 5.0: Correction factor for turning traffic**

% turning traffic	Factor for right-turn, $F_r$	Factor for left-turn, $F_l$
5	0.96	1.00
10	0.93	1.00
15	0.90	0.99
20	0.87	0.98
25	0.84	0.97
30	0.82	0.95
35	0.79	0.94
40	0.77	0.93
45	0.75	0.92
50	0.73	0.91
55	0.71	0.90
60	0.69	0.89

3. A trip distribution study was conducted at a small district in Penang. The district has been divided into **Four (4)** zones (zone A, B, C and D) and each zone is connected with other zones by highway network as shown in Figure 3.0. Present trips (year of 2010) and growth rate (per year) of each zone are given in Table 6.0 and number of trips between zones can also be seen in Figure 3.0. From given information, you are asked to:

(a) Determine the future trips (year 2011) of each zone.

[5 marks]

(b) Develop the Fratar Model of Trip Distribution for two iterations.

[15 marks]

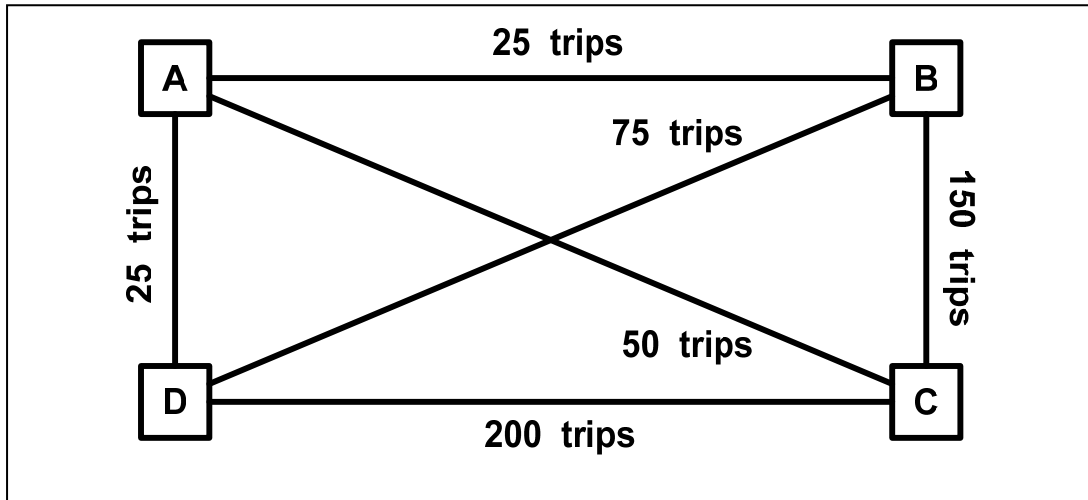


Figure 3.0: Travel Pattern

Table 6.0: Trips and growth rate of zones

Zone	Present Trips (2010)	Growth Rate (%)
A	100	300
B	250	400
C	400	200
D	300	100

4. A mode choice logit model is to be developed based on the following information. A survey of travelers in an area with car and bus service found the following data:

Table 7.0: Service Parameters

Model Parameter	Car	Bus
X1, waiting time (min.)	0	10
X2, travel time (min.)	25	35
X3, parking time (min.)	7	0
X4, out-of-pocket cost (cents)	225	105
Ak, calibration constant	-0.33	-0.27

The following utility functions were calibrated based on an observed for private cars and buses.



Utility function:  $U_k = Ak - 0.10X_1 - 0.13X_2 - 0.12X_3 - 0.0045X_4$

After implementing service improvements to the buses, the mode split changed to 80.6% private cars and 19.4% buses. From given information, you are asked to:

- (a) Determine the utility functions of each mode and the percentage of mode split of each mode.

[10 marks]

- (b) Determine a value for the calibration constant for the car and the bus mode that reflect this shift in mode split (after improvement).

[10 marks]

5. A trips study has been conducted at a small city in 2010. The Origin-Destination matrix is as shown in table 6.0. The city has five zone of activities (Zone 1, 2, 3, 4 and 5) as can be seen in figure 4.0. Each zone is connected with other centers by road network (links) with different number of lanes and cost of trips. This criteria and level of service can be seen in table 7.0. From this information, you are asked to:

- (a) Describe trips assignment model for the network (zone to zone) using all-or-nothing method (Minimum Path Trees).

