

## **PENGGUNAAN SIMULASI ARENA UNTUK MENINGKATKAN PRESTASI PERKHIDMATAN DOBI**

(Application of Arena Simulation to Improve the Performance of Laundry Services)

FARAH HAMBALI & CHOONG-YEUN LIONG

### *ABSTRAK*

Dewasa ini, perkhidmatan dobi semakin mendapat sambutan. Walau bagaimanapun, pengurusan yang lemah akan menyebabkan perkhidmatan menjadi kurang cekap. Tambahan pula, usahawan perniagaan kecil sering menghadapi masalah dari segi kewangan untuk melakukan penambahbaikan dalam perniagaan mereka. Oleh itu dalam penyelidikan ini, sistem simulasi untuk membantu dalam meningkatkan prestasi perkhidmatan dobi telah dicadangkan. Tumpuan adalah kepada operasi kedai dobi tradisional yang melibatkan proses mengambil tempahan, mencuci, mengering, melipat dan menyeterika. Kajian ini dilakukan menggunakan teknik simulasi yang merupakan satu kaedah penyelesaian masalah yang menganalisis telatah sistem dan kesan cadangan “bagaimana-jika” ke atas sistem sebenar. Keseluruhan sistem pengoperasian ini digambarkan dengan model simulasi bagi membolehkan sistem sebenar dikaji dan dianalisis. Pengumpulan data telah dilakukan melalui pencerapan dan temu bual di tempat kajian. Perisian Arena digunakan untuk merangka, membangunkan dan melaksanakan model simulasi. Bagi mendapat gambaran yang lebih jelas mengenai operasi kedai dobi ini, animasi model simulasi turut dibangunkan. Seterusnya, hasil keputusan dianalisis bagi mengenal pasti sebarang masalah yang wujud dan mencadangkan penambahbaikan. Analisis hasil larian model simulasi asal dirumuskan mengikut beberapa atribut seperti purata tempoh masa menunggu, purata tempoh perkhidmatan, purata tempoh masa keseluruhan, jumlah tempahan yang keluar dan masuk untuk setiap proses; dan perancangan penggunaan tenaga kerja bagi setiap sumber. Tiga buah model simulasi penambahbaikan kemudiannya dicadangkan bagi mengatasi masalah yang dikenal pasti. Analisis ke atas hasil kajian menunjukkan model simulasi penambahbaikan 1 (MP1) merupakan model simulasi penambahbaikan terbaik. Model simulasi ini melibatkan tambahan sebuah mesin basuh dan mengurangkan masa proses menyeterika dan proses melipat masing-masing kepada 4 minit dan 1.5 minit untuk setiap helai pakaian. Model alternatif ini mampu mengurangkan masalah dalam sistem pengoperasian kedai dobi dan seterusnya meningkatkan prestasi keseluruhan perkhidmatan dobi.

*Kata kunci:* simulasi Arena; perkhidmatan dobi; tradisional; penambahbaikan; prestasi

### *ABSTRACT*

Laundry service has become more popular nowadays. However, poor management will lead to inefficient services. Moreover, another obstacle that is often faced by small entrepreneurs in order to expand their business is financial problem. Therefore in this study, a simulation system is proposed to assist in improving the performance of laundry services. The focus is on the operation at a conventional laundry system which involves the process of taking orders, washing, drying, folding and ironing. This study is performed by using simulation technique which is a problem solving method which analyse the behaviour of the system and the effect of ‘what-if’ recommendations on the actual system. Simulation model depicts the entire operation of the actual system and hence enables the behaviour of the actual system to be studied and analysed. Data collection was done through on site observation and interviews. Arena software is used to create, develop and run the simulation model. To get a better picture on the operation of the laundry, the animated simulation model is also developed. The results are analysed to identify any problems and to propose further improvements. Analysis of the results from the original simulation model is based on attributes such as average waiting time, average total time, average service time, total number in and out for each process, and the scheduled utilisation of

each resource. Three improvement simulation models were proposed in order to overcome the problems identified. Analysis of the results indicates that improvement model 1 (MP1) is the best improvement model. The model involves addition of one washing machine and reducing the times for ironing and folding processes to 4 and 1.5 minutes for each cloth, respectively. This improvement model decreases the problem in the laundry operational system and hence improves the overall performance of the laundry services.

