

## MODEL GILIRAN BAGI TEMPOH RAWATAN UNTUK KES KRITIKAL DI JABATAN PERUBATAN KECEMASAN PPUKM

(Queuing Model of Treatment Time for Critical Cases at the Emergency Department of PPUKM)

NORA MUDA, NORIZA MAJID, ZURAIDAH CHE MAN & NOOR SULAWATI MAT ROJI

### ABSTRAK

Jabatan Perubatan Kecemasan (JPK) merupakan komponen penting dalam jaringan penjagaan kesihatan, bersedia menawarkan perkhidmatan 24 jam sehari dan tujuh hari seminggu untuk yang memerlukan rawatan. Didapati, bilangan pesakit yang datang ke JPK dari semasa ke semasa untuk mendapatkan rawatan adalah semakin meningkat. Pertambahan ini secara tidak langsung memberi kesan ke atas masa menunggu sebelum mendapatkan rawatan dan juga masa rawatan. Kajian ini bertujuan untuk menentukan model giliran  $M/G/\infty/GD/\infty/\infty$  dan sistem giliran  $M/G/1/GD/\infty/\infty$  seterusnya mendapatkan tempoh masa rawatan dan masa menunggu bagi pesakit yang dikelaskan sebagai kes resusitasi dan kecemasan sepanjang bulan Mei 2009 di JPK, PPUKM. Berdasarkan model yang diperolehi, didapati masa rawatan bagi seorang pesakit dalam kelas kecemasan secara puratanya adalah dalam tempoh tiga jam.

*Kata kunci:* Teori giliran; kes kritikal; tempoh masa rawatan

### ABSTRACT

Emergency Department (ED) is a vital component in our health care safety net, available 24 hours a day, 7 days a week, for all who require care. The number of patient visits to ED has been increasing steadily in terms of volume and acuity. The increasing number of visitors to the ED has affected the patient's waiting time before being seen and treated by a physician. This study examined the average time taken by a physician in the emergency department when treating a patient. Accordingly, the queuing model  $M/G/\infty/GD/\infty/\infty$  and queuing system  $M/G/1/GD/\infty/\infty$  are applied to obtain this average time for resuscitation and treatment for emergency cases admitted at the ED of PPUKM in May 2009. Based on the queuing models considered, on the average, approximately a three-hour period was required by a physician when treating any particular patient under an emergency case.

*Keywords:* Queuing theory; critical case; treatment time

## 1. Pengenalan

Jabatan Perubatan Kecemasan berfungsi 24 jam setiap hari. Ia menjadi pintu masuk bagi pesakit yang datang ke hospital terutama yang cedera parah akibat daripada kemalangan jalan raya, serangan jantung, wabak H1N1, SARS, denggi, demam, muntah, cirit-birit dan lain-lain lagi. Oleh itu, terdapat pelbagai kajian yang telah dilakukan bagi meningkatkan kecekapan dan kualiti perkhidmatan di jabatan ini. Kepuasan pesakit menjadi ukuran yang penting dalam menentukan kualiti perkhidmatan kecemasan di mana-mana hospital (Saiboon *et al.* 2008).

Selain itu, terdapat faktor yang menyumbang kepada kelewatan aliran pesakit seperti masa menunggu yang lama bagi pesakit untuk mendapatkan rawatan dan keputusan pemeriksaan oleh doktor dari jabatan kecemasan atau jabatan lain (Miro *et al.* 2009). Pelbagai kajian telah dilakukan bagi memperbaiki dan mengatasi permasalahan ini dengan harapan dapat mengurangkan masa menunggu bagi mendapatkan rawatan. Antaranya adalah hasil kajian menggunakan teori giliran dengan model  $M/M/s$  yang didapati mampu mengurangkan masa

menunggu bagi mendapat rawatan dengan menganggarkan bilangan petugas yang perlu diumpukkan di jabatan kecemasan bagi setiap selang masa jadual tugasan kakitangan (Green *et al.* 2006).

