
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2010/2011 Academic Session

April/May 2011

EAL 335/4 – Highway & Transportation Engineering
[Kejuruteraan Pengangkutan dan Lalulintas]

Duration: 3 hours
Masa : 3 jam

Please check that this examination paper consists of **EIGHTEEN (18)** pages of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LAPAN BELAS (18)** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

Instructions : This paper contains **SIX (6)** questions. Answer **FIVE (5)** questions.

Arahan : Kertas ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** 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. (a) Explain in detail **THREE (3)** applications of speed based on a speed study. [6 marks]
- (b) A traffic survey was conducted at Jalan Perkasa, which is a multilane road, to determine the relationship of space mean speed, flow and density. Results of the study are shown in Table 1. Assuming the relationship between speed and density is linear, by plotting the speed-density graph determine:
- (i) free-flow speed
 - (ii) jam density
 - (iii) the maximum flow (per lane) for Jalan Perkasa

Table 1: Results of study at Jalan Perkasa

Space mean speed (km/hr)	Flow (pcu/hr/lane)
47.8	1350
52.6	1360
50.5	1318
49.8	1358
44.3	1360
45.7	1320
55.2	1307
60.7	1140
57.8	1240
62.4	1105

[7 marks]

- (c) If Jalan Perkasa is a two-lane per direction road and is currently experiencing bottleneck situation at a section of the road, in which one lane is closed for traffic due to construction work, determine the speed of vehicles at that section of road if the maximum flow at that bottleneck section is 1100 pcu/hr/ln and average headway for passenger cars at almost standstill position is 5.5m. Use Greenshield's Model to solve the problem

[7 marks]

2. (a) Discuss briefly **FOUR (4)** factors which influence the capacity of a signalised intersection [4 marks]
- (b) A signalized intersection located at Jalan Intan with the junction configuration as shown in Figure 1 is proposed. The hourly design volume during year 2011 is as shown in Table 2 and the proposed traffic signal phasing is shown in Figure 2. Annual growth rate is 5.5% and assume amber time = 3 s and all-red interval = 2 s.
- (i) Sketch the ring diagram.
 - (ii) Calculate saturation flow based on Arahan Teknik (Jalan) method using the information in Table 3, 4, 5 and 6.
 - (iii) Determine minimum cycle length that will avoid oversaturation.
 - (iv) Design for the traffic signal for year 2021 based on Highway Capacity Manual method using:
 - $X_c = 0.90$
 - $X_c = 0.95$
 - (v) Sketch the signal timing distribution diagram based on both values of X_c and discuss on the differences.

[16 marks]

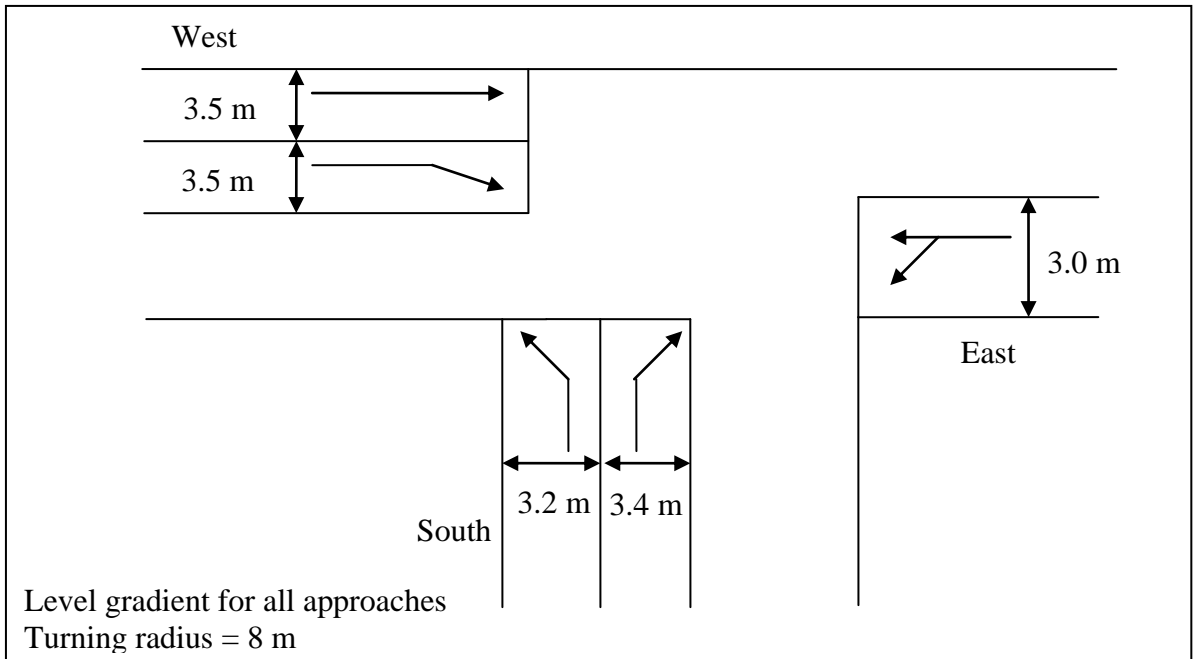


Figure 1: Junction layout

Table 2: Design hourly volume (existing-year 2011)