*Keywords:* Arena simulation; laundry service; conventional; improvement; performance

## 1. Pengenalan

Dalam perniagaan perkhidmatan dobi, masalah yang sering kali berlaku ialah masa menunggu yang lama dalam suatu proses. Tempahan pelanggan perlu beratur menunggu giliran untuk dibasuh, dikeringkan, dilipat, diseterika dan dibungkus. Tempahan yang banyak menyebabkan operasi perkhidmatan menjadi sibuk sekaligus meningkatkan potensi kehilangan dan kecuaiian dalam mengendalikan tempahan pelanggan. Selain itu, penggunaan tenaga kerja yang tidak seimbang akan turut memberi kesan kepada produktiviti output yang dihasilkan. Oleh itu, operasi perkhidmatan yang cekap amat penting bagi mengelakkan berlakunya pembaziran sama ada dalam bentuk masa, tenaga kerja mahupun sumber bahan.

Dengan menggunakan kaedah simulasi, masalah seperti keperluan sumber serta waktu menunggu dapat dijangkakan (Medeiros *et al.* 2008). Justeru, kebarangkalian untuk berlaku masalah di dalam sistem pengoperasian akan dapat diketahui lebih awal secara cepat dan mudah (Harrel & Gladwin 2007). Hasilnya, penyelesaian dapat dicari dan dilaksanakan bagi mengatasi masalah waktu menunggu dan masalah-masalah lain. Banks (1998), turut menyatakan bahawa kaedah simulasi telah terbukti sebagai kaedah yang paling berkesan untuk meningkatkan kecekapan sesebuah sistem.

Penyelidikan ini dilakukan untuk mengkaji sistem operasi perkhidmatan dobi yang sedia ada, seterusnya membina model simulasi berdasarkan sistem yang sedia ada dan mencadangkan model alternatif menggunakan perisian Arena untuk menambah baik prestasi operasi perkhidmatan dobi. Kajian yang dilakukan tertumpu kepada sistem pengoperasian di sebuah kedai dobi yang menyediakan perkhidmatan mencuci, mengering dan menyeterika pakaian.

## 2. Kajian Kepustakaan

Simulasi merupakan peniruan terhadap operasi dalam sesebuah proses atau sistem yang sebenar (Banks 1998). Menurut Carson (2005), model ialah perwakilan terhadap sesebuah sistem atau proses, manakala model simulasi pula ialah perwakilan yang melibatkan masa dan perubahan yang berlaku seiring dengan perubahan masa.

Keberkesanan serta kebolehan kaedah simulasi dalam meningkatkan operasi sesebuah sistem pada awalnya telah diperolehi hasil daripada kajian dalam sektor pembuatan (Miller & Pegden 2000; Pierreval 1997). Sehubungan dengan itu, kaedah simulasi mulai banyak digunakan dalam sektor pembuatan, dan sering kali digunakan di dalam industri untuk menilai prestasi operasi sistem pengeluaran (Chong *et al.* 2012; Hani *et al.* 2008; Harrell & Gladwin 2007; Marasini & Dawood 2002).

Namun, beberapa tahun kebelakangan ini kaedah simulasi mula digunakan secara meluas terutamanya dalam sektor perkhidmatan untuk menggambarkan situasi sebenar serta mengenal pasti tindak balas sistem terhadap perubahan keadaan yang berbeza (Jeddi *et al.* 2012). Sebagai contoh, Gupta dan Williams (2004) telah menggunakan kaedah simulasi untuk meningkatkan

servis dan keuntungan garaj servis kereta. Kajian dilakukan berikutan pihak pengurusan garaj servis kereta mendapati berlakunya penurunan yang ketara dari segi pengeluaran, kecekapan dan keuntungan syarikat seiring dengan meningkatnya kos operasi dan kos buruh yang tertentu. Pihak pengurusan bimbang imej baik syarikatnya akan terjejas disebabkan oleh peningkatan dalam masa servis dan masa menunggu. Penyelesaian dicari dengan membina model simulasi penambahbaikan menggunakan perisian Arena. Antara penambahbaikan yang dibuat ialah mewujudkan sistem temu janji, menambah bilangan pekerja dan melaksanakan prosedur penyelenggaraan pencegahan dan ramalan yang betul. Data bagi tempoh enam bulan selepas penambahbaikan dibuat mendapati berlakunya peningkatan yang konsisten sebanyak enam peratus sebagaimana yang telah dijangka oleh analisis simulasi yang telah dilakukan.