Bagi JPK PPUKM pula, setiap pesakit yang datang ke Jabatan ini berhak menerima penilaian triaj primer dan penilaian triaj sekunder sebelum keputusan menerima atau menolak seseorang pesakit itu dibuat (Husyairi & Zuraidah 2009). Sistem triaj terdiri daripada dua elemen utama, iaitu mengelaskan pesakit mengikut keutamaan rawatan dan menguruskan sumber-sumber sedia ada yang terhad untuk mengoptimumkan penggunaannya. Proses triaj di jabatan kecemasan ialah satu proses mengelaskan pesakit mengikut keutamaan rawatan, dengan keutamaan diberikan kepada pesakit yang mengalami kecederaan yang parah dan berada dalam keadaan kritikal, bukannya mengikut masa ketibaan pesakit. Proses triaj di jabatan kecemasan terdiri daripada tiga peringkat, iaitu triaj primer, triaj sekunder dan triaj zon merah. Pada triaj pertama, pesakit akan ditemu bual bagi mengetahui lebih lanjut mengenai kesakitan yang dialami serta sejarah ringkas rekod perubatan pesakit untuk membantu menentukan sifat dan keparahan penyakit mereka. Di JPK PPUKM, pesakit akan dikelaskan mengikut lima kategori, iaitu triaj 1, 2A, 2B, 3 dan 4. Ia merupakan sistem pengelasan yang sama yang telah digunakan di United Kingdom dan Australia (Saiboon *et al.* 2008).

Bagi triaj 1, keadaan pesakit adalah sangat kritikal dan memerlukan rawatan segera. Pesakit kebiasaannya tidak sedarkan diri atau koma dan kemungkinan kematian adalah tinggi jika tidak dirawat dengan segera. Contoh bagi kes triaj 1 ialah pesakit sukar bernafas, jantung pesakit tidak berdenyut serta keadaan-keadaan lain yang boleh membawa maut. Bagi pesakit triaj 1, sebaik sahaja mereka tiba di zon kecemasan mereka akan dikejarkan ke kawasan resusitasi tanpa perlu melalui triaj primer. Triaj 2A melibatkan kes kritikal seperti melecur dengan teruk, serangan jantung atau keretakan tulang dan pesakit mesti dirawat oleh doktor dalam masa 10 minit. Triaj 2B juga melibatkan kes kritikal tetapi pesakit masih boleh menunggu untuk dirawat oleh doktor dalam masa 30 minit. Pesakit triaj 2B mungkin perlu menjalani beberapa ujian lanjutan seperti ujian makmal (darah, air kencing) dan ujian radiologi untuk menentukan sifat penyakit. Triaj 2A dan 2B dianggap sebagai kes kecemasan. Triaj 3 dan 4 adalah kes bukan kritikal yang bermaksud pesakit berada dalam keadaan stabil. Pesakit-pesakit ini akan diarahkan ke triaj sekunder untuk penilaian selanjutnya.

Objektif kajian ini adalah untuk mendapatkan masa di antara ketibaan pesakit dan purata tempoh masa rawatan bagi seorang pesakit menggunakan model dalam teori giliran, iaitu  $M/G/\infty/GD/\infty/\infty$  dan sistem  $M/G/\infty/GD/\infty/\infty$ . Justeru itu, kajian ini diharapkan dapat membantu pihak JPK dalam mengenal pasti langkah-langkah yang boleh diambil dalam menambahbaikkan dan seterusnya mempertingkatkan lagi kualiti perkhidmatan yang diberikan kepada pesakit yang datang bagi mendapatkan rawatan.