Approach	Direction	Flow (pcu/hr)
South	Left-turn	155
	Right-turn	214
East	Left-turn	52
	Straight through	295
West	Straight through	112
	Right-turn	245

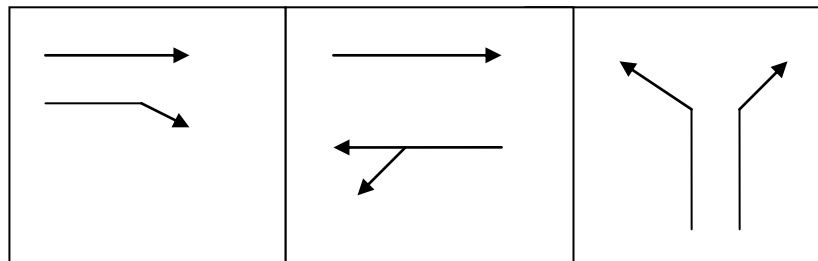


Figure 2: Phasing diagram

Table 3: 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 4: Correction factor for the effect of gradient

F _g	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 5: Correction factor for the effect of turning radius

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

Table 6: 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) Give **THREE (3)** advantages and **THREE (3)** disadvantages of signalised intersections.

[6 marks]

- (b) You are given a project to assess the traffic impact surrounding USM, Engineering Campus due to a housing scheme (Taman Impian) which will be built beside Taman Pekaka (opposite USM) as shown in Figure 3. The proposed development can be accessed through a signalised intersection which is Junction C as well as through a small road from Taman Pekaka. The housing scheme is expected to be completed by year 2015. Table 7 shows the proposed development

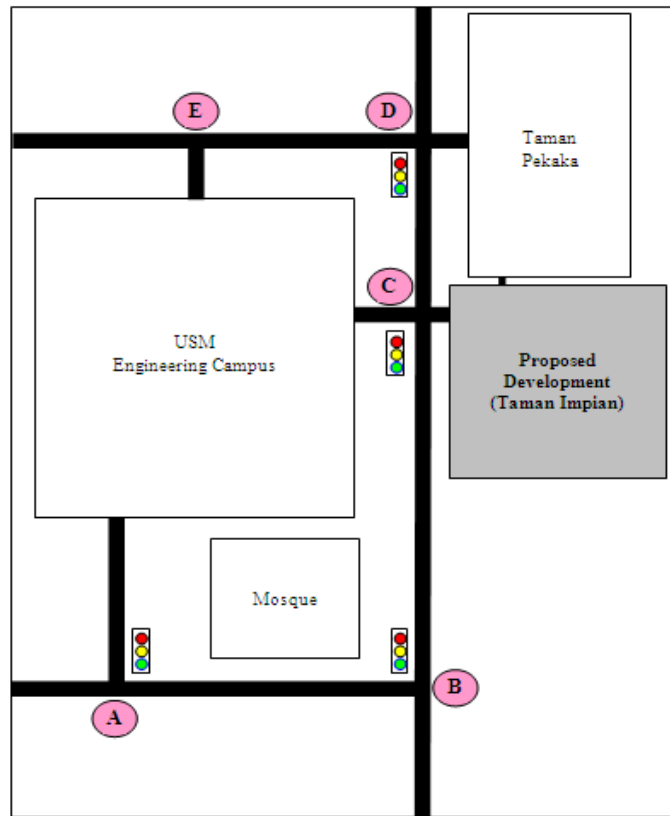


Figure 3: Schematic plan of proposed development

Table 7: Proposed development

No.	Land use	Unit
1	Terrace house	215 units
2	Flat	60 units
3	Supermarket	100 tsf

- (i) By using the trip generation information from Table 8 which was extracted from Trip Generation Manual, Malaysia, 2010, estimate the trips generated and attracted by the proposed development for both AM peak and PM peak periods using regression equation and average rate. Explain the differences between the trips estimated based on regression equation and average rate. Also, give recommendations as which values should be used.

[8 marks]

Table 8: Trip generation information (Trip Generation Manual, Malaysia, 2010)

No.	Land use	Time	Regression equation	Rate	Percent		Pcu/veh
					In	Out	
1	Terrace house	AM	$T = 0.6316 (x) + 25.8197$	0.78	29	71	0.89
		PM	$T = 0.6416 (x) + 14.0177$	0.76	60	40	0.85
2	Flat	AM	$T = 0.2661 (x) + 33.6072$	0.48	27	73	0.91
		PM	$T = 0.2352 (x) + 32.8120$	0.45	63	37	0.88
3	Supermarket	AM	$T = 3.4852 (x) + 54.0000$	8.79	54	46	0.89
		PM	$T = 3.8326 (x) + 112.5600$	11.47	52	48	0.84

- (ii) Based on the schematic plan of the proposed development shown in Figure 3, propose a detail plan for traffic survey

[6 marks]

