
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2015/2016 Academic Session

June 2016

EAL235 – Highway And Traffic Engineering
[Kejuruteraan Lebuh Raya Dan Lalu Lintas]

Duration : 2 hours
[Masa : 2 jam]

Please check that this examination paper consists of **TEN (10)** pages of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEPULUH (10)** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

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

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

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] It is essential for engineers to know and understand terms that are often used in the earthworks analysis for road construction. Briefly explain each of the underneath terminologies:

Adalah penting bagi jurutera untuk mengetahui dan memahami istilah yang sering digunakan dalam analisis kerja tanah untuk pembinaan jalan raya. Terangkan secara ringkas setiap istilah di bawah:

[i] Borrow

Pinjam

[ii] Shrinkage

Pengecutan

[5 marks/markah]

- [b] Based on the information provided in **Table 1**, prior to starting the earthwork for a highway construction, you (as a site engineer) are required to calculate the amount of earth necessary for cutting and filling of subgrade. Calculate the required information listed below:

*Berdasarkan maklumat yang diberikan dalam **Jadual 1**, sebelum memulakan kerja tanah untuk pembinaan lebuh raya, anda sebagai jurutera tapak dikehendaki mengira jumlah tanah yang terlibat dalam kerja pemotongan dan pengisian untuk lapisan subgred. Kirakan maklumat yg diperlukan di bawah:*

[i] Adjusted fill

Larasan isipadu diisi

[ii] Exact volume

Isipadu tepat

[iii] Accumulated volume

Isipadu terkumpul

- [iv] Based on the provided stations and the calculated accumulated volumes in [b][iii], plot a mass-haul diagram on the provided graph paper. Please attach the graph paper with the answer script.

Berdasarkan stesen yang diberi dan isipadu terkumpul yang dikira dalam [b][iii], plotkan gambar rajah angkut-jisim di atas kertas graf yang diberikan. Sila lampirkan kertas graf bersama dengan skrip jawapan.

Shrinkage factor: 1.15

Faktor pengecutan: 1.15

Table 1: Data for cut and fill process in earthwork

Jadual 1: Data potong dan isi kerja tanah

Station/ Stesen	Area (m ²)/ Kawasan (m ²)		Volume (m ³)/ Isipadu (m ³)	
	Cut/ Potong	Fill/ Isi	Cut/ Potong	Fill/ Isi
0	70	0		
			9500	4000
1	120	80		
			12850	9500
2	137	110		
			6850	11500
3	0	120		

[20 marks/markah]

2. [a] What is “peak hour factor” and why is peak hour important in the analysis of traffic behaviour? Explain the meaning and relationship between traffic flow, traffic volume and peak hour factor. What are the minimum and maximum values of peak hour factor? With the aid of bar charts, explain the conditions when the peak hour factor is at the minimum and when it is at the maximum.

Apakah itu “faktor waktu puncak” dan kenapa faktor waktu puncak penting ini penting dalam analisis kelakuan lalu lintas? Terangkan hubungan antara aliran trafik, isipadu trafik dan faktor waktu puncak. Apakah nilai minimum dan maksimum faktor waktu puncak? Dengan berbantuan lakaran carta bar, terangkan keadaan apabila waktu waktu puncak adalah minimum and apabila ia adalah maksimum.

[13 marks/markah]

- [b] With the aid of sketches, explain the meaning of headway. Based on the information given in **Table 2**, calculate the average headway and flow rate. If the average headway for vehicles which are almost in a standstill position is 5.75 m, calculate the density of vehicles for three lanes.

*Dengan berbantuan lakaran, terangkan maksud jarak kepala. Berdasarkan kepada maklumat yang diberikan dalam **Jadual 2**, kira jarak kepala purata dan aliran lalu lintas. Sekiranya purata jarak kepala untuk kenderaan penumpang dalam keadaan berhenti adalah 5.75 m, kira ketumpatan kenderaan untuk tiga lorong.*

[12 marks/markah]

Table 2: Time taken for each passenger car to cross the reference line
Jadual 2: Masa yang diambil oleh setiap kenderaan untuk melepasi garis rujukan

Sequence of passenger car when crossing the reference line <i>Turutan kenderaan penumpang apabila ia merentasi garis rujukan</i>	Time when the last axle of the passenger car crosses the reference line (s) <i>Masa apabila gandar belakang kenderaan penumpang merentasi garis rujukan (s)</i>
Start <i>Mula</i>	0.0
1	2.1
2	4.0
3	5.8
4	7.8
5	9.7
6	11.6
7	13.5
8	15.8
9	17.6
10	19.5
11	21.4
12	23.6
13	25.6
14	27.7
15	29.8
16	32.2
17	34.2
18	36.3
19	39.1
20	41.2
21	43.1
22	45.8
23	48.7
24	51.2
25	53.5
End <i>Tamat</i>	55.0

3. [a] [i] What is the difference between space mean speed and time mean speed and what is the relationship between time mean speed and space mean speed? Explain the conditions when the value of time mean speed will be the same as the value of space mean speed.