Seterusnya, Hani *et al.* (2008) menggunakan simulasi untuk mengoptimumkan kemudahan penyelenggaraan kereta api. Melalui kajian ini, model simulasi berdasarkan kaedah pengoptimuman dibangunkan untuk mengoptimumkan dasar penjadualan. Kajian bertujuan untuk mengoptimumkan prestasi kemudahan penyelenggaraan landasan kereta api melalui pemilihan dasar penjadualan yang terbaik. Hasil kajian menunjukkan peningkatan yang ketara dicapai seperti yang diperolehi dalam hasil larian model simulasi sistem asal.

Selain itu, Mehmod dan Jahanzaib (2010) turut menggunakan kaedah simulasi untuk menerangkan sistem sokongan keputusan bagi sebuah persekitaran membaiki dan menyelenggara kenderaan yang dinamik. Belkadi dan Tanguy (2010) pula memodel dan mensimulasi perkhidmatan oftalmologi bagi kawasan ketenteraan dan hospital universiti untuk mengkaji kadar penggunaan bilik dan doktor bagi perkhidmatan oftalmologi dan seterusnya meningkatkan kualiti perkhidmatan mereka.

Meskipun kajian kes yang telah dilakukan tidak menjurus secara spesifik mengenai sektor perkhidmatan dobi, namun sedikit sebanyak masih dapat dijadikan sebagai panduan dan rujukan dalam menjalankan kajian penyelidikan ini. Ketiadaan penggunaan simulasi dalam sektor perkhidmatan dobi juga telah mendorong kepada kajian ini di samping sebagai suatu usaha penambahbaikan dari segi pengurusan dan pengeluaran kepada usahawan perniagaan kecil berkenaan dalam negara.

### 3. Tatakaedah Kajian

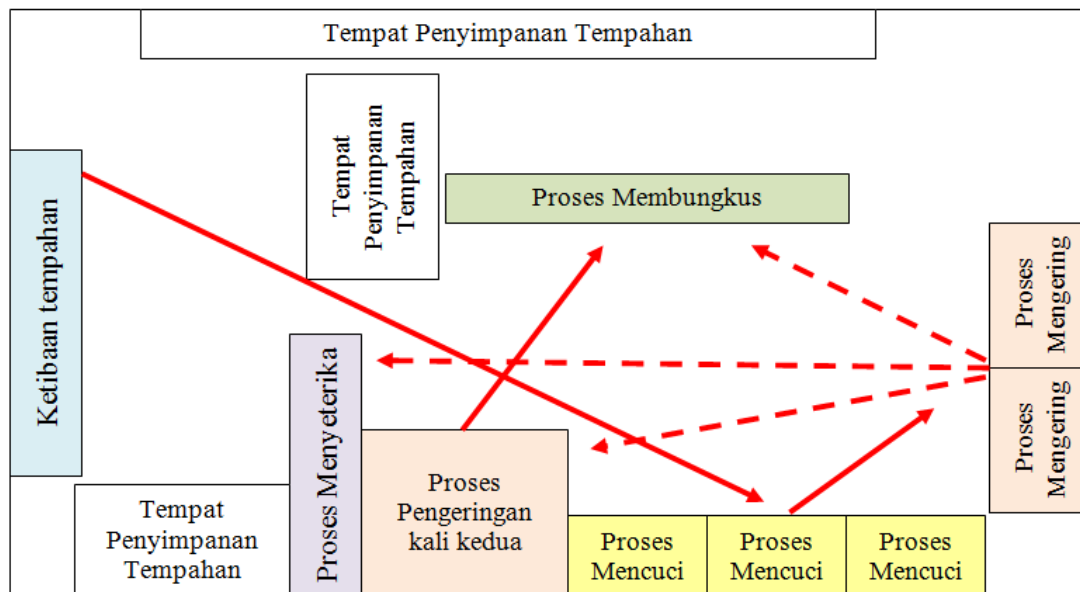
Rangka kerja penyelidikan ini terbahagi kepada lima fasa utama, iaitu fasa penaksiran awal, fasa penyelidikan, fasa pembangunan model simulasi, fasa perbincangan dan penganalisan keputusan dan fasa membuat kesimpulan dan cadangan. Jadual 1 menunjukkan rangka kerja kajian yang dibuat berdasarkan langkah-langkah dalam kajian simulasi.