4. Trip generation is the first stage of Travel Demand Forecasting Process. The government plans to construct some facilities based on the current results of trip generation survey. Table 9 shows each model of trip generation AM and PM peak of each land use. Table 10 shows the number of units based on survey data during year 2010. If the units growth rate of each facilities is 15% per year, answer the followings:
- (a) Total trips in pcu/veh. of each land use of AM and PM peak in 2012. [4 marks]
 - (b) The AM and PM peak trip “Attraction” and “Production” in pcu/veh for each land use in 2012. [4 marks]
 - (c) If the total trip “Production” during the AM and PM peaks of each land use are equally distributed, determine total trips “Attraction” of each land use. [6 marks]
 - (d) If the total trips of AM and PM peak of Terrace house, Shop house and Detached/Semi-detached are the same at 500 units and total trips of AM and PM peak of Primary school and Secondary school are the same at 2000 student, determine the trip generation model and the total trips in pcu/veh. [6 marks]

Table 9: Trip Generation Model

	Land use	Peak	Figures	In %	Out %	pcu/veh
1	Terrace house	AM PM	$T = 0.75(x) + 22.6$ $T = 0.53(x) + 80.1$	29 61	71 39	0.90 0.87
2	Shop house	AM PM	$T = 8.06(x) + 11.9$ $T = 10.68(x) + 34.7$	59 52	41 48	0.90 0.87
3	Detached/ Semi-detached	AM PM	$T = 1.89(x) - 20.9$ $T = 0.53(x) - 23.1$	42 56	58 44	0.88 0.91
4	Primary School	AM PM	$T = 0.26(x)$ $T = 0.23(x)$	70 46	30 54	0.92 0.91
5	Secondary School	AM PM	$T = 0.19(x)$ $T = 0.17(x)$	73 41	27 59	0.95 0.96

Table 10: Number of units of each land use

Year 2010			
	Land use	Var	Unit
1	Terrace house	Units	250
2	Semi Detached house	Units	70
3	Shop houses	Units	35
4	Primary School	Students	1500
5	Secondary School	Students	850

5. A trip distribution study was conducted at Pulau Pinang. The area has been divided into **FOUR (4)** zones (Teluk Bahang, Georgetown, USM main campus and Balik Pulau) and each zone is connected with other zones by highway network as shown in Figure 4. Annual growth rate of each zone are given in Table 11 and the number of trips between zones (year 2010) is shown in table 12. Using this information, answer the following questions:

- (a) Determine the trips of each zone for year 2012. [5 marks]

- (b) Determine trips distribution of each zone using Fratar model with two iterations. [5 marks]

- (c) Determine trips distribution of each zone using Average model with two iterations. [5 marks]

- (d) Compare results (b) and (c). Which model gives the most suitable result and give a brief comments. [5 marks]

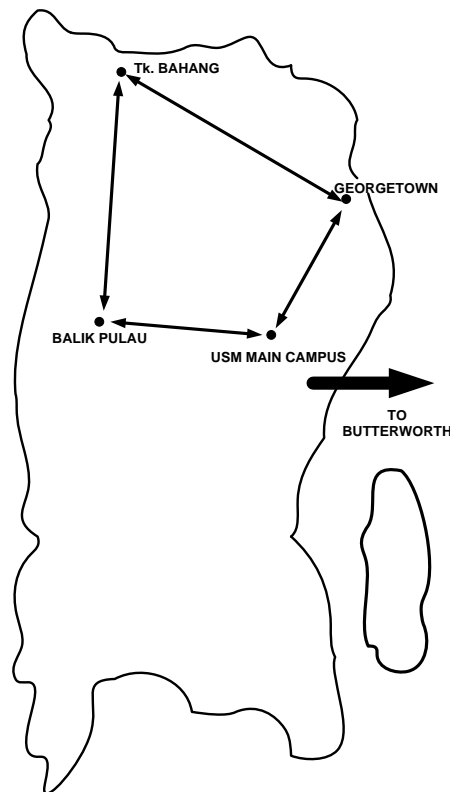


Figure 4: Link node network

Table 11: Growth Rate of Zones

Zone	Growth Rate (%) per year
Teluk Bahang	300
Georgetown	400
USM main campus	200
Balik Pulau	100

Table 12: Trips at links at year during 2010

Links	Present Trips (year 2010)
Teluk Bahang - Georgetown	25
Teluk Bahang - USM main campus	50
Teluk Bahang - Balik Pulau	25
Georgetown - Teluk Bahang	25
Georgetown - USM main campus	150
Georgetown - Balik Pulau	75
USM main campus - Teluk Bahang	50
USM main campus - Georgetown	150
USM main campus - Balik Pulau	200
Balik Pulau - Teluk Bahang	25
Balik Pulau - Georgetown	75
Balik Pulau - USM main campus	200

6. The trips assignment study have been done in five centers in Perak. The centers are Taiping, Gopeng, Cameron Highlands, Batang Padang and Teluk Intan. Figure 5 shows link node network, while Table 13 shows cost per trip between centers and Table 14 shows number of trips from zone to other centers. Based on the above information:

- (a) Determine the minimum path (center to center) using the all-or-nothing method and draw the diagram. [4 marks]
- (b) Determine total trips of each individual link. [4 marks]
- (c) Determine total cost of all trips. [5 marks]
- (d) If all access of local road from and to Gopeng have to use toll highway with toll fee of RM 2.80 per trip, determine the minimum path and total trips of each individual link. [7 marks]

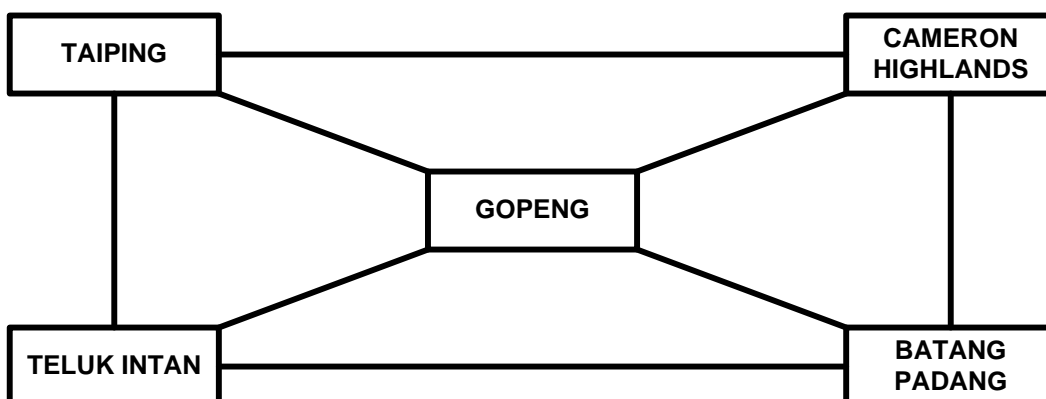


Figure 5: Link node network

Table 13: Cost per trips between centers (RM)

Zone	Cost per trips Between Zones (RM)				
	Taiping	Gopeng	Cameron Highlands	Batang Padang	Teluk Intan
Taiping	0	8	15	N.A	5
Gopeng	8	0	3	5	12
Cameron Highlands	15	3	0	7	N.A
Batang Padang	N.A	5	7	0	6
Teluk Intan	5	12	N.A	6	0

Table 14: Trips between centers

Zone	Trips Between Zones				
	Taiping	Gopeng	Cameron Highlands	Batang Padang	Teluk Intan
Taiping	0	50	60	70	30
Gopeng	40	0	30	60	80
Cameron Highlands	90	40	0	20	50
Batang Padang	80	70	90	0	30
Teluk Intan	30	40	50	60	0

1. (a) Terangkan secara terperinci **TIGA (3)** aplikasi laju berdasarkan satu kajian kelajuan.

[6 markah]

- (b) Satu kajian lalu lintas telah dijalankan di Jalan Perkasa, iaitu satu jalan pelbagai lorong, untuk menentukan hubungan antara laju min ruang, aliran dan ketumpatan. Keputusan kajian ditunjukkan dalam Jadual 1. Dengan menganggap hubungan antara laju dengan ketumpatan adalah lurus, dengan plot graf laju-ketumpatan tentukan:

- (i) laju aliran bebas
(ii) ketumpatan sesak
(iii) aliran maksimum (per lorong) untuk Jalan Perkasa

Jadual 1: Keputusan kajian di Jalan Perkasa

Laju min ruang (km/j)	Aliran (ukp/j/lorong)
47.8	1350
52.6	1360
50.5	1318
49.8	1358
44.3	1360
45.7	1320
55.2	1307
60.7	1140
57.8	1240
62.4	1105

[7 markah]

- (c) Sekiranya Jalan Perkasa merupakan jalan dua-lorong sehala yang sedang mengalami situasi pergantungan di sebahagian jalan, di mana satu lorong ditutup untuk laluan disebabkan oleh kerja-kerja pembinaan, tentukan kelajuan kenderaan pada bahagian jalan yang sedang mengalami pergantungan tersebut sekiranya aliran maksimum di bahagian genting ialah 1100 ukp/j/lorong dan purata jarak kepala untuk kenderaan penumpang dalam keadaan berhenti adalah 5.5 m. Guna Model Greenshield untuk menyelesaikan masalah ini

[7 markah]

