

---

## UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
2009/2010 Academic Session

April/May 2010

### **EUM 213/3 – Operational Research** *[Penyelidikan Operasi]*

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

---

Please check that this examination paper consists of **NINE (9)** pages of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

**Instructions** : This paper contains **SIX (6)** questions. Answer **FOUR (4)** questions only. All questions carry the same marks.

**Arahan** : Kertas ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **EMPAT (4)** soalan sahaja. 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 diesel train needs one driver, one guard, two cleaners and four fitters to run it while an electric train needs one driver, two guards, one cleaner and three fitters to keep it running. The local depot has 60 diesel trains, 35 electric trains, 84 drivers, 114 guards, 250 cleaners and 309 fitters. Using an appropriate linear programming technique, find the maximal number of trains that can be run.

[25 marks]

2. (a) Describe clearly the meaning of the following terms:

- i. Slack variables
- ii. Surplus variables
- iii. Artificial variables
- iv. Basic variables
- v. Non-basic variables

[10 marks]

- (b) A company have **THREE (3)** warehouses which supplies goods to **FOUR (4)** shops. These warehouses have supplies of 6000, 9000 and 4000 units of goods respectively. The demand by the four shops are 3900, 6000, 2700 and 6400 units respectively. The unit cost of sending these goods from the warehouses to the shops are given in the Table 1 :

**Table 1**

Warehouse	Shop			
	1	2	3	4
1	7	3	8	4
2	9	5	6	3
3	4	6	9	6

i. Formulate a linear programming model for the above problem. [5 marks]

ii. Solve the above problem using an appropriate method. [10 marks]

3. (a) Describe clearly the differences between the M method and the dual simplex method. [5 marks]

(b) Solve the following linear programming problem using the two-phase method.

$$\begin{aligned} \text{Min } z &= 3x_1 + x_2 + 4x_3 \\ \text{subject to} \\ x_1 - x_2 + x_3 &\geq 12 \\ 4x_1 - x_2 + x_3 &\geq 6 \\ x_1, x_2, x_3 &\geq 0 \end{aligned}$$

[20 marks]

4. (a) Using suitable notations, derive the total inventory cost per unit time for the size lot economic model with shortages. Please state the assumptions for the model.

[13 marks]

(b) Obtain the standardized form of the linear programming model for the following:

$$\begin{aligned} \text{Max } z &= 2x_1 + 3x_2 - 7x_3 + 2x_4 \\ \text{subject to} \\ x_1 + x_2 + 3x_3 + 2x_4 &= 10 \\ 3x_1 + x_2 + 2x_3 + x_4 &\leq 25 \\ -2x_1 + 3x_2 - x_3 + 2x_4 &\leq -5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 x_1 &\leq 0 \\
 x_2 &\text{ is unrestricted } \quad x_2 \text{ tak tersekat} \\
 1 &\leq x_3 \leq 2 \\
 x_4 &\geq 0
 \end{aligned}$$

[12 marks]

5. The Table 2 give the activities to handle an information technology project:

**Table 2**

Activity	Preceding Activity	Duration (hours)
RPM (Design of information processor)	-	32
TPM (Writing of information processor)	RPM	40
RPA (Design of package for analysis)	-	50
TPA (Writing of package for analysis)	RPA	24
PS (Introducing the system)	TPM, TPA	120

- (a) Develop a network for this project. [7 marks]
- (b) Find the critical path for this project. [8 marks]
- (c) Determine the time chart for this project. [10 marks]

6. (a) Define clearly the meaning of the Poisson Process. [8 marks]

(b) If  $P_n$  is the probability that there are  $n$  customers in the system at steady state, show that :

$$P_n = \frac{\lambda_{n-1} \lambda_{n-2} \lambda_{n-3} \dots \lambda_1 \lambda_0}{\mu_n \mu_{n-1} \mu_{n-2} \dots \mu_2 \mu_1} P_0 \quad \text{for } n = 1, 2, 3, \dots$$

[8 marks]

(c) The interarrival time for a bus is distributed as an exponential distribution with mean of 60 minutes.

- i. What is the probability that exactly four buses will arrive in two hours time?
- ii. What is the probability that at least two buses will arrive in two hours time?
- iii. What is the probability that no bus will arrive in two hours time?

[9 marks]

2. Untuk mengendalikan sebuah keretapi diesel, seorang pemandu, seorang pengawal, dua orang pencuci dan empat orang jurugegas diperlukan sementara untuk mengendalikan sebuah keretapi elektrik, seorang pemandu, dua orang pengawal, seorang pencuci dan tiga orang jurugegas diperlukan. Sebuah depot tempatan mempunyai 60 buah keretapi disel, 35 buah keretapi elektrik, 84 orang pemandu, 114 orang pengawal, 250 orang pencuci dan 309 orang jurugegas. Dengan menggunakan kaedah simpleks yang sesuai, dapatkan jumlah maksimum keretapi yang patut digunakan.