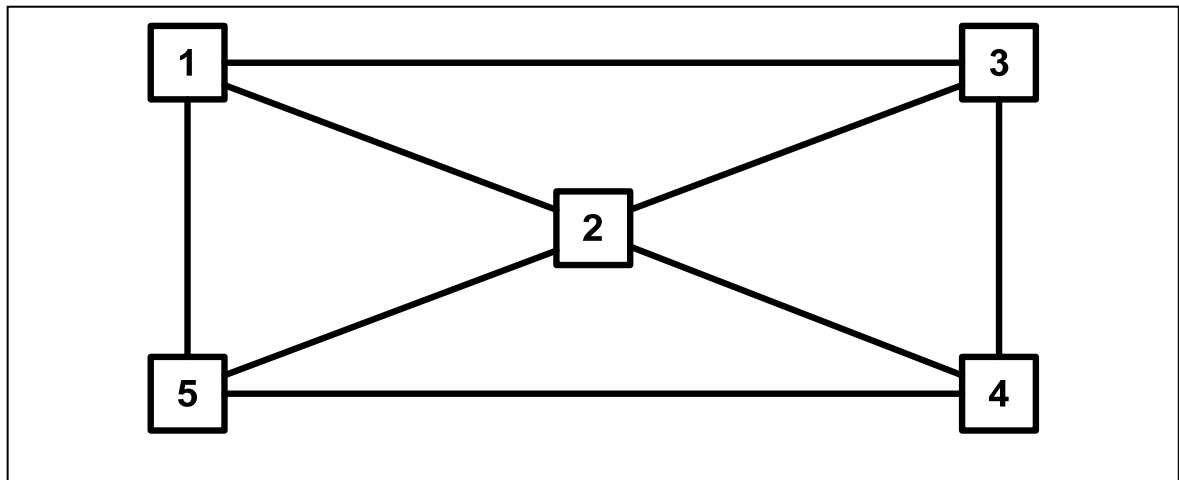
[5 marks]

- (b) Determine total trips for each individual link and total cost for all trips.

[15 marks]

**Table 6.0 : Matrix Origin-Destination year 2010 (trips/lane)**

<b>Zone</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	0	60	70	80	30
<b>2</b>	40	0	30	65	80
<b>3</b>	90	45	0	20	60
<b>4</b>	80	70	90	0	30
<b>5</b>	30	65	75	55	0



**Figure 4.0: Road Network**

**Table 7.0: Service Behavior**

<b>Link</b>	<b>Cost (RM)</b>	<b>Number of lane</b>
<b>1 – 2</b>	8	1
<b>2 – 1</b>	8	1
<b>1 – 3</b>	15	1
<b>3 – 1</b>	15	1
<b>1 – 5</b>	5	2
<b>5 – 1</b>	5	2
<b>2 – 3</b>	3	2
<b>3 – 2</b>	3	2
<b>2 – 4</b>	5	2
<b>4 – 2</b>	5	2
<b>2 – 5</b>	12	2
<b>5 – 2</b>	12	2
<b>3 – 4</b>	7	1
<b>4 – 3</b>	7	1
<b>4 – 5</b>	6	2
<b>5 – 4</b>	6	2

6. (a) What do you understand about “sustainable transportation”. Discuss the importance of traffic impact assessment (TIA) in sustainable development.

[6 marks]