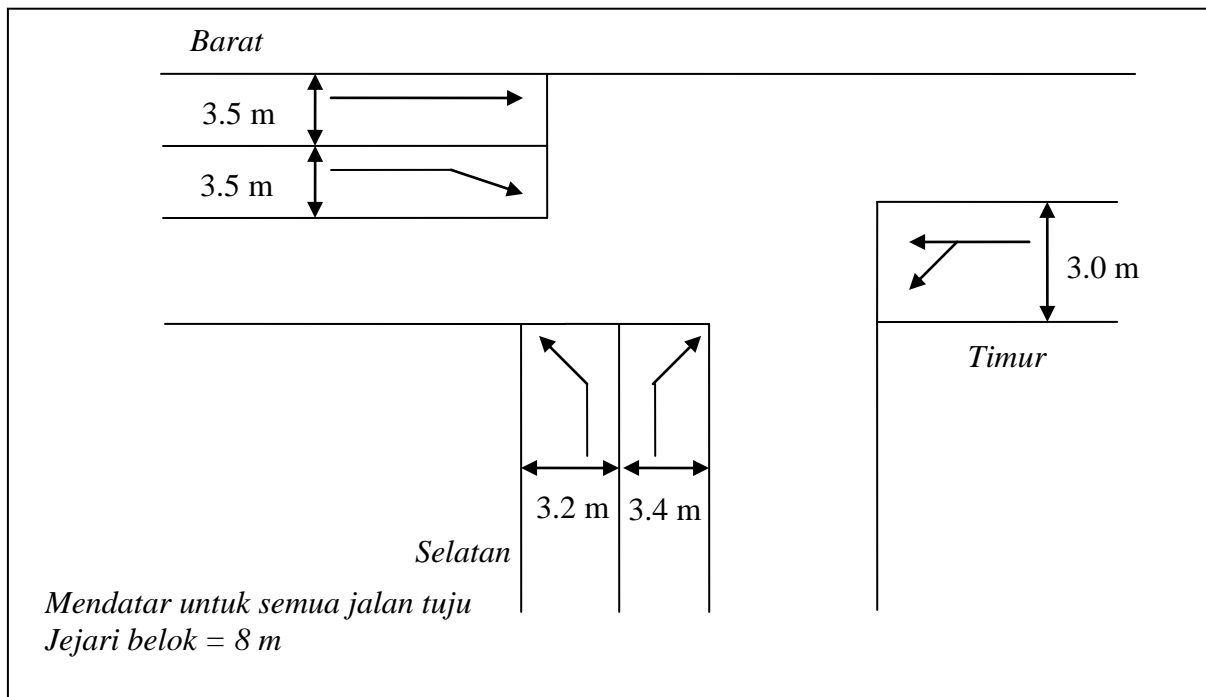
2. (a) Terangkan secara ringkas **EMPAT (4)** faktor yang mempengaruhi kapasiti suatu persimpangan berlampu isyarat

[4 markah]

- (b) Satu persimpangan berlampu isyarat di Jalan Intan dengan konfigurasi simpang seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1 dicadangkan. Aliran rekabentuk jaman untuk tahun 2011 ditunjukkan dalam Jadual 2 dan fasa lampu isyarat yang dicadangkan ditunjukkan dalam Rajah 2. Kadar pertumbuhan tahunan adalah 5.5% dan anggap masa kuning = 3 s dan masa-semua-merah = 2 s.

- (i) Lakarkan rajah cincin.
- (ii) Kira aliran tepu dengan berdasarkan kaedah Arahan Teknik (Jalan) method dengan menggunakan maklumat dalam Jadual 3, 4, 5 dan 6.
- (iii) Tentukan masa kitar minimum yang diperlukan untuk mengelak tepuan lebih.
- (iv) Rekabentuk lampu isyarat untuk tahun 2021 berdasarkan kepada kaedah Highway Capacity Manual dengan menggunakan:
 - $X_c = 0.90$
 - $X_c = 0.95$
- (v) Lakarkan rajah agihan masa lampu isyarat dengan berdasarkan kedua-dua nilai X_c can bincangkan perbezaannya.

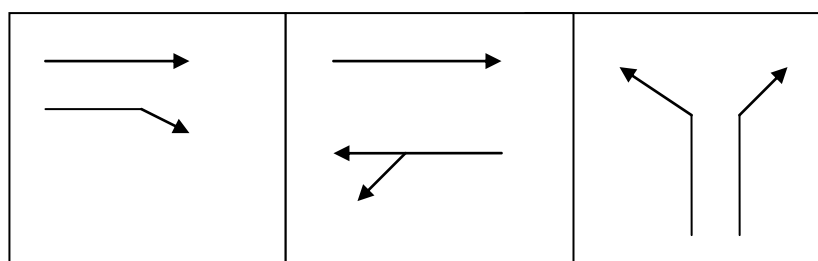
[16 markah]



Rajah 1: Lakaran Simpang

Jadual 2: Aliran rekabentuk jaman (tahun semasa-tahun 2011)

Jalan tuju	Arah pergerakan	Aliran (ukp/j)
Selatan	Belok kiri	155
	Belok kanan	214
Timur	Belok kiri	52
	Terus	295
Barat	Terus	112
	Belok kanan	245



Rajah 2: Gambarajah fasa

Jadual 3: Hubungan antara lebar jalan berkesan dengan aliran tepu

Lebar lorong, w (m)	Aliran tepu, S (ukp/j)
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 4: Faktor pembedahan untuk kesan gradien

F_g	Gradien
0.85	Untuk cerun menaik 5% (+5%)
0.88	Untuk cerun menaik 4% (+4%)
0.91	Untuk cerun menaik 3% (+3%)
0.94	Untuk cerun menaik 2% (+2%)
0.97	Untuk cerun menaik 1% (+1%)
1.00	Untuk kawasan mendatar (0%)
1.03	Untuk cerun menurun 1% (-1%)
1.06	Untuk cerun menurun 2% (-2%)
1.09	Untuk cerun menurun 3% (-3%)
1.12	Untuk cerun menurun 4% (-4%)
1.15	Untuk cerun menurun 5% (-5%)