Jadual 1: Rangka kerja kajian

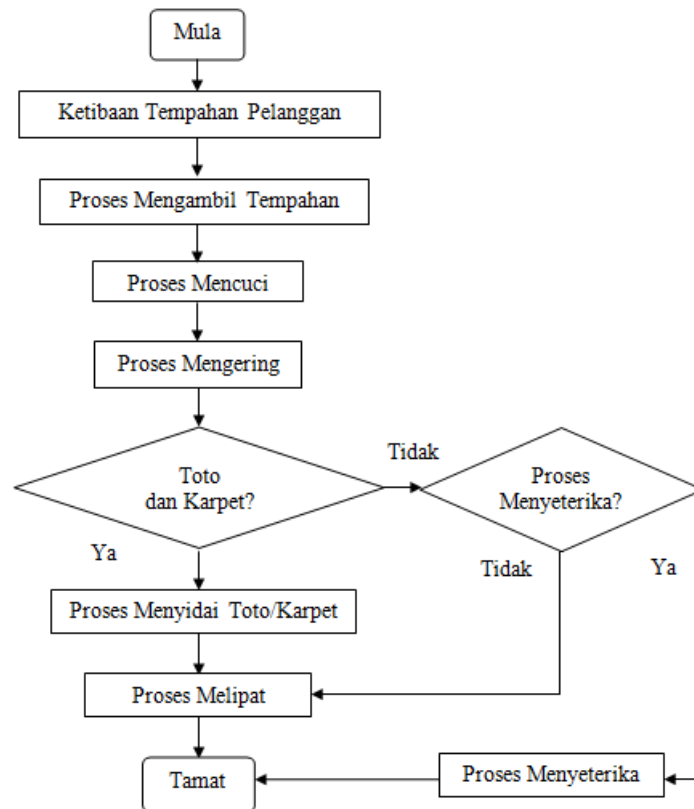
| Fasa Utama                              | Langkah kerja   |
|---|---|
| Penaksiran Awal                         | Mengenal pasti masalah dan rancangan kajian   |
| Penyelidikan                            | Pencarian Maklumat, Temu bual<br>Pemerhatian dan Pengumpulan data                     |
| Pembangunan Model Simulasi              | Pembinaan model<br>Pengesahan dan pentahkikan model<br>Pengujian model penambahbaikan |
| Perbincangan dan Penganalisan Keputusan | Penganalisan data output  |
| Membuat Kesimpulan dan Cadangan         | Cadangan dan dokumentasi model  |

Penaksiran awal bertujuan untuk mengenal pasti permasalahan dan mencari punca masalah yang wujud dalam sistem tersebut. Rajah 1 menunjukkan susun atur sistem operasi di kedai dobi dan aliran kerja operasi kedai pula adalah seperti yang digambarkan dalam Rajah 2.

Fasa penyelidikan melibatkan pencarian maklumat kajian, pemerhatian di tempat kajian dan proses pengumpulan data. Fasa penyelidikan terbahagi kepada dua bahagian, iaitu kajian kepustakaan dan kajian lapangan. Maklumat kajian kepustakaan diperolehi daripada bahan penerbitan penyelidikan, buku, jurnal dan laman sesawang. Manakala kajian lapangan pula merujuk kepada pengumpulan data primer yang dilakukan secara langsung di tempat kajian. Terdapat tiga kaedah dalam kajian lapangan ini (Bank *et al.* 2005), iaitu pengumpulan data, temu bual dan pemerhatian operasi sistem. Kajian lapangan telah dibuat selama seminggu.