### 1.1. Sumber data

Data yang digunakan dalam kajian ini adalah data primer yang diperoleh dari JPK PPUKM di sepanjang bulan Mei 2009. Kajian ini hanya melibatkan sebanyak 629 kes resusitasi dan kecemasan dan 271 kes terkurang triaj. Kes terkurang triaj pula berlaku apabila pada triaj primer, keadaan pesakit dikelaskan sebagai kes bukan kecemasan (triaj 3 atau 4) tetapi pada triaj sekunder keadaan pesakit dikelaskan sebagai kes kecemasan (1, 2A atau 2B). Terdapat tiga punca yang menyebabkan berlakunya kes terkurang triaj ini, iaitu sama ada disebabkan oleh faktor manusia, faktor penyakit itu sendiri, faktor masa atau gabungan mana-mana sebab.

Antara maklumat yang penting dan diperlukan bagi melaksanakan kajian ini adalah seperti masa ketibaan pesakit, kes pesakit yang datang, triaj pesakit semasa tiba, masa pesakit

didiagnosis, kelas triaj kedua sekiranya berlaku perubahan triaj pesakit, masa ketika pesakit mula menerima rawatan dan masa tamat rawatan.

## **2. Metodologi Kajian**

Teori giliran yang digunakan dalam kajian ini telah diperkenalkan oleh seorang jurutera, iaitu A.K.Erlang yang bekerja di sebuah Syarikat Telefon Danish di Copenhagen, Denmark. Beliau mendapati masalah kesibukan panggilan telefon di syarikat ini disebabkan oleh operator telefon tidak dapat mengendalikan semua panggilan masuk dalam satu-satu masa dan ini telah mengakibatkan beberapa panggilan masuk terpaksa ditangguhkan (Weber 2006). Metodologi kajian ini akan mengulas tentang sistem dan model giliran, iaitu  $M/G/\infty/GD/\infty/\infty$  dan  $M/G/1/GD/\infty/\infty$  bagi mencapai objektif yang dijangkakan dalam kajian ini.

Sistem giliran secara asasnya mempunyai tiga ciri utama, iaitu proses ketibaan, proses perkhidmatan dan disiplin giliran (Chandrasekaran 2006).

### **2.1. Proses ketibaan**

Proses ketibaan adalah merujuk kepada pelanggan sesuatu perkhidmatan. Corak ketibaan adalah tidak bersandar antara satu sama lain kerana setiap ketibaan tidak bergantung kepada ketibaan yang lain. Kita juga tidak dapat meramalkan bila ketibaan akan berlaku. Masa di antara ketibaan adalah perbezaan masa di antara satu ketibaan dengan masa ketibaan yang berikutnya.

### **2.2. Proses perkhidmatan**

Proses perkhidmatan memerlukan satu andaian taburan kebarangkalian yang spesifik bagi menggambarkan hasil proses dalam sistem giliran ini. Secara umumnya proses perkhidmatan adalah tidak bersandar dengan proses ketibaan dan dikatakan tertabur secara eksponen. Namun begitu, taburan eksponen ini tidak mewakili keseluruhan masa perkhidmatan dalam kesemua sistem giliran ini. Bagi perkhidmatan yang mempunyai fasa yang berbeza seperti perkhidmatan bayaran barang keperluan, menggunakan taburan Erlang dengan parameter  $k$ , iaitu bilangan fasa perkhidmatan yang berbeza (Berry 2006).

### **2.3. Disiplin giliran**

Disiplin giliran digunakan untuk menentukan susunan pelanggan yang diberi perkhidmatan. Disiplin giliran yang banyak digunakan dalam sistem giliran adalah disiplin giliran masuk dulu-keluar dulu, iaitu pelanggan diberi layanan mengikut ketibaan susunan pelanggan. Walau bagaimanapun, terdapat juga disiplin lain seperti masuk kemudian-keluar dulu, misalnya menunggu di dalam barisan lif. Kebiasaannya orang yang lambat masuk dalam lif adalah orang pertama diberi perkhidmatan, iaitu keluar dari lif.