Apakah perbezaan antara kelajuan ruang purata dan kelajuan masa purata dan apakah hubungan antara kelajuan ruang purata dan kelajuan masa purata? Terangkan keadaan di mana nilai kelajuan ruang purata akan sama dengan nilai kelajuan masa purata.

[4 marks/markah]

- [ii] A speed study was conducted on a road section which is 600 meters in length. The data collected are as shown in the **Table 3**. Based on the travel time given in **Table 3**, calculate the speed of each vehicle and subsequently, calculate the space mean speed and time mean speed. Make comparison and explain the values obtained. State all assumptions made.

*Satu kajian kelajuan telah dijalankan pada satu segmen jalan dengan jarak yang berukuran 600 meter. Data yang dicerap adalah seperti yang ditunjukkan dalam **Jadual 3**. Berdasarkan masa perjalanan dalam **Jadual 3**, kira kelajuan setiap kenderaan dan seterusnya kira kelajuan ruang purata dan kelajuan masa purata. Bandingkan dan terangkan nilai-nilai yang diperolehi. Nyatakan semua andaian yang dibuat.*

[6 marks/markah]

Table 3: Travel time
Jadual 3: Masa perjalanan

No. No.	Time (minutes) Masa (minit)
1	0.325
2	0.333
3	0.324
4	0.327
5	0.340
6	0.326
7	0.372
8	0.368
9	0.353
10	0.359
11	0.324
12	0.365
13	0.356
14	0.363
15	0.352

- [b] A section of a three-lane per direction road is currently under construction and due to the construction work, a bottleneck situation has occurred. The maximum flow on the road section that is not experiencing bottleneck is 1850 veh/hr per lane while for the road section that is having construction; the maximum flow is 1600 veh/hr per lane. The average headway for vehicles which are almost in a standstill position is 5.65 m. During the morning peak hour, at the construction site, if one lane is closed for traffic and traffic flow during morning peak hour is 4000 veh/hr per direction, calculate the density and speed of vehicles before, at and after the bottleneck section. Use Greenshield's Model to solve the question. Speed-flow-density relationships are given as below:

Satu bahagian jalan dengan tiga lorong sehala sedang mengalami kerja-kerja pembinaan dan akibat daripada kerja-kerja pembinaan ini, satu situasi pergantungan telah berlaku. Aliran maksimum pada bahagian jalan yang tidak mengalami situasi pergantungan adalah 1850 kend/j dan untuk bahagian jalan yang mengalami situasi pergantungan, aliran maksimum adalah 1600 kend/j. Purata jarak kepala untuk kenderaan penumpang dalam keadaan berhenti adalah 5.65 m. Pada waktu puncak pagi, di kawasan pembinaan, sekiranya satu lorong ditutup untuk laluan dan aliran pada waktu puncak pagi adalah 4000 kend/j sehala, kira ketumpatan dan kelajuan kenderaan sebelum kawasan pergantungan, di kawasan pergantungan dan selepas kawasan pergantungan. Gunakan Model Greenshield untuk menyelesaikan soalan ini. Hubungan antara kelajuan-aliran-ketumpatan diberikan seperti di bawah:

[15 marks/markah]

Speed-density/
Kelajuan-ketumpatan:

$$V = V_f - \left(\frac{V_f}{D_j} \right) D$$

Speed-flow/
Kelajuan-aliran:

$$Q = D_j V - \left(\frac{D_j}{V_f} \right) V^2$$

Flow-density/
Aliran-ketumpatan:

$$Q = D V_f - \left(\frac{V_f}{D_j} \right) D^2$$

4. [a] What is the difference between saturation flow and capacity and what is the relationship between saturation flow and capacity?

Apakah perbezaan antara aliran tepu dan kapasiti dan apakah hubungan antara aliran tepu dan kapasiti?

[5 marks/markah]

- [b] Calculate the effective green time and average headway based on the information in **Table 4**. Subsequently, compute capacity.