Jadual 5: Faktor pembedahan untuk kesan jejari membelok

F_t	Jejari membelok, R
0.85	$R < 10$ m
0.90	10 m $< R < 15$ m
0.96	15 m $< R < 30$ m

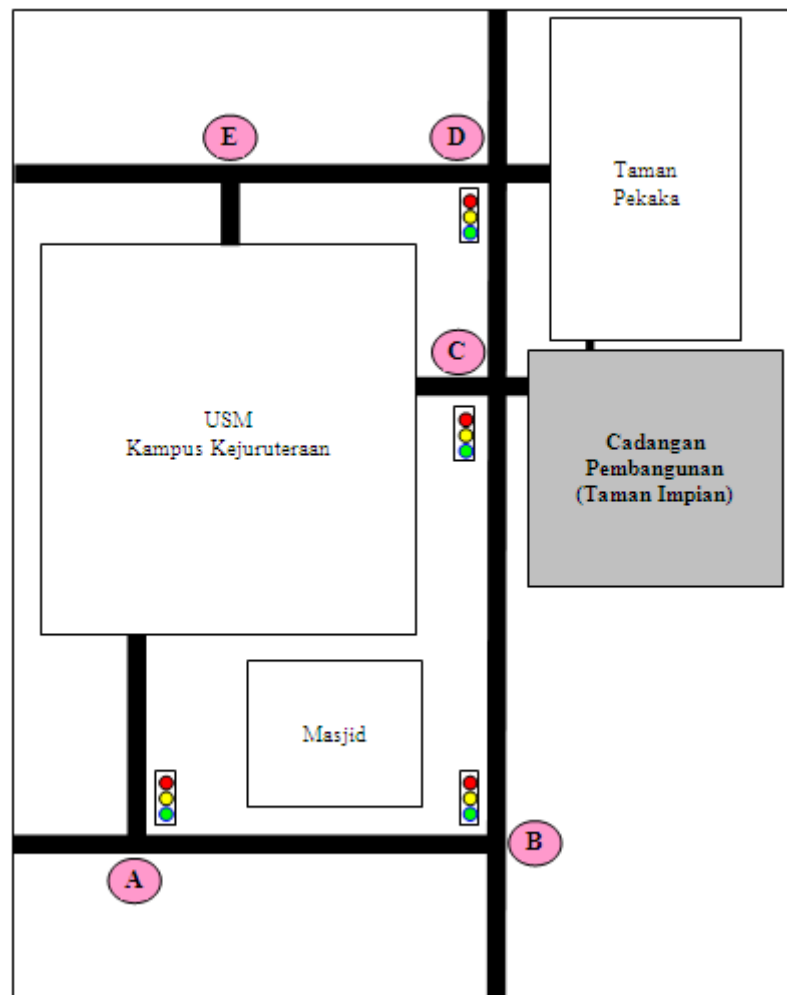
Jadual 6: Faktor pembedahan untuk lalu lintas yang membelok

% aliran lalu lintas membelok	Faktor belok kanan, F_r	Faktor belok kiri, 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) Berikan **TIGA (3)** kebaikan dan **TIGA (3)** keburukan persimpangan berlampu isyarat.

[6 markah]

- (b) 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) seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3. Cadangan pembangunan boleh dicapai melalui satu persimpangan berlampu isyarat iaitu Simpang C dan juga melalui satu lorong kecil daripada Taman Pekaka. Kawasan perumahan tersebut dijangka siap pada tahun 2015. Jadual 7 menunjukkan pembangunan yang dicadangkan.



Rajah 3: Pelan skema pembangunan yang dicadangkan

Jadual 7: Cadangan pembangunan

No.	Guna tanah	Unit
1	Rumah teres	215unit
2	Rumah Pangsa	60 unit
3	Pasaraya	100 tsf

- (i) Dengan menggunakan maklumat penjanaaan perjalanan daripada Jadual 8 yang diambil daripada Manual Penjanaaan Perjalanan, Malaysia, 2010, anggarkan perjalanan yang dijana dan ditarik oleh cadangan pembangunan tersebut untuk kedua-dua waktu puncak pagi dan waktu puncak petang dengan menggunakan persamaan regresi dan kadar. Terangkan perbezaan perjalanan yang dianggarkan berdasarkan persamaan regresi dan kadar. Juga, bagi cadangan nilai yang harus digunakan.

