



UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2016/2017 Academic Session

June 2017

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 **ELEVEN (11)** pages of printed material including **ONE (1)** appendix before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEBELAS (11)** muka surat yang bercetak termasuk **SATU (1)** lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

Instructions : This paper consists of **FOUR (4)** questions. Answer **ALL** questions.
Arahan : Kertas ini mengandungi **EMPAT (4)** soalan. Jawab **SEMUA** 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] As a road engineer, it is essential to ensure that the road design is safe, environmental friendly and convenient to be used by the road users. Based on your knowledge, discuss the road network characteristics, and an appropriate sustainable development balance based on three pillars of sustainable development; economic, environment and social.

Sebagai seorang jurutera jalan raya, adalah penting untuk memastikan turapan yang direkabentuk adalah selamat, mesra alam sekitar dan selesa digunakan oleh pengguna jalan raya. Berdasarkan pengetahuan anda, huraikan ciri-ciri rangkaian jalan raya, dan keseimbangan pembangunan yang lestari berdasarkan tiga tonggak utama pembangunan mampan; ekonomi, alam sekitar dan sosial.

[6 marks/markah]

- [b] The route selection process is one of the procedures that should be carried out before constructing a new road. The process itself has several steps and each step has its own purpose. With the aid of a flow chart, explain the steps in the route selection process, and elaborate the purpose of each step by including the factors that require to be considered.

Proses pemilihan tempat laluan merupakan satu daripada prosedur yang perlu dilakukan sebelum membina sebatang jalan baharu. Proses ini mempunyai turutan langkah dan setiap langkah mempunyai tujuan tertentu. Berbantuan carta alir, jelaskan langkah-langkah di dalam proses pemilihan tempat laluan tersebut dan ulaskan dengan lanjut tujuan setiap langkah termasuk faktor-faktor yang perlu diambil kira.

[9 marks/markah]

- [c] Granular aggregate base and subbase layers are very important in pavement construction and to ensure good performance. Proper management, appropriate design and good construction practice have the potential towards enhancing pavement performance, lowering energy consumption and carbon emission, besides longevity of pavement service life. Considering the current issues for instance the cost's fluctuation of raw materials, the need to save energy, carbon footprint associated with materials productions and construction process, as well as the need for recycling. Suggest and discuss possible initiatives or steps that could be taken into consideration during design and construction stages, and site management.

Lapisan asas batu-baur dan subtapak adalah sangat penting dalam pembinaan turapan dan memastikan prestasi yang baik. Pengurusan yang betul, reka bentuk yang sesuai dan amalan pembinaan yang baik mempunyai potensi untuk meningkatkan prestasi turapan, mengurangkan penggunaan tenaga, dan pelepasan gas karbon, selain memanjangkan hayat perkhidmatan turapan. Berdasarkan isu-isu semasa misalnya harga bahan binaan yang tidak menentu, keperluan untuk menjimatkan tenaga, kesan pembebasan gas karbon berkaitan dengan pengeluaran bahan turapan dan proses pembinaan, serta keperluan untuk kitar semula. Berikan cadangan dan bincangkan inisiatif yang mungkin atau langkah-langkah yang boleh diambil kira semasa proses reka bentuk dan pembinaan, serta dalam pengurusan tapak

[10 marks/markah]

2. [a] Explain the difference between saturation flow and road capacity and their association with level-of-service.

Terangkan perbezaan di antara aliran tepu dan kapasiti jalan raya dan kaitannya dengan tahap perkhidmatan.

[8 marks/markah]

- [b] A study was conducted at the mid-block section of a two-lane road to determine the level-of-service of the road and the results obtained are shown in **Table 1**. Based on the values shown in **Table 1**,

*Satu kajian telah dijalankan pada pertengahan blok seksyen jalan dua-lorong untuk menentukan aras-perkhidmatan jalan tersebut dan keputusan yang diperolehi adalah seperti yang ditunjukkan dalam **Jadual 1**. Berdasarkan kepada nilai yang ditunjukkan dalam **Jadual 1**,*

- [i] Compute the flow rate for northbound and southbound in pcu/h and subsequently compute the directional split.

Kira kadar aliran ke utara dan selatan dalam ukp/j dan seterusnya kira pecahan arah.