Rajah 1: Susun atur sistem operasi kerja di kedai dobi



Rajah 2: Aliran kerja dalam sistem pengoperasian

Pembinaan model simulasi dimulakan dengan memastikan data yang telah dikumpul bersesuaian dan sah untuk pembangunan model. Model yang dibina adalah selaras dan berasaskan kepada sistem operasi kedai dobi yang sebenar. Model dibina menggunakan perisian Arena 14.0. Rajah 3 memberikan gambaran keseluruhan model simulasi asal yang dibangunkan untuk mewakili keseluruhan operasi di kedai dobi berkenaan.

Pentahkikan model dilakukan untuk memastikan model berfungsi seperti yang diperlukan. Dengan kata lain, ia adalah untuk memastikan bahawamodel berfungsi dan bertindak balas seperti mana yang berlaku dalam sistem sebenar. Model simulasi dikatakan sah jika output simulasi yang diperoleh tidak menyisih melebihi 10 peratus daripada output sistem sebenar (Law & McComas 2001). Rumus peratusan ralat yang digunakan bagi menguji tahap kesahihan model simulasi ialah:

$$\text{Peratusan ralat} = \left( \frac{|\text{output(simulasi)} - \text{output(sistem sebenar)}|}{\text{output(sistem sebenar)}} \right)$$

Seterusnya, model-model simulasi penambahbaikan dibina bagi mendapatkan model simulasi penambahbaikan yang terbaik. Sebagaimana model simulasi asal, laporan keputusan model simulasi penambahbaikan dianalisis dan dibandingkan untuk mengenal pasti model simulasi terbaik bagi menyelesaikan permasalahan kajian.

Fasa terakhir dalam kajian ini ialah membuat kesimpulan dan cadangan. Kesimpulan dan cadangan dibuat berdasarkan hasil keputusan yang diperoleh dalam model simulasi asal. Penambahbaikan seterusnya dilakukan melalui beberapa cadangan yang berbeza bagi mengatasi masalah kesendatan yang dihadapi oleh kedai dobi. Segala maklumat dan data

kajian termasuk model simulasi asal dan model simulasi penambahbaikan diperhatikan secara menyeluruh bagi memperoleh penyelesaian terbaik. Akhirnya, laporan kajian dibuat dan didokumentasikan.

### 3.1 Penganalisis input

Perisian Penganalisis Input dalam Arena berfungsi untuk menjana taburan kebarangkalian yang paling sesuai bagi satu set data. Seterusnya, taburan kebarangkalian yang mempunyai nilai ralat kuasa dua yang paling kecil dipilih sebagai taburan kebarangkalian yang terbaik untuk mewakili set data. Nilai ralat kuasa dua yang kecil amat penting kerana nilai ini merupakan pengukuran terhadap bagaimana sesebuah taburan kebarangkalian itu dapat mewakili satu set data dengan tepat. Aplikasi ini amat membantu dalam mendapatkan taburan kebarangkalian yang tepat dan sesuai bagi mewakili data yang telah dikumpulkan. Ungkapan taburan kebarangkalian yang diperoleh kemudiannya dimasukkan ke dalam modul yang berkaitan dalam model simulasi.