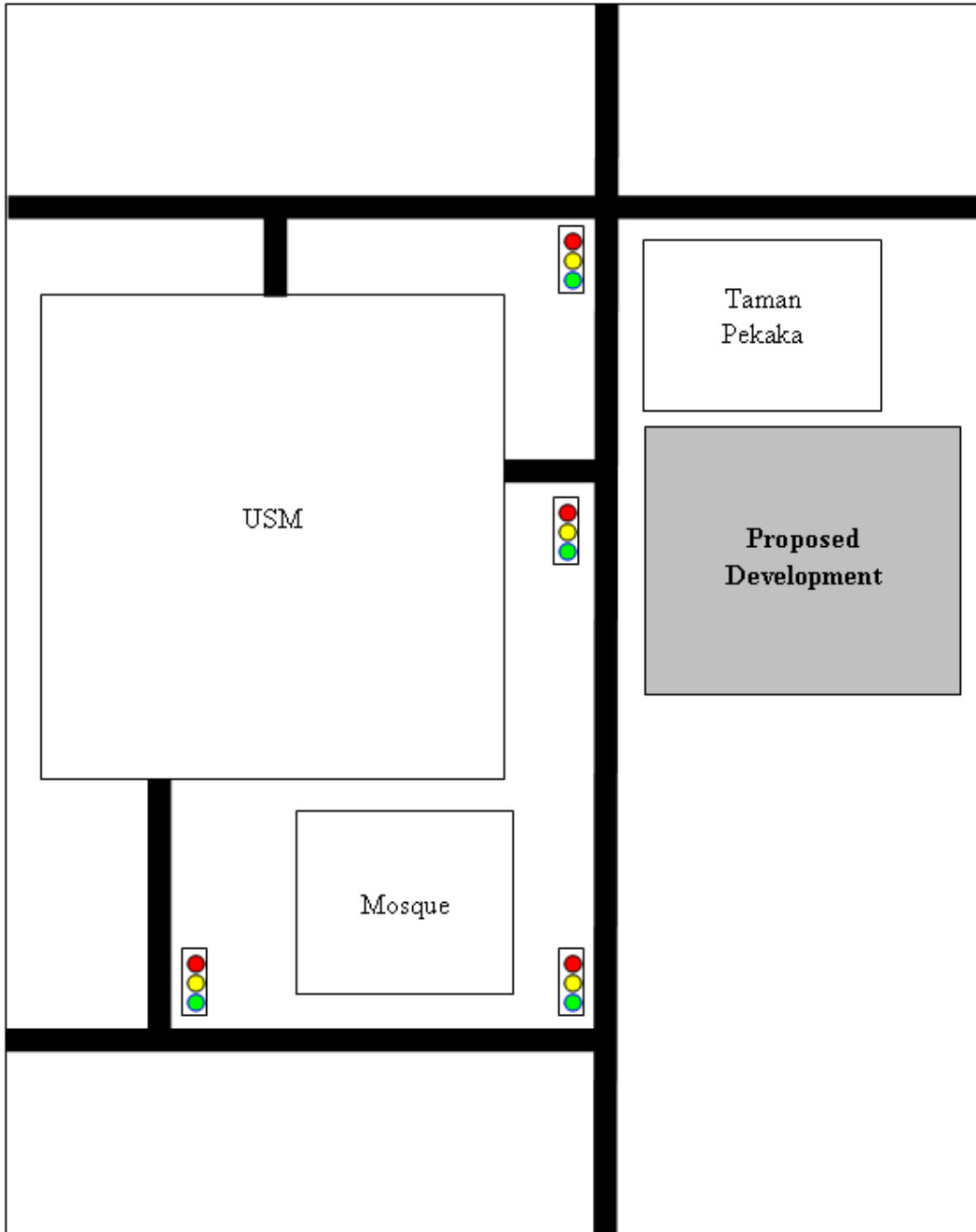
- (b) Explain the stages involved in a four-stage demand modeling. With the aid of a flow chart, explain the application of the four-stage demand modeling in traffic impact assessment study.

[8 marks]

- (c) You are given a project to assess the traffic impact surrounding the Engineering Campus, USM due to a housing scheme which will be built beside Taman Pekaka (opposite USM). The housing scheme is expected to be completed by year 2015.

- (i) Referring to Figure 5.0, explain the expected impact of the proposed development on the traffic surrounding USM.
- (ii) Explain in details the procedure of the study, including the kind of data needed and the factors that should be considered in the analysis.

[6 marks]



**Figure 5.0: Schematic plan of proposed development**

1. (a) *Nyatakan definisi laju setempat dengan laju ruang. Sekiranya anda diminta untuk menjalankan satu kajian kelajuan untuk memantau kelajuan berhubung dengan had laju, apakah jenis kajian yang akan dijalankan dan terangkan prosedur yang terlibat dalam menjalankan kajian tersebut.*

[8 markah]

- (b) *Dengan berbantuan lakaran, terangkan secara ringkas hubungan yang berikut:*

(i) *Aliran dan ketumpatan*

(ii) *Laju dan ketumpatan*

(iii) *Laju dan aliran*

(iv) *Laju, aliran dan ketumpatan*

[8 markah]

- (c) *Kira purata jarak kepala berdasarkan kepada maklumat dalam Jadual 1.0. Selepas itu, berdasarkan purata jarak kepala yang diperolehi, kira aliran lalu lintas.*

[4 markah]

**Jadual 1.0: Masa yang diambil oleh kenderaan penumpang untuk melintasi garisan rujukan**

<i>Turutan kenderaan penumpang semasa melintasi garisan rujukan</i>	<i>Masa ketika gandar belakang kenderaan penumpang melintasi garisan rujukan (s)</i>
Start	0.0
1	1.9
2	4.1
3	5.9
4	7.8
5	9.9
6	11.9
7	13.9
8	15.8
9	17.6
10	19.5
11	21.6
12	23.6
13	25.6
14	27.7
15	29.8
End	30.0

2. (a) Dengan berbantuan lakaran, terangkan jenis titik konflik di satu persimpangan empat dengan dua-lorong, dua-hala. Pada pendapat anda, apakah cara yang paling praktikal untuk mengurangkan titik konflik pada persimpangan berkenaan?