[8 markah]

Jadual 8: Maklumat penjanaaan perjalanan (Manual Penjanaaan Perjalanan, Malaysia, 2010)

No.	Guna tanah	Waktu	Persamaan regresi	Kadar	Peratus		Ukp/ kend
					Masuk	Keluar	
1	Rumah teres	AM	$T = 0.6316(x) + 25.8197$	0.78	29	71	0.89
		PM	$T = 0.6416(x) + 14.0177$	0.76	60	40	0.85
2	Rumah pangsa	AM	$T = 0.2661(x) + 33.6072$	0.48	27	73	0.91
		PM	$T = 0.2352(x) + 32.8120$	0.45	63	37	0.88
3	Pasaraya	AM	$T = 3.4852(x) + 54.0000$	8.79	54	46	0.89
		PM	$T = 3.8326(x) + 112.5600$	11.47	52	48	0.84

- (ii) Berdasarkan kepada pelan skematik cadangan pembangunan yang ditunjukkan dalam Rajah 3, cadangkan satu rancangan kajian lalu lintas yang terperinci

[6 markah]

4. Penjanaaan Perjalanan adalah tahap pertama dari Proses Peramalan Permintaan Perjalanan. Kerajaan bercadang untuk membina beberapa kemudahan berdasarkan hasil kajian penjanaaan perjalanan. Jadual 1 menunjukkan masing-masing model dari penjanaaan perjalanan waktu puncak pagi dan waktu puncak petang. Jadual 2 menunjukkan jumlah unit berdasarkan kajian pada tahun 2010. Jika kadar pertumbuhan unit masing-masing adalah 15% setiap tahun. Anda dikehendaki untuk menghitung:

- (a) Jumlah perjalanan di smp/kend. waktu puncak pagi dan waktu puncak petang dari setiap guna lahan pada tahun 2012.

[4 markah]

- (b) Perjalanan "Pengeluaran" dan "Penarikan" waktu puncak pagi dan waktu puncak petang di smp/kend. dari setiap guna lahan pada tahun 2012.

[4 markah]

- (c) Apabila jumlah perjalanan "Pengeluaran" waktu puncak pagi dan waktu puncak petang setiap guna lahan teragih secara merata kepada unit lainnya, tentukan jumlah perjalanan "Penarikan" dari masing-masing guna lahan di smp/kend.

[6 markah]

- (d) Jika jumlah perjalanan waktu puncak pagi dan waktu puncak petang bagi Rumah teres, Rumah kedai dan Rumah berkembar adalah sama pada 500 unit dan jumlah perjalanan waktu puncak pagi dan waktu puncak petang adalah sama bagi Sekolah rendah dan Sekolah menengah pada 2000 pelajar. Tentukan model penjanaaan perjalanan dari waktu puncak pagi dan waktu puncak petang dan jumlah perjalanan waktu puncak pagi dan waktu puncak petang.

[6 markah]

Rajah 9: Model penjanaaan perjalanan

	Guna lahan	Puncak	Model	Masuk %	Keluar %	pcu/veh
1	Rumah teres	AM	$T = 0.75x + 22.6$	29	71	0.90
		PM	$T = 0.53x + 80.1$	61	39	0.87
2	Rumah kedai	AM	$T = 8.06x + 11.9$	59	41	0.90
		PM	$T = 10.68x + 34.7$	52	48	0.87
3	Rumah berkembar	AM	$T = 1.89x - 20.9$	42	58	0.88
		PM	$T = 0.53x - 23.1$	56	44	0.91
4	Sekolah rendah	AM	$T = 0.26x$	70	30	0.92
		PM	$T = 0.23x$	46	54	0.91
5	Sekolah menengah	AM	$T = 0.19x$	73	27	0.95
		PM	$T = 0.17x$	41	59	0.96

Rajah 10: Jumlah unit guna lahan

Tahun 2010			
	Guna lahan	Var	Unit
1	Rumah teres	Unit	250
2	Rumah berkembar	Unit	70
3	Rumah kedai	Unit	35
4	Sekolah rendah	Pelajar	1500
5	Sekolah menengah	Pelajar	850

5. Satu kajian pengagihan perjalanan telah dijalankan di Pulau Pinang. Daerah ini telah dibahagikan kepada **EMPAT (4)** zon (Teluk Bahang, Georgetown, kampus USM utama dan Balik Pulau) dan setiap zon bersambung dengan zon yang lain dengan rangkaian lebuhraya seperti terlihat dalam Rajah 4. Kadar pertumbuhan untuk setiap zon diberikan dalam Jadual 11 dan jumlah perjalanan antara zon (tahun 2010) diberikan dalam Jadual 12. Dengan menggunakan maklumat ini, anda dikehendaki menjawab soalan-soalan berikut:

(a) Tentukan jumlah perjalanan setiap zon pada tahun 2012.

[5 markah]

(b) Tentukan pengagihan perjalanan setiap zon menggunakan model Fratar dengan dua ulangan.

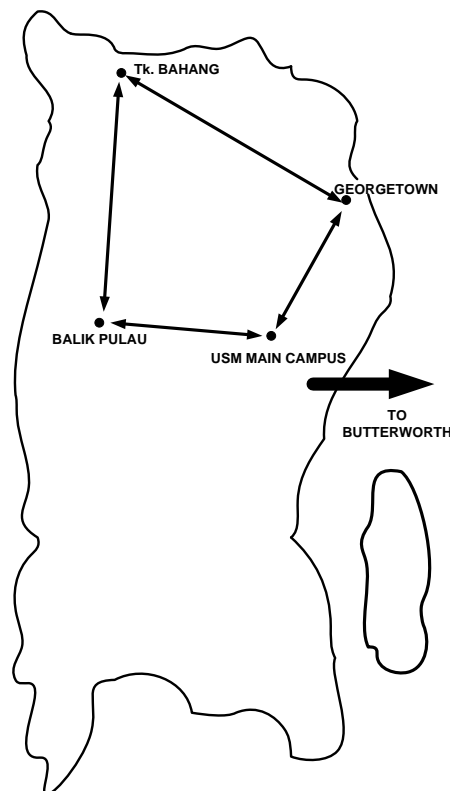
[5 markah]

(c) Tentukan pengagihan perjalanan setiap zon menggunakan model rata-rata dengan dua ulangan.