[8 marks/markah]

- [ii] If the capacity of the road is 1,700 pcu/h for each direction and 3,200 pcu/h for both directions combined, calculate the volume over capacity ratio for each direction and both directions combined. Discuss on the results obtained.

Sekiranya kapasiti jalan adalah 1,700 ukp/j untuk setiap arah dan 3,200 ukp/j untuk gabungan kedua-dua arah, kira nisbah aliran/kapasiti untuk setiap arah dan untuk gabungan kedua-dua arah. Bincangkan keputusan yang diperolehi.

[6 marks/markah]

- [iii] Explain as to why the two-way capacity value is less than twice of the directional capacity value.

Terangkan mengapa nilai kapasiti dua-hala adalah kurang daripada dua kali ganda daripada nilai kapasiti searah.

[3 marks/markah]

Table 1: Time taken for each vehicle to cross the reference line**Jadual 1: Masa yang diambil oleh kenderaan untuk melintasi garis rujukan**

Sequence of passenger car when crossing the reference line/ <i>Turutan kenderaan penumpang semasa melintasi garisan rujukan</i>	Time when the last axle of the passenger car crosses the stop line (s)/ <i>Masa ketika gandar belakang kenderaan penumpang melintasi garis henti (s)</i>	
	Northbound/ <i>Ke Utara</i>	Southbound/ <i>Ke Selatan</i>
1	2.0	2.5
2	4.1	5.7
3	5.9	9.9
4	7.8	13.1
5	10.2	16.5
6	12.5	19.8
7	14.5	22.9
8	16.3	26.8
9	18.2	29.8
10	20.3	33.9
11	22.5	37.8

3. [a] Explain the meaning and measurement methods for the following types of speed and explain the differences in terms of applications for these speeds.

Terangkan maksud dan kaedah pengukuran untuk jenis-jenis kelajuan seperti di bawah dan jelaskan perbezaannya dari segi aplikasi kelajuan ini.

- [i] Average travel speed

Purata kelajuan perjalanan

- [ii] Free-flow speed

Kelajuan aliran bebas

- [iii] Time-mean speed

Kelajuan min masa

[9 marks/markah]

- [b] Traffic survey was conducted at Lebuhraya Pengkalan, which is a three-lane dual carriageway road, to determine the relationship of speed, flow and density. The results of the study are shown in **Table 2**. Assuming the relationship between speed and density is linear and by using graph papers, plot the speed-density, speed-flow and flow-density graphs. From the graphs, determine free-flow speed and jam density. Subsequently, calculate the maximum flow (per lane) for Lebuhraya Pengkalan. Indicate the values of free-flow speed, jam density and maximum flow (whichever relevant) on the graphs. **Attach the graph paper together with the answer script.**

*Kajian lalu lintas telah dijalankan di Lebuhraya Pengkalan, iaitu jalan tiga-lorong dua-hala, untuk menentukan hubungan antara kelajuan, aliran dan ketumpatan. Keputusan kajian ditunjukkan dalam **Jadual 2**. Dengan menganggap hubungan antara kelajuan dengan ketumpatan adalah lurus dan dengan menggunakan kertas graf, plot graf kelajuan-ketumpatan, kelajuan-aliran dan aliran-ketumpatan. Daripada graf, tentukan kelajuan aliran bebas dan ketumpatan sesak. Seterusnya, kira aliran maksimum (per lorong) untuk Lebuhraya Pengkalan. Tunjukkan nilai kelajuan aliran bebas, ketumpatan sesak dan aliran maksimum (yang mana berkenaan) pada graf. **Lampirkan kertas graf bersama dengan skrip jawapan.***

Speed-flow-density relationships are given as below:

Hubungan antara kelajuan-aliran-ketumpatan diberikan seperti di bawah:

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:

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

Table 2: Results of study at Lebuhraya Pengkalan
Jadual 2: Keputusan kajian di Lebuhraya Pengkalan

Speed (km/hr) <i>Kelajuan (km/j)</i>	Flow (pcu/hr/direction) <i>Aliran (ukp/j/hala)</i>
38.9	1077
35.6	2034
33.4	2565
34.5	2310
36.1	1902
34.3	2358
31.5	2953
39.1	1012
38.7	1140
38.9	1077

[16 marks/markah]

4. [a] An intersection is an area whose main function is to provide for the change of route directions. For an at-grade intersection that does not provide for the flow of traffic at different levels, conflict between intersection streams exist. With the aid of sketches, discuss on the different types of conflicts that occur at a four-legged and three-legged intersections. Subsequently, discuss on the possible solutions to reduce conflict at a four-legged and three-legged intersections.