[8 markah]

- (b) Satu persimpangan berlampu isyarat ditunjukkan dalam Rajah 1.0 dicadangkan. Fasa lampu isyarat dan nisbah  $q/S$  untuk setiap jalan tuju untuk tahun 2010 ditunjukkan dalam Rajah 2.0

- (i) Kira aliran tepu bagi setiap jalan tuju berdasarkan kaedah Arahan Teknik (Jalan) dengan menggunakan maklumat dalam Jadual 2.0 hingga Jadual 5.0. Anggap 10% kenderaan belok kiri dari arah timur.
- (ii) Kira aliran lalu lintas untuk setiap pergerakan untuk tahun 2020 sekiranya kadar pertumbuhan lalu lintas adalah 4.5%.
- (iv) Rekabentuk lampu isyarat untuk tahun 2020 berdasarkan kaedah Highway Capacity Manual, dengan menggunakan  $X_c = 0.90$ .
- (v) Lakarkan gambarajah agihan masa isyarat.

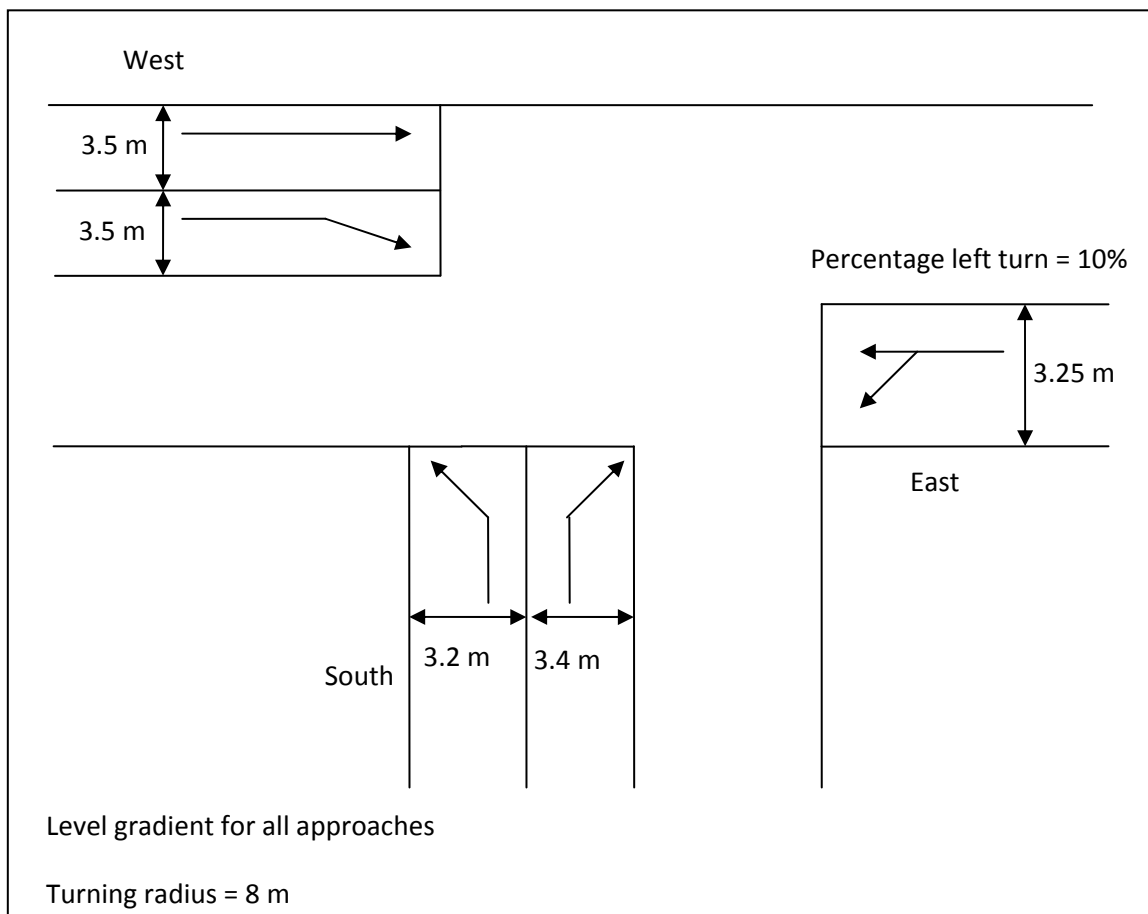
Diberi:

Masa kuning = 3 saat

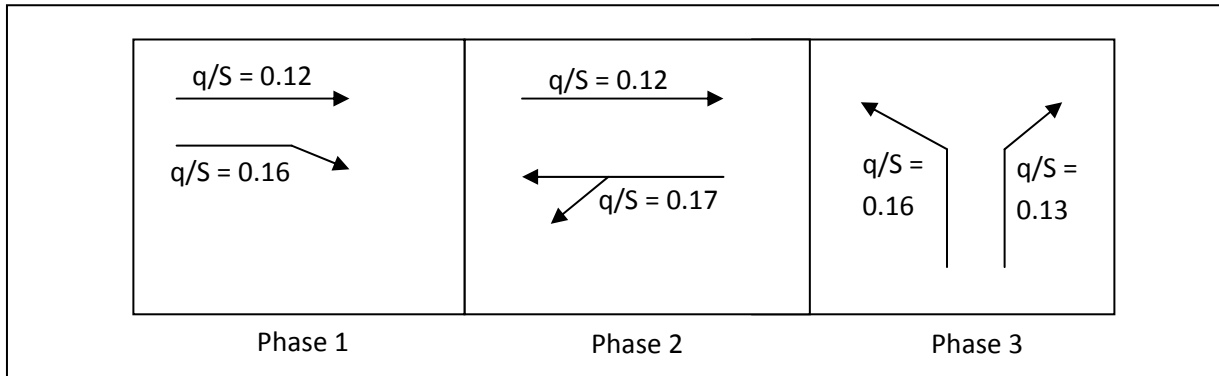
Masa semua fasa merah = 2 saat

Masa hilang setiap fasa = 2 saat

[12 markah]



Rajah 1.0: Geometri persimpangan



**Rajah 2.0: Fasa lampu isyarat yang dicadangkan dan nisbah  $q/S$  untuk tahun 2010**

**Jadual 2.0: Hubungan antara lebar jalan berkesan dengan aliran tepu**

Lebar lorong, $w$ (m)	Aliran tepu, $S$ (pcu/hr)
3.0	1845
3.25	1860
3.5	1885
3.75	1915
4.0	1965
4.25	2075
4.5	2210
4.75	2375
5.0	2560
5.25	2760



**Jadual 3.0: Faktor pembetulan untuk kesan gradien**

<i>F<sub>g</sub></i>	<i>Gradien</i>
0.85	For upward slope of 5% (+5%)
0.88	For upward slope of 4% (+4%)
0.91	For upward slope of 3% (+3%)
0.94	For upward slope of 2% (+2%)
0.97	For upward slope of 1% (+1%)
1.00	For level gradient (0%)
1.03	For downward slope of 1% (-1%)
1.06	For downward slope of 2% (-2%)
1.09	For downward slope of 3% (-3%)
1.12	For downward slope of 4% (-4%)
1.15	For downward slope of 5% (-5%)

**Jadual 4.0: Faktor pembetulan untuk kesan jejari membelok**

<i>F<sub>t</sub></i>	<i>Jejari membelok, R</i>
0.85	$R < 10 \text{ m}$
0.90	$10 \text{ m} < R < 15 \text{ m}$
0.96	$15 \text{ m} < R < 30 \text{ m}$

**Jadual 5.0: Faktor pembetulan untuk lalu lintas yang membelok**

<i>% aliran lalu lintas membelok</i>	<i>Faktor belok kanan, <math>F_r</math></i>	<i>Faktor belok kiri, <math>F_l</math></i>
5	0.96	1.00
10	0.93	1.00
15	0.90	0.99
20	0.87	0.98
25	0.84	0.97
30	0.82	0.95
35	0.79	0.94
40	0.77	0.93
45	0.75	0.92
50	0.73	0.91
55	0.71	0.90
60	0.69	0.89