[25 markah]

2. (a) Terangkan dengan jelas maksud istilah yang berikut:

- i. Pembolehkan lalai
- ii. Pembolehkan lebihan
- iii. Pembolehkan buatan
- iv. Pembolehkan asas
- v. Pembolehkan bukan asas

[10 markah]

- (b) Sebuah syarikat mempunyai **TIGA (3)** gudang yang membekalkan barang kepada **EMPAT (4)** buah kedai. Gudang-gudang ini mempunyai bekalan masing-masingnya 6000, 9000 dan 4000 unit barang. Permintaan oleh kedai-kedai itu adalah masing-masingnya sebanyak 3900, 5200, 2700 dan 6400 unit. Kos menghantar seunit barang dari gudang ke kedai diberikan dalam Jadual 1 :

**Jadual 1**

Gudang	Kedai			
	1	2	3	4
1	7	3	8	4
2	9	5	6	3
3	4	6	9	6

i. Dapatkan model pengaturcaraan bagi masalah di atas.

[5 markah]

ii. Selesaikan masalah yang di atas menggunakan kaedah yang sesuai.

[10 markah]

3. (a) Terangkan dengan jelas perbezaan-perbezaan antara kaedah simpleks dengan kaedah simpleks dual.

[5 markah]

(b) Selesaikan masalah pengaturcaraan linear yang berikut menggunakan kaedah dua-fasa.

$$\text{Min } z = 3x_1 + x_2 + 4x_3$$

subject to

$$x_1 - x_2 + x_3 \geq 12$$

$$4x_1 - x_2 + x_3 \geq 6$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0$$

[20 markah]

4. (a) Dengan menggunakan notasi yang sesuai, terbitkan ungkapan jumlah kos inventori seunit masa bagi model saiz lot ekonomi dengan kekurangan. Anda perlu juga menyebut andaian bagi model ini.

[13 markah]

(c) Dapatkan bentuk piawai bagi model pengaturcaraan linear yang berikut:

$$\text{Max } z = 2x_1 + 3x_2 - 7x_3 + 2x_4$$

subject to

$$x_1 + x_2 + 3x_3 + 2x_4 = 10$$

$$3x_1 + x_2 + 2x_3 + x_4 \leq 25$$

$$-2x_1 + 3x_2 - x_3 + 2x_4 \leq -5$$

$$x_1 \leq 0$$

$x_2$  tak tersekat

$$1 \leq x_3 \leq 2$$

$$x_4 \geq 0$$

[12 markah]

5. Jadual 2 memberikan maklumat mengenai kegiatan-kegiatan untuk melaksanakan projek teknologi:

**Jadual 2**

Kegiatan	Kegiatan pendahulu	Tempoh (Jam)
RPM (Rekabentuk pemproses maklumat)	-	32
TPM (Tulis pemproses maklumat)	RPM	40
RPA (Rekabentuk pakej analisis)	-	50
TPA (Tulis pakej analisis)	RPA	24
PS (Perkenalkan sistem)	TPM, TPA	120

- (a) Binakan satu rangkaian bagi projek ini. [7 markah]
- (b) Cari lintasan genting bagi projek ini. [8 markah]
- (c) Binakan carta masa bagi projek ini. [10 markah]
6. (a) Takrifkan dengan jelas maksud proses Poisson. [8 markah]
- (b) Jika  $P_n$  ialah kebarangkalian bahawa terdapat  $n$  pelanggan dalam sistem pada keadaan mantap, tunjukkan bahawa :

$$P_n = \frac{\lambda_{n-1} \lambda_{n-2} \lambda_{n-3} \dots \lambda_1 \lambda_0}{\mu_n \mu_{n-1} \mu_{n-2} \dots \mu_2 \mu_1} P_0 \text{ for } n = 1, 2, 3, \dots$$

[8 markah]



- (c) *Masa antara ketibaan bagi sebuah bas bertabur secara taburan eksponen dengan min 60 minit.*
- i. *Apakah kebarangkalian bahawa tepat empat buah bas akan tiba dalam masa dua jam akan datang?*
  - ii. *Apakah kebarangkalian bahawa sekurang-kurangnya dua buah bas akan tiba dalam masa dua jam akan datang?*
  - iii. *Apakah kebarangkalian bahawa tiada bas yang akan tiba dalam masa dua jam akan datang?*

*[9 markah]*

**oooOOOooo**