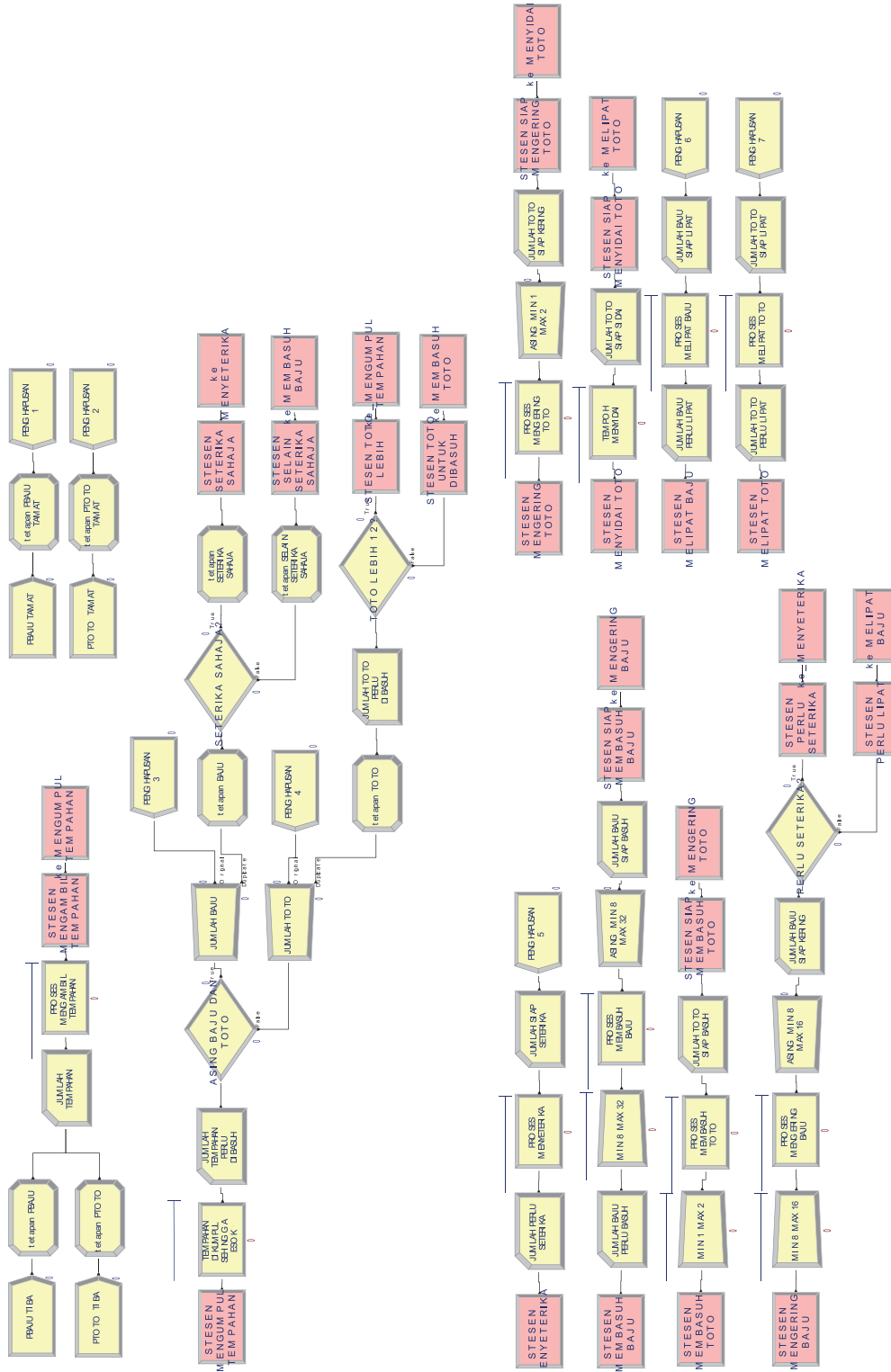
## 4. Analisis Keputusan dan Perbincangan

Menggunakan penganalisis input yang terdapat dalam perisian Arena, taburan dan ungkapan bagi data penting yang dikumpulkan diperoleh. Senarai ungkapan taburan kebarangkalian ini ditunjukkan dalam Jadual 2.

Keputusan yang diperoleh hasil dari larian menggunakan model simulasi asal ditunjukkan dalam Jadual 3 dan Jadual 4.