Persimpangan adalah kawasan yang fungsi utamanya adalah untuk memberi peruntukan bagi perubahan arah laluan. Untuk persimpangan searas yang tidak menyediakan aliran trafik pada aras yang berbeza, konflik antara aliran persimpangan wujud. Berbantuan lakaran, bincangkan jenis-jenis konflik yang berlaku di persimpangan empat dan persimpangan tiga. Selepas itu, bincangkan penyelesaian yang munasabah untuk mengurangkan konflik di persimpangan empat dan persimpangan tiga.

[8 marks/markah]

...8/-

- [b] **Figure 1** shows the configuration of a stop-controlled three-legged intersection with average running speed of 50 km/hr and population of 300,000. The design hourly volumes for year 2017 are shown in **Table 3** and the level-of-service for critical movements obtained for year 2021 are shown in **Table 4**. Design an optimum junction for year 2021, in which the junction must be operating at LOS D or better. Use the tables and graphs provided in the **APPENDIX** to solve the question. Annual growth rate is 5.5%.

Rajah 1 menunjukkan konfigurasi persimpangan tiga kawalan berhenti dengan purata kelajuan 50 km/jam dan penduduk seramai 300,000. Rekabentuk isipadu jaman bagi tahun 2017 adalah seperti yang ditunjukkan dalam **Jadual 3** dan aras perkhidmatan untuk pergerakan kritikal yang diperolehi bagi tahun 2021 ditunjukkan dalam **Jadual 4**. Rekabentuk satu persimpangan yang optimum untuk tahun 2021, di mana persimpangan mestilah beroperasi di LOS D atau lebih baik. Gunakan jadual dan graf yang disediakan dalam **LAMPIRAN** untuk menyelesaikan soalan. Kadar pertumbuhan tahunan adalah 5.5%.

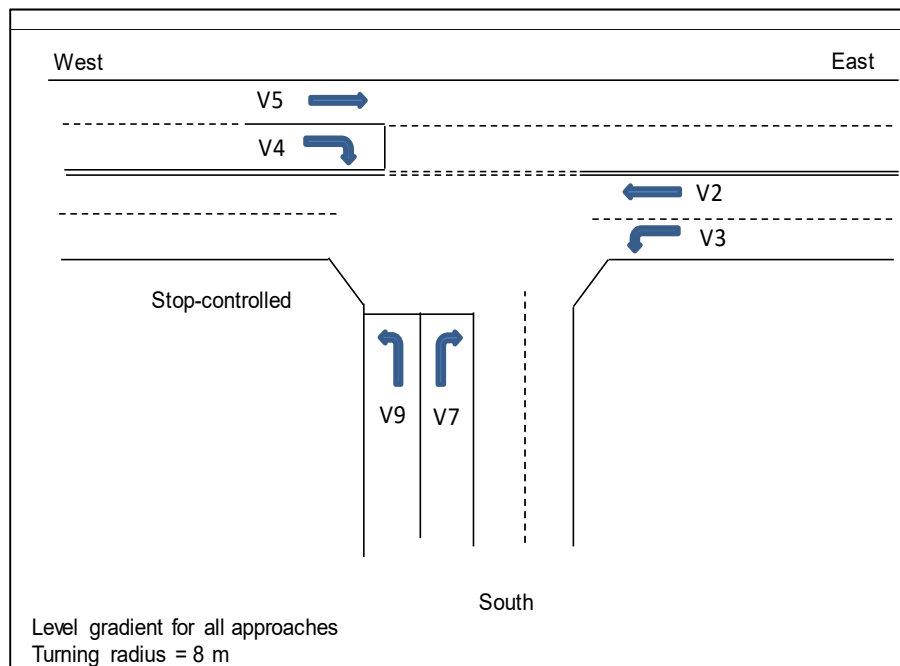


Figure 1: Junction configuration

Rajah 1: Konfigurasi persimpangan

Table 3: Design hourly volume (existing-year 2017)
Jadual 3: Reka bentuk isipadu jaman (sedia ada-tahun 2017)

Approach	Direction	Flow (pcu/hr)
South	Left-turn	550
	Right-turn	214
East	Left-turn	52
	Straight through	295
West	Straight through	576
	Right-turn	114