[5 markah]

(d) Bandingkan hasil (b) dan (c). Mana satukah yang memberikan hasil paling sesuai dan berikan komen secara ringkas.

[5 markah]



Rajah 4: Sambungan titik temuan rangkaian

Jadual 11: Kadar pertumbuhan zon

Zon	Kadar pertumbuhan (%) setiap tahun
Teluk Bahang	300
Georgetown	400
USM kampus induk	200
Balik Pulau	100

Jadual 12: Perjalanan pada sambungan untuk tahun 2010

Sambungan	Perjalanan terkini (tahun 2010)
Teluk Bahang - Georgetown	25
Teluk Bahang - USM kampus induk	50
Teluk Bahang - Balik Pulau	25
Georgetown - Teluk Bahang	25
Georgetown - USM kampus induk	150
Georgetown - Balik Pulau	75
USM kampus induk - Teluk Bahang	50
USM kampus induk - Georgetown	150
USM kampus induk - Balik Pulau	200
Balik Pulau - Teluk Bahang	25
Balik Pulau - Georgetown	75
Balik Pulau - USM kampus induk	200

6. Kajian pengumpulan perjalanan telah dijalankan di lima pusat bandar di Perak. Pusat-pusat bandar iaitu Taiping, Gopeng, Cameron Highlands, Batang Padang dan Teluk Intan. Rajah 2 menunjukkan sambungan rangkaian, Jadual 5 menunjukkan kos perjalanan antara pusat bandar dan jadual 6 menunjukkan jumlah perjalanan dari pusat bandar ke pusat bandar yang lain. Berdasarkan maklumat ini:

(a) Tentukan laluan minimum (pusat ke pusat) dengan menggunakan kaedah pengumpulan Semua-atau-Tiada dan gambarkan lakaran.

[4 markah]

(b) Tentukan Jumlah perjalanan setiap rangkaian individu.

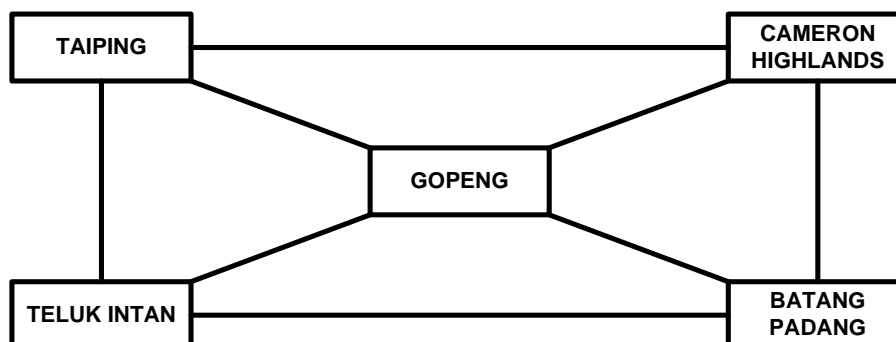
[4 markah]

(c) Tentukan jumlah harga dari semua perjalanan.

[5 markah]

(d) Jika semua akses jalan lokal dari dan kepada Gopeng mesti melalui jalan raya tol dengan bayaran RM 2.80 setiap perjalanan, tentukan laluan minimum dan jumlah perjalanan setiap rangkaian individu.

[7 markah]



Rajah 5: Sambungan titik temuan rangkaian

Jadual 13: Harga bagi setiap perjalanan antara pusat (RM)

<i>Zon</i>	<i>Kos setiap perjalanan antara zon (RM)</i>				
	<i>Taipung</i>	<i>Gopeng</i>	<i>Cameron Highlands</i>	<i>Batang Padang</i>	<i>Teluk Intan</i>
<i>Taipung</i>	0	8	15	N.A	5
<i>Gopeng</i>	8	0	3	5	12
<i>Cameron Highlands</i>	15	3	0	7	N.A
<i>Batang Padang</i>	N.A	5	7	0	6
<i>Teluk Intan</i>	5	12	N.A	6	0

Jadual 14: Jumlah perjalanan antara pusat

<i>Zon</i>	<i>Perjalanan antara zon</i>				
	<i>Taipung</i>	<i>Gopeng</i>	<i>Cameron Highlands</i>	<i>Batang Padang</i>	<i>Teluk Intan</i>
<i>Taipung</i>	0	50	60	70	30
<i>Gopeng</i>	40	0	30	60	80
<i>Cameron Highlands</i>	90	40	0	20	50
<i>Batang Padang</i>	80	70	90	0	30
<i>Teluk Intan</i>	30	40	50	60	0

oooOOOooo