Jadual 2: Senarai ungkapan dan taburan kebarangkalian data model

| Nama  | Taburan   | Nilai Ungkapan                          |
|---|-----------|---|
| Selang Masa Kedatangan Tempahan Pakaian     | Eksponen  | $15 + \text{EXPO}(38.6)$                |
| Selang Masa Kedatangan Tempahan Toto/Karpet | Uniform   | $\text{UNIF}(15,360)$                   |
| Proses Mengambil Tempahan                   | Beta      | $0.5 + 3 * \text{BETA}(1.27, 1.88)$     |
| Bilangan Helai Pakaian per Tempahan         | LogNormal | $0.5 + \text{LOGN}(15.2, 17.7)$         |
| Bilangan Keping Toto/Karpet Per Tempahan    | Seragam   | $\text{UNIF}(1,2)$                      |
| Proses Melipat Pakaian                      | Beta      | $1 + 3.6 * \text{BETA}(0.25, 0.965)$    |
| Proses Melipat Toto/Karpet                  | Beta      | $4.5 + 11 * \text{BETA}(0.231, 0.0679)$ |
| Proses Menyeterika                          | LogNormal | $3 + \text{LOGN}(2.02, 2.13)$           |



Rajah 3: Gambaran keseluruhan model simulasi asal bagi operasi di kedai dobi

Jadual 3: Nilai purata penggunaan tenaga kerja bagi setiap sumber model simulasi asal

| Sumber       | Nilai purata penggunaan (%) |
|--------------|-----------------------------|
| Mesin basuh  | 19.38                       |
| Mesin kering | 19.38                       |
| Pekerja 1    | 16.98                       |
| Pekerja 2    | 9.09                        |

Jadual 4: Hasil keputusan model simulasi asal berdasarkan hasil larian sepuluh replikasi

| Proses             | Purata tempoh masa menunggu (minit) | Purata tempoh masa perkhidmatan (minit) | Purata tempoh masa keseluruhan (minit) | Bilangan tempahan (helai) |        |
|--------------------|-------------------------------------|---|--|---------------------------|--------|
|                    |                                     |   |  | Masuk                     | Keluar |
| Mengambil tempahan | 0.08                                | 1.67                                    | 1.75                                   | 22.50                     | 22.50  |
| Membasuh pakaian   | 212.23                              | 45.00                                   | 257.23                                 | 157.40                    | 152.80 |
| Membasuh toto      | 401.27                              | 45.00                                   | 446.27                                 | 5.70                      | 5.50   |
| Mengering pakaian  | 0.00                                | 45.00                                   | 45.00                                  | 152.80                    | 152.80 |
| Mengering toto     | 0.00                                | 45.00                                   | 45.00                                  | 5.70                      | 5.70   |
| Melipat pakaian    | 12.20                               | 1.82                                    | 14.02                                  | 143.60                    | 143.60 |
| Menyeterika        | 192.36                              | 5.00                                    | 197.36                                 | 90.70                     | 90.70  |

Merujuk kepada jadual 3, hasil daripada larian model simulasi asal menunjukkan purata penggunaan tenaga kerja bagi setiap sumber yang terlibat adalah sederhana atau rendah. Purata penggunaan tenaga kerja adalah merujuk kepada kadar penggunaan setiap sumber dalam sistem. Mesin basuh dan mesin kering digunakan sebanyak 19.38 peratus sepanjang waktu operasi. Pekerja 1 yang melakukan tugas mengambil tempahan dan melakukan proses menyeterika hanyalah sibuk 16.98 peratus daripada tempoh masa bekerja. Akhir sekali, hanya 9.09 peratus daripada waktu pekerja 2 yang melakukan proses melipat serta menguruskan operasi proses membasuh, proses mengering dan proses menyidai adalah sibuk.