Meskipun begitu, ketibaan pelanggan tidak memberi kesan yang besar dalam susunan layanan pelanggan. Pelanggan akan dipilih secara rawak di kalangan pelanggan yang menunggu bagi mendapatkan perkhidmatan. Disiplin ini dikenali sebagai perkhidmatan secara rawak. Satu lagi disiplin giliran adalah keutamaan giliran. Disiplin giliran ini dikategorikan kepada beberapa kategori masa ketibaan. Setiap kategori mempunyai tahap keutamaan, keutamaan dalam setiap tahap dan perkhidmatan diberikan secara masuk dulu-keluar dulu. Giliran ini biasanya diaplikasikan di bilik kecemasan bagi memberikan rawatan yang sewajarnya kepada pesakit.

**2.4. M/G/∞/GD/∞/∞**

Pelbagai contoh yang menggunakan sistem giliran bagi pelanggan yang tidak perlu menunggu untuk menerima perkhidmatan yang ditawarkan oleh mana-mana kaunter perkhidmatan. Misalnya, bagi pesakit yang datang ke JPK dengan kes resusitasi dan kecemasan, pesakit ini tidak perlu menunggu bagi mendapatkan rawatan. Oleh itu, model M/G/∞/GD/∞/∞ ini sesuai digunakan dalam kajian yang tidak mempunyai masa menunggu untuk mendapatkan perkhidmatan yang ditawarkan (Berry 2006).

Model ini menerangkan masa di antara ketibaan adalah tertabur secara taburan Eksponen dengan parameter  $\lambda$  dan masa perkhidmatan pula mempunyai taburan dengan parameter  $\mu$ . Bilangan kaunter yang disediakan adalah infiniti dan disiplin barisan yang digunakan adalah disiplin barisan secara umum. Saiz populasi bagi pelanggan yang menggunakan perkhidmatan ini juga infiniti (Winston 2004). Model ini boleh menentukan purata masa pesakit berada dalam sistem,  $W$  dan purata bilangan pesakit dalam sistem,  $L$ .

$$\lambda = \frac{n}{\sum_{i=1}^n t_i} \tag{1}$$

$$W = \frac{1}{\mu} \tag{2}$$

$$L = \frac{\lambda}{\mu} \tag{3}$$

Jika masa di antara ketibaan adalah Eksponen, maka dapat ditunjukkan kebarangkalian  $j$  pesakit ( $\pi_j$ ) akan mengikuti taburan Poisson dengan  $\min \frac{\lambda}{\mu}$ . Oleh itu

$$\pi_j = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^j e^{-\lambda/\mu}}{j!} \tag{4}$$

Justeru itu, model M/G/∞/GD/∞/∞ sesuai digunakan dalam kajian ini bagi kes resusitasi dan kecemasan.

**2.5. M/G/1/GD/∞/∞**

Sistem M/G/1/GD/∞/∞ digunakan dalam kajian ini kerana masa perkhidmatan tidak tertabur secara eksponen. Dalam sistem giliran M/G/1/GD/∞/∞ ini hanya terdapat satu kaunter yang masa di antara ketibaan adalah tertabur secara eksponen, tetapi masa perkhidmatan tidak tertabur secara eksponen,  $S$ . Di samping itu, parameter  $\lambda$  adalah masa ketibaan dan ditakrifkan juga dengan taburan  $S$  sebagai  $\frac{1}{\mu} = E(S)$  dan  $\sigma^2 = Var(S)$ . Selain itu juga model ini mempunyai bilangan pelanggan yang ramai yang berada dalam sistem dan saiz populasi pelanggan adalah besar (Winston 2004).