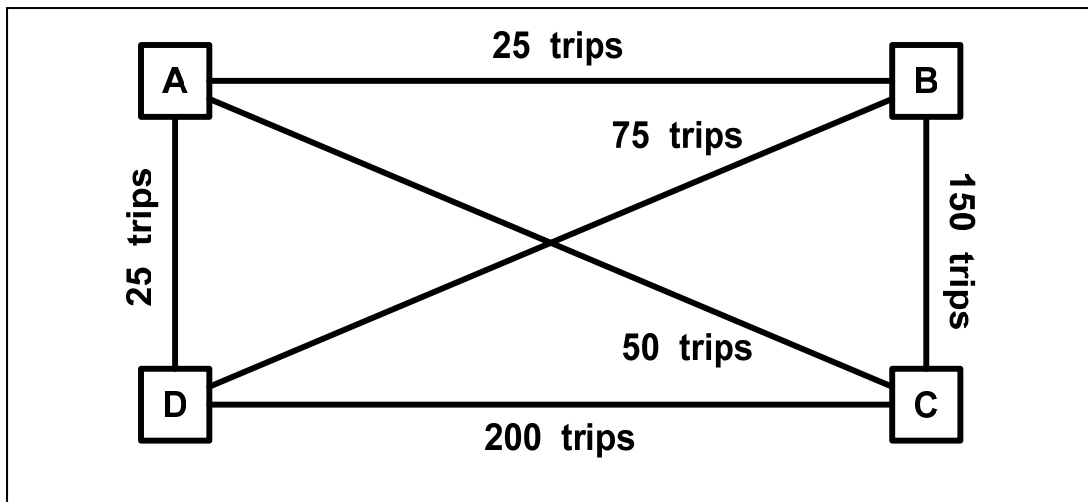
3. Satu kajian pengagihan perjalanan telah dijalankan di sebuah daerah kecil di Penang. Daerah ini telah dibahagikan kepada **Empat (4)** zon (Zon A, B, C dan D) dan setiap zon bersambung dengan zon yang lain dengan rangkaian lebuh raya seperti dalam Rajah 3.0. Perjalanan sedia ada (tahun 2010) dan kadar pertumbuhan setiap zon ditunjukkan dalam Jadual 6.0 dan bilangan perjalanan antara zon turut diberikan dalam Rajah 3.0. Berdasarkan kepada data diberikan, anda dikehendaki:

(a) Tentukan perjalanan akan datang (2010) untuk setiap zon.

[5 markah]

(b) Bangunkan Model Frata untuk Pengagihan Perjalanan dengan dua ulangan.

[15 markah]



*Rajah 3.0: Corak Perjalanan*

*Jadual 6.0: Perjalanan dan kadar pertumbuhan untuk setiap zon*

<i>Zon</i>	<i>Perjalanan sekarang (2010)</i>	<i>Kadar pertumbuhan (%)</i>
A	100	300
B	250	400
C	400	200
D	300	100

4. Satu pemisahan ragaman logit model telah dibangunkan menggunakan maklumat-maklumat dalam berikut. Tinjauan perjalanan menggunakan kereta dan bas telah dibuat seperti dalam jadual dibawah:

*Jadual 7.0: Parameter perkhidmatan*

<b>Model Parameter</b>	<b>Kereta</b>	<b>Bas</b>
X1, waiting time (min.)	0	10
X2, travel time (min.)	25	35
X3, parking time (min.)	7	0
X4, out-of-pocket cost (cents)	225	105
Ak, calibration constant	-0.33	-0.27

Fungsi kegunaan berikut telah ditentu ukur berdasarkan ragaman pemisah untuk kereta peribadi dan bas.

$$\text{Fungsi utiliti: } U_k = A_k - 0.10X_1 - 0.13X_2 - 0.12X_3 - 0.0045X_4$$

Setelah perkhidmatan bas dipertingkatkan, ragaman pemisah berubah kepada 80.6% untuk kereta peribadi manakala 19.4% untuk bas. Dengan data yang ada, anda dikehendaki untuk:

- (a) Hitungkan fungsi utiliti untuk setiap ragaman dan ragaman pemisah untuk setiap ragaman.

[10 markah]

- (b) Hitungkan pemalar penentu ukuran untuk kereta dan bas yang menggambarkan perubahan ini dalam ragaman pemisah (setelah dipertingkatkan).