*Kira masa hijau berkesan dan purata jarak kepala berdasarkan kepada maklumat dalam **Jadual 4**. Seterusnya, kira kapasiti.*

[8 marks/markah]

Table 4: Phase start time and time taken for each passenger car to cross the stop line
Jadual 4: Masa mula fasa dan masa yang diambil oleh kenderaan penumpang untuk melintasi garis henti

Phase/ Sequence of passenger car when crossing the reference line <i>Fasa/ Turutan kenderaan penumpang semasa melintasi garisan rujukan</i>	Phase start time/ Time when the last axle of the passenger car crosses the stop line (s) <i>Masa mula fasa/ Masa ketika gandar belakang kenderaan penumpang melintasi garis henti (s)</i>
GREEN HIJAU	0
1	2.0
2	4.1
3	5.9
4	7.8
5	10.1
6	12.4
7	14.5
8	16.3
9	18.2
10	20.3
11	22.5
12	24.8
13	26.9
14	29.0
15	31.5
AMBER KUNING	30.6
RED MERAH	33.6
GREEN HIJAU	60

[c] A signalized intersection as shown in **Figure 1** is proposed. The q/S values and saturation flow rates for year 2016 are given in **Table 5** and signal phasing is shown in **Figure 2**.

*Satu persimpangan lampu isyarat seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 1** adalah dicadangkan. Nilai q/S dan aliran tepu untuk tahun 2016 diberikan dalam **Jadual 5** dan fasa lampu isyarat diberikan dalam **Rajah 2**.*

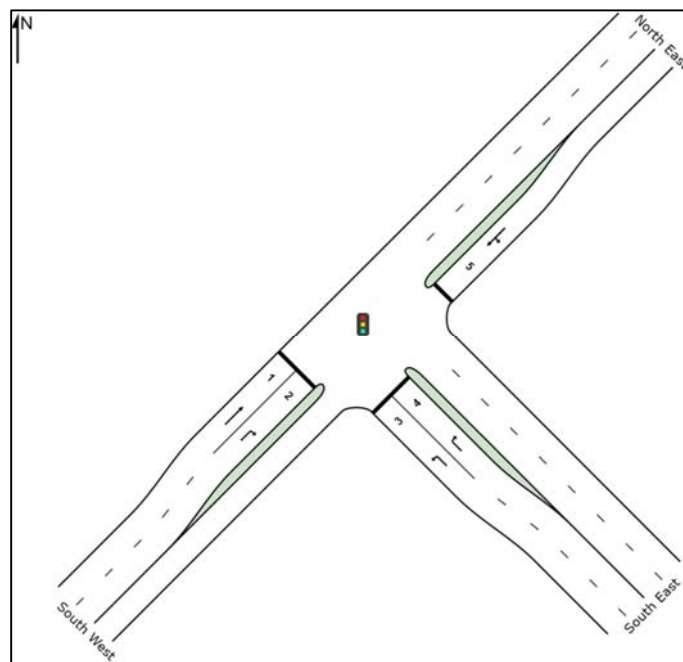


Figure 1: Junction layout
Rajah 1: Susunatur persimpangan

Table 5: Values of q/S and saturation flow rates for year 2016
Jadual 5: Nilai q/S dan aliran tepu untuk tahun 2016

Approach	Direction of movement <i>Arah pergerakan</i>	q/S	S
South East	Left-turn	0.17	1578
	Right-turn	0.23	1594
North East	Left-turn and Through	0.30	1827
South West	Straight through	0.10	1885
	Right-turn	0.20	1602

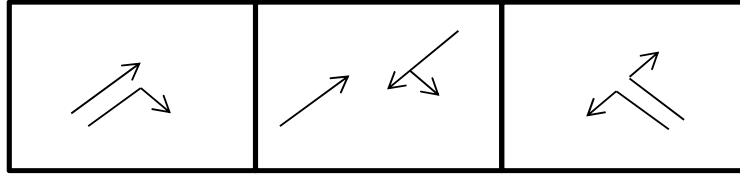


Figure 2: Signal phasing
Rajah 2: Fasa lampu isyarat

- [i] Calculate traffic flow for all movements for year 2021. Assume 15% left-turning vehicles from the north east approach.

Kira aliran lalu lintas untuk semua pergerakan untuk tahun 2021. Andaikan 15% kenderaan membelok kiri daripada arah utara-timur.

- [ii] Determine the traffic signal for year 2021 based on the maximum optimum cycle time to avoid **oversaturation** based on Arahan Teknik (Jalan) method. Annual growth rate is 1.8%.

*Tentukan masa lampu isyarat untuk tahun 2021 berdasarkan masa kitar optimum maksimum untuk mengelakkan **tepuan lebih** berdasarkan kaedah Arahan (Teknik) Jalan. Kadar pertumbuhan tahunan adalah 1.8%*

- [iii] Sketch the phase timing distribution diagram for each direction of movement.

Lakarkan gambarajah agihan masa fasa untuk setiap arah pergerakan.

Given:

Diberi:

$$C_o = \frac{1.5L + 5}{1 - Y}$$

Amber time/ = 3 seconds

Masa kuning = 3 saat

All-red-interval time = 2 seconds

Masa semua fasa merah = 2 saat

Lost time per phase = 2 seconds

Masa hilang setiap fasa = 2 saat

[12 marks/markah]