Melalui sistem ini boleh ditentukan purata bilangan pesakit yang menunggu dalam barisan  $L_q$ , purata bilangan pesakit dalam sistem  $L$ , purata bilangan pesakit dalam rawatan  $L_s$ , purata

masa pesakit dalam sistem  $W$ , purata masa pesakit dalam barisan  $W_q$ , dan purata masa pesakit dalam rawatan  $W_s$ .

$$L_q = \frac{\lambda^2 \sigma^2 + \rho^2}{2(1-\rho)} \quad (5)$$

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \text{ dan } W_s = \frac{1}{\mu} \text{ di aplikasi maka } L_s = \lambda \left( \frac{1}{\mu} \right) = \rho \quad (6)$$

$$\text{Oleh itu, Pers. (2.5) diaplikasikan maka } L = L_s + L_q = L_p + \rho \quad (7)$$

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad (8)$$

$$W = W_q + \frac{1}{\mu} \quad (9)$$

Oleh itu, sistem M/G/1/GD/∞/∞ sesuai digunakan dalam kajian ini bagi kes terkurang triaj.

### 3. Hasil Analisis

Bagi memudahkan analisis dijalankan, kajian dilakukan dengan bantuan perisian untuk mendapatkan model yang bersesuaian. Perisian ini digunakan bagi mendapatkan jenis taburan bagi masa di antara ketibaan pesakit dan masa rawatan pesakit.

Kebiasaannya taburan kebarangkalian yang digunakan adalah tertabur secara taburan eksponen dengan parameter  $\lambda$ . Namun begitu, masa rawatan untuk model dan sistem giliran didapati tertabur secara taburan Gama dengan parameter  $(\alpha, \beta)$ . Taburan eksponen adalah taburan istimewa bagi taburan Gama selain daripada taburan Erlang dan taburan Khi-Kuasa Dua.

#### 3.1. M/G/∞/GD/∞/∞

Model ini menerangkan bahawa masa di antara ketibaan pesakit adalah tertabur secara eksponen dengan parameter  $\lambda$  dan masa rawatan pesakit pula mempunyai taburan Gama dengan parameter  $(\alpha, \beta)$ . Bilangan kaunter yang disediakan adalah tak terhingga, iaitu apabila bilangan kaunter yang tepat tidak diketahui dan disiplin barisan yang digunakan adalah disiplin barisan secara umum. Saiz populasi bagi pesakit yang mendapatkan rawatan juga tidak diketahui.

Jadual 1: Hasil analisis bagi model M/G/∞/GD/∞/∞

Perkara	Unit
Tempoh masa di antara ketibaan pesakit, $\lambda$	51 minit
Tempoh masa rawatan pesakit, $\mu$	2 jam 55 minit
Tempoh masa pesakit dalam sistem, $W$	20 minit
Bilangan pesakit dalam sistem barisan, $L$	0 orang

Oleh itu, dengan menggunakan persamaan (1) – (4), nilai  $\alpha$  dan  $\beta$  yang diperoleh daripada perisian adalah  $\alpha = 2.6146$ ,  $\beta = 1.1262$ .

Berdasarkan hasil analisis yang menggunakan model  $M/G/\infty/GD/\infty/\infty$  seperti dalam Jadual 1, pesakit akan tiba di Jabatan Perubatan Kecemasan PPUKM pada setiap selang masa 51 minit dan purata tempoh masa rawatan diberikan kepada mereka adalah selama 2 jam 55 minit. Setiap pesakit memperuntukkan masa selama 20 minit dalam sistem yang telah ditetapkan oleh jabatan ini. Meskipun begitu, sekiranya bilangan pesakit yang datang ke jabatan ini lebih kerap daripada hasil kajian maka ia akan menyebabkan kesesakan di JPK pada satu-satu masa. Malah sekali gus menyebabkan pesakit perlu menunggu dengan lebih lama bagi mendapatkan rawatan daripada doktor atau petugas di jabatan ini. Berdasarkan nilai kebarangkalian yang diperoleh dalam Jadual 2, jelas menunjukkan bahawa apabila semakin ramai pesakit yang datang maka semakin lama masa menunggu bagi mendapatkan rawatan.