[10 markah]

5. Satu kajian perjalanan telah dijalankan di sebuah bandar dalam tahun 2010. matrik asalan-destinasi ditunjukkan dalam Jadual 6.0. Bandar ini mempunyai 5 zon aktiviti (Zon 1, 2, 3, 4 dan 5) seperti dalam Rajah 4.0. Setiap zon berhubungan satu sama lain dengan rangkaian jalan dengan bilangan lorong dan kos yang berbeza. Semua kriteria ini boleh dilihat dalam Jadual 7.0. Daripada data-data yang diberikan ini, anda dikehendaki:

- (a) Gambarkan model perjalanan untuk semua rangkaian (zon ke zon) dengan menggunakan kaedah semua-atau-tiada (Minimum Path Trees).

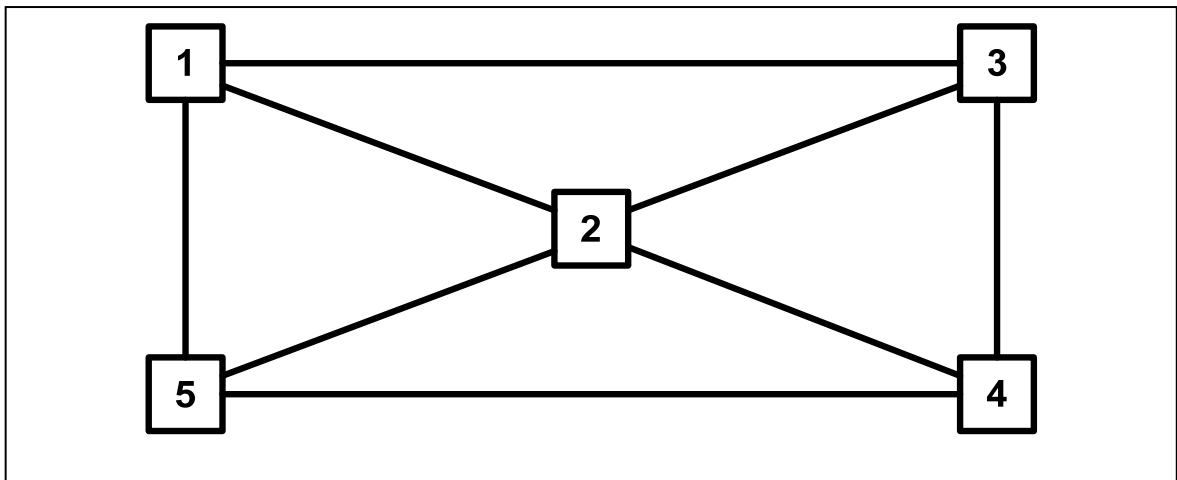
[5 markah]

- (b) Tentukan jumlah perjalanan untuk setiap satu sambungan dengan kos untuk semua perjalanan.

[15 markah]

**Jadual 6.0 : Matrix asalan-destinasi untuk tahun 2010 (perjalanan/lorong)**

<b>Zon</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	0	60	70	80	30
<b>2</b>	40	0	30	65	80
<b>3</b>	90	45	0	20	60
<b>4</b>	80	70	90	0	30
<b>5</b>	30	65	75	55	0



**Rajah 4.0: Jaringan jalan raya**

**Jadual 7.0: Ciri perkhidmatan**

<b>Rangkaian</b>	<b>Kos (RM)</b>	<b>Bilangan Lorong</b>
<b>1 – 2</b>	8	1
<b>2 – 1</b>	8	1
<b>1 – 3</b>	15	1
<b>3 – 1</b>	15	1
<b>1 – 5</b>	5	2
<b>5 – 1</b>	5	2
<b>2 – 3</b>	3	2
<b>3 – 2</b>	3	2
<b>2 – 4</b>	5	2
<b>4 – 2</b>	5	2
<b>2 – 5</b>	12	2
<b>5 – 2</b>	12	2
<b>3 – 4</b>	7	1
<b>4 – 3</b>	7	1
<b>4 – 5</b>	6	2
<b>5 – 4</b>	6	2

6. (a) *Apakah yang anda faham berkenaan dengan “pengangkutan mapan”. Bincangkan kepentingan kajian impak lalu lintas (TIA) dalam pembangunan mapan.*

*[6 markah]*

- (b) *Terangkan tahap-tahap dalam empat-tahap permintaan pengangkutan. Dengan berbantuan carta aliran, terangkan aplikasi empat-tahap permintaan pengangkutan dalam kajian impak lalu lintas.*