Table 4: Level-of-service for year 2021
Jadual 4: Aras perkhidmatan untuk tahun 2021

Movement no.	V (pcu/h)	C _m (pcu/h)	C _R	LOS
			(pcu/h)	
7	265	298	32	E
9	681	675	-6	F
4	141	700	559	A

[17 marks/markah]

APPENDIX/LAMPIRAN

Critical gap size selection
Pilihan saiz jurang kritikal

BASIC CRITICAL GAP FOR PASSENGER CARS (SEC)				
VEHICLE MANEUVER AND TYPE OF CONTROL	AVERAGE RUNNING SPEED, MAJOR ROAD			
	50 km/hr		90 km/hr	
	NUMBER OF LANES ON MAJOR ROAD			
	2	4	2	4
LT from Minor Road STOP	5.5	5.5	6.5	6.5
GIVE WAY	5.0	5.0	5.5	5.5
RT from Major Road	5.0	5.5	5.5	6.0
Cross Major Road STOP	6.0	6.5	7.5	8.0
GIVE WAY	5.5	6.0	6.5	7.0
RT from Minor Road STOP	6.5	7.0	8.0	8.5
GIVE WAY	6.0	6.5	7.0	7.5
ADJUSTMENTS AND MODIFICATIONS TO CRITICAL GAP, SEC				
CONDITION			ADJUSTMENT	
LT from Minor Road: Kerb radius > 15m or turn angle < 60°			- 0.5	
LT from Minor Road: Acceleration lane provided			- 1.0	
Restricted sight Distance ^(a)			UP to +1.0	
All movements: Population ≥ 250,000			- 0.5	

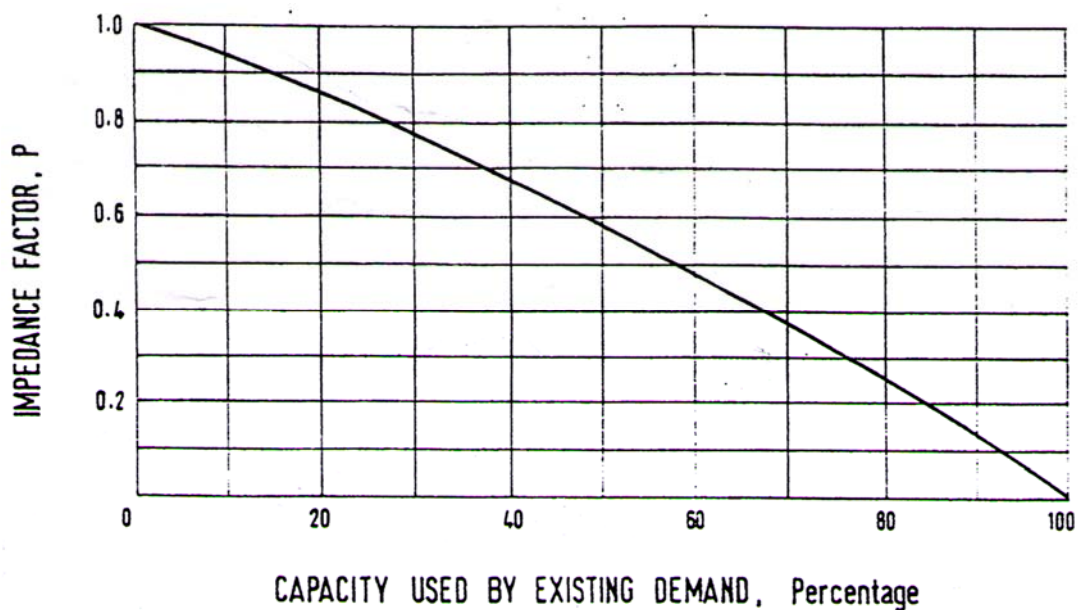
Note: Maximum total decrease in critical gap = 1.0 sec

Maximum critical gap = 8.5 sec

For values of average running speed between 50 and 90 km/hr, interpolate

(a) This adjustment is for the specific movement affected by restricted sight distance.

Impedance factors
as a result of congested movements
Faktor halangan akibat kesesakan pergerakan



Potential capacity based on conflicting traffic volume and critical gap size
Kapasiti potensi berdasarkan isipadu konflik trafik yang dan saiz jurang kritikal