Jadual 2: Kebarangkalian pesakit di rawat

Tarikh bagi bulan Mei 2009	Hari	Bilangan pesakit, $j_i$	Kebarangkalian pesakit di rawat, $\pi_j$
1	Jumaat	19	3.0454E-28
2	Sabtu	27	1.5563E-43
3	Ahad	21	5.9631E-32
4	Isnin	25	1.3284E-39
5	Selasa	20	4.3667E-30
6	Rabu	7	2.3758E-08
7	Khamis	12	4.8485E-16
8	Jumaat	23	9.6918E-36
9	Sabtu	24	1.1581E-37
10	Ahad	32	1.2491E-53
11	Isnin	20	4.3667E-30
12	Selasa	15	4.1886E-21
13	Rabu	21	5.9631E-32
14	Khamis	15	4.1886E-21
15	Jumaat	17	1.2664E-24
16	Sabtu	19	3.0454E-28
17	Ahad	18	2.0177E-26
18	Isnin	31	1.3938E-51
19	Selasa	23	9.6918E-36
20	Rabu	21	5.9631E-32
21	Khamis	21	5.9631E-32
22	Jumaat	21	5.9631E-32
23	Sabtu	21	5.9631E-32
24	Ahad	14	2.1909E-19
25	Isnin	12	4.8485E-16
26	Selasa	23	9.6918E-36
27	Rabu	18	2.0177E-26
28	Khamis	27	1.5563E-43
29	Jumaat	31	1.3938E-51
30	Sabtu	16	7.5075E-23
31	Ahad	16	7.5075E-23

### 3.2. M/G/1/GD/ $\infty/\infty$

Sistem giliran ini mempunyai satu kaunter dan masa di antara ketibaan pesakit adalah tertabur secara eksponen dengan parameter  $\lambda$ , tetapi masa rawatan pesakit adalah tertabur secara Gama dengan parameter  $(\alpha, \beta)$ . Dalam model ini, bilangan pesakit yang berada dalam sistem dan saiz populasi pesakit adalah infiniti.

Melalui sistem ini, pengkaji boleh menentukan purata bilangan pesakit yang menunggu dalam barisan, purata masa pesakit untuk menerima rawatan, purata pesakit dalam rawatan, purata bilangan pesakit yang ada dalam sistem barisan, purata masa pesakit dalam barisan dan purata masa pesakit dalam sistem.

Oleh itu, dengan menggunakan persamaan (1) dan persamaan (5) – (9), nilai  $\alpha$  dan  $\beta$  yang diperoleh daripada perisian adalah  $\alpha = 2.659$  dan  $\beta = 1.1135$ . Berdasarkan Jadual 3, pada setiap selang masa 22 minit, pesakit akan dikelaskan kepada triaj 1, 2A dan 2B setelah pesakit menjalani diagnosis kali kedua dan secara purata tempoh masa rawatan yang diberikan lebih kurang 3 jam. Walau bagaimanapun bagi setiap pesakit, masa yang diperuntukkan untuk sistem yang telah ditetapkan oleh jabatan ini adalah lebih kurang 2 jam yang merangkumi masa menunggu bagi mendapatkan rawatan dan masa menunggu dalam barisan. Meskipun begitu, hanya terdapat seorang pesakit yang menunggu bagi mendapatkan rawatan.

Mengikut polisi umum JPK PPUKM, masa rawatan bagi kes triaj 1 adalah bergantung kepada jenis kecederaan dan penyakit yang dirawat, manakala bagi triaj 2A adalah selama 4 jam dan triaj 2B pula adalah selama 3 jam. Dalam kajian ini, kes resusitasi dan kecemasan tidak dapat diasingkan kerana bilangan data kes resusitasi adalah amat kecil bilangannya, ia hanya melibatkan pesakit yang datang ke JPK di dalam bulan Mei 2009. Meskipun begitu, tempoh masa rawatan adalah di sekitar 3 jam dan masih berada dalam lingkungan polisi yang telah ditetapkan oleh jabatan ini.