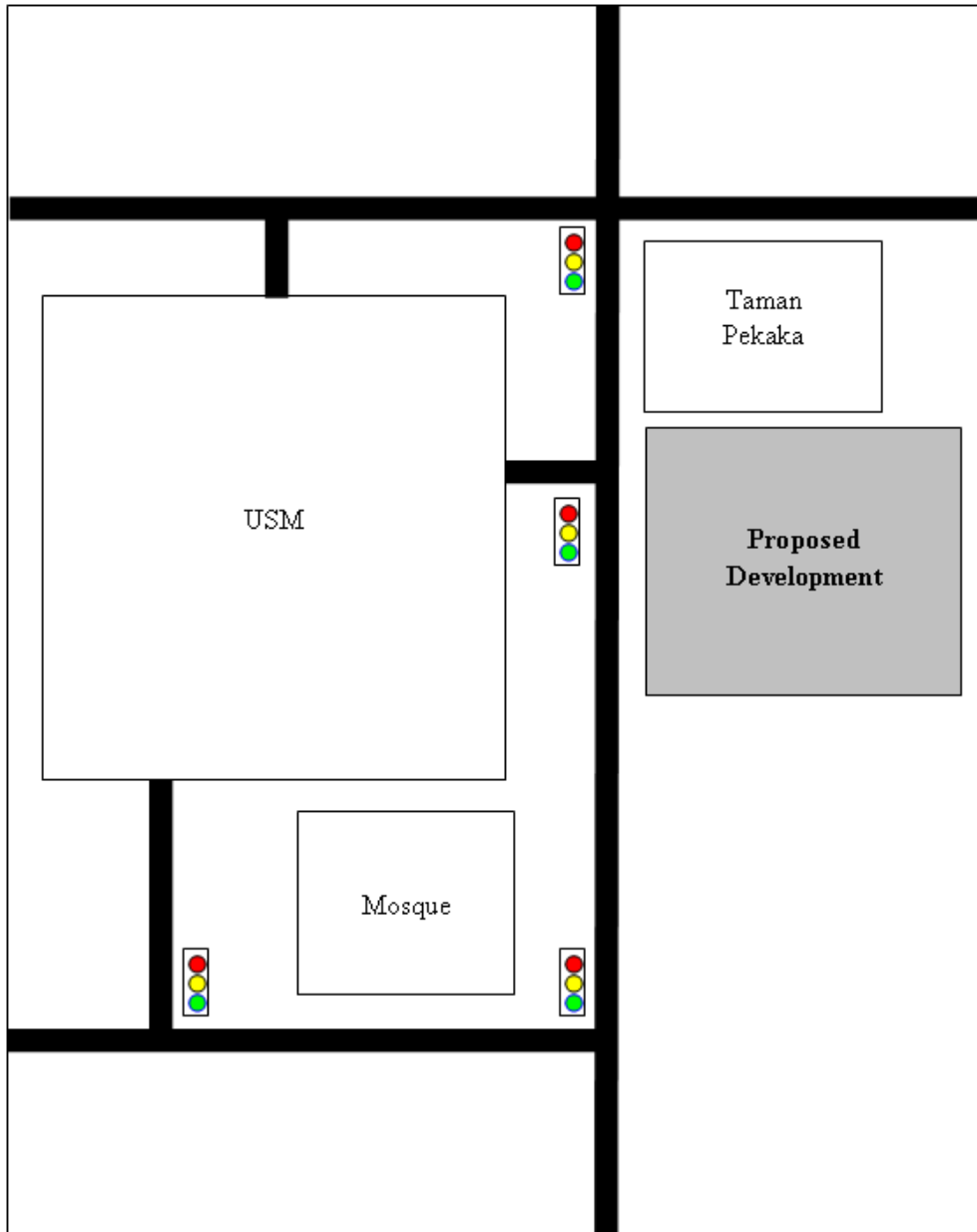
*[8 markah]*

- (c) *Anda diberikan satu projek untuk mengkaji impak lalu lintas di sekitar Kampus Kejuruteraan, USM disebabkan oleh satu pembangunan kawasan perumahan di sebelah Taman Pekaka (berhadapan USM). Kawasan perumahan tersebut dijangka siap pada tahun 2015.*

- (i) *Berdasarkan kepada Rajah 5.0, terangkan impak lalu lintas yang dijangkakan berlaku disebabkan oleh pembangunan tersebut ke atas aliran lalu lintas di sekitar USM.*

- (ii) *Terangkan secara terperinci prosedur kajian tersebut, termasuk jenis data yang diperlukan dan faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam analisis.*

*[6 markah]*



*Rajah 5.0: Pelan skema pembangunan yang dicadangkan*