Jadual 3: Hasil analisis bagi sistem M/G/1/GD/ $\infty/\infty$

Perkara	Unit
Tempoh masa di antara ketibaan pesakit, $\lambda$	22 minit
Tempoh masa rawatan pesakit, $\mu$	2 jam 58 minit
Tempoh masa pesakit menunggu bagi mendapatkan rawatan, $W_s$	20 minit
Tempoh masa pesakit menunggu dalam barisan, $W_q$	1 jam 46 minit
Tempoh masa pesakit dalam sistem, $W$	2 jam 6 minit
Bilangan pesakit yang menunggu dalam barisan, $L_q$	1 orang
Bilangan pesakit dalam rawatan, $L_s$	0 orang
Bilangan pesakit yang ada dalam sistem, $L$	1 orang

## 4. Kesimpulan

Kertas ini telah mengemukakan dua model yang digunakan dalam mengkaji masa di antara ketibaan dan tempoh masa rawatan bagi pesakit yang datang ke jabatan kecemasan, yang dapat membantu pihak jabatan dalam mengambil tindakan yang bersesuaian bagi mempertingkatkan mutu dan kualiti perkhidmatan serta memantapkan lagi piagam perkhidmatan pelanggan. Model yang digunakan merupakan analogi model giliran yang telah

digunakan dalam kejuruteraan telekomunikasi kerana mempunyai konsep yang selari dengan kes yang dikaji walaupun untuk tujuan yang berbeza.

### **Penghargaan**

Ucapan terima kasih di atas semua bantuan dan kerjasama yang diberikan oleh kakitangan Jabatan Kecemasan Perubatan PPUKM, terutamanya Prof. Madya Dr. Ismail Saiboon dan Dr. Husyairi Harunarashid.

### **Rujukan**

- Berry R. 2006. Queuing Theory. <http://www.whitman.edu/mathematics/SeniorProjectArchive/2006/berryrm.pdf> (4 Februari 2010).
- Husyairi H. & Zuraidah C.M. 2009. Konteks Kerja Sosial Perubatan di Jabatan-jabatan Kecemasan Malaysia. Bahagian Penyelidikan (CREM), Jabatan Perubatan Kecemasan PPUKM.
- Saiboon I., Ho S.E., Krishnan B., Nooraini S., Murad N., Pathnathan A. & Choy Y.C. 2008. A study of patient's satisfaction with the Emergency Department (ED) of Hospital Universiti Kebangsaan Malaysia (HUKM). *Journal of Medical & Health* **3**(1): 7-13.
- Green L.V, Soare J., James F.G. & Green R.A. 2006. Using queuing theory to increase the effectiveness of Emergency Department provider staffing. *Academic Emergency Medicine* **13**(1): 61-68.
- Miro O., Sanchez M., Espinos G., Coll-Vinet B., Bragulat E. & Milla J. 2003. Analysis of patient flow in the emergency department and the effect of an extensive reorganisation. *Journal Emergency Medical* **20**: 143-148.
- Chandrasekaran N. 2006. Queuing theory. <http://www.nishanthc.info/Docs/QueuingTheory.pdf> (20 Januari 2010).
- Weber D.O. 2006. A little number crunching can show hospitals how many beds and staff member they really need. *Hospital & Health Networks Magazine*, 10th May 2006.
- Winston W.L. 2004. *Operational Research: Application and Algorithms*. Ed. ke-4. Belmont, CA: Brooks/Cole-Thomson Learning.

<sup>1</sup>*Pusat Pengajian Sains Matematik  
Fakulti Sains dan Teknologi  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
43600 UKM Bangi  
Selangor DE, MALAYSIA  
Mel-e: noramuda@ukm.my, nm@ukm.my, noorsulawati@gmail.com\**

<sup>2</sup>*Jabatan Perubatan Kecemasan  
Pusat Perubatan Universiti Kebangsaan Malaysia  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
Jalan Yaacob Latif  
Bandar Tun Razak  
56000 Cheras  
Kuala Lumpur, MALAYSIA  
Mel-e: zue@ppukm.ukm.my*

---

\*Penulis untuk dihubungi