Jadual 4 pula menunjukkan purata tempoh masa menunggu, purata tempoh masa perkhidmatan, purata tempoh masa keseluruhan dan bilangan tempahan yang masuk dan keluar dari setiap proses yang terlibat. Purata tempoh masa keseluruhan merujuk kepada purata masa keseluruhan dalam sistem, iaitu meliputi masa menunggu dan masa perkhidmatan. Selain daripada untuk proses melipat pakaian dan menyeterika, purata tempoh masa menunggu, purata tempoh masa perkhidmatan dan purata tempoh masa keseluruhan bagi setiap proses adalah bagi satu kumpulan tempahan mengikut kuantiti tertentu. Sebagai contoh, masa yang dikira bagi proses mengambil tempahan adalah masa perkhidmatan untuk satu tempahan pelanggan yang mempunyai jumlah pakaian atau toto mengikut taburan yang telah dinyatakan. Manakala masa yang dikira bagi proses membasuh dan mengering adalah untuk satu kelompok tempahan yang mempunyai jumlah pakaian atau toto mengikut ungkapan yang telah dinyatakan dalam modul kelompok. Hanya masa bagi proses melipat dan menyeterika sahaja yang dikira untuk satu helai pakaian. Seterusnya, nilai bilangan tempahan yang keluar masuk dari setiap proses yang terlibat adalah dalam bentuk integer. Walau bagaimanapun, nilai bilangan yang ditunjukkan dalam Jadual 4 adalah dalam bentuk perpuluhan kerana nilai ini adalah nilai purata bagi 10 replikasi.

Jumlah pengeluaran bagi sistem pengoperasian ini dihitung berdasarkan jumlah pakaian dan toto yang telah siap dilipat dan jumlah pakaian yang telah siap diseterika. Bilangan pakaian yang siap dilipat secara puratanya berjumlah 143.60 helai manakala jumlah pakaian yang siap



diseterika secara puratanya berjumlah 90.70 helai. Walau bagaimanapun, bilangan toto yang siap dilipat adalah 0.00. Hal ini demikian kerana, toto masih belum kering sepenuhnya dalam tempoh satu pusingan sistem simulasi (tempoh satu pusingan simulasi bermula dari kedai mula dibuka sehingga kedai ditutup).

Setelah meneliti hasil keputusan model simulasi asal, didapati berlaku masalah kesendatan pada proses membasuh, melipat pakaian dan menyeterika. Masalah ini jelas dapat dilihat dari nilai purata tempoh masa menunggu dan purata tempoh masa keseluruhan bagi ketiga-tiga proses tersebut yang tinggi.

Purata tempoh masa menunggu bagi proses membasuh pakaian dan proses membasuh toto atau karpet masing-masing ialah 212.23 minit dan 401.27 minit. Manakala purata tempoh masa keseluruhan bagi proses membasuh pakaian ialah 257.23 minit dan bagi proses membasuh toto pula ialah 446.27 minit. Purata tempoh perkhidmatan bagi proses membasuh pakaian dan toto ini ialah 45.00 minit seperti yang telah ditetapkan oleh pihak kedai.

Purata tempoh masa menunggu bagi proses menyeterika pula ialah selama 192.36 minit. Seterusnya, purata 197.36 minit diperlukan bagi menyelesaikan keseluruhan proses menyeterika. Purata tempoh masa menunggu bagi proses melipat pakaian ialah 12.20 minit bagi setiap helai manakala purata tempoh masa perkhidmatan pula ialah 1.82 minit. Purata tempoh masa keseluruhan bagi proses ini memerlukan 14.02 minit. Walaupun tempoh masa ini tidak tinggi berbanding tempoh masa bagi proses menyeterika, tetapi masih perlu diperbaiki. Hal ini kerana, memperuntukkan 1.82 minit untuk melipat sehelai pakaian ialah satu tempoh yang agak lama.

#### **4.1. Model penambahbaikan**

Tiga buah model penambahbaikan dicadangkan bagi mengatasi permasalahan yang wujud dalam sistem asal. Model dicadangkan berdasarkan penekanan terhadap penggunaan tenaga kerja dan masa perkhidmatan yang optimum. Berdasarkan pemerhatian penyelidik, didapati pekerja mampu menyiapkan tugas dalam tempoh masa yang singkat sekiranya lebih fokus pada pekerjaan mereka. Selain itu, model yang dicadangkan juga bertujuan memberi penekanan terhadap usaha untuk mengurangkan tempoh masa menunggu yang lama. Berikut adalah penerangan mengenai model penambahbaikan serta hasil larian model simulasi berkenaan.

Model simulasi penambahbaikan 1 (MP1) dibangunkan dengan menambah bilangan mesin basuh dan menguntukkan semula tempoh masa bagi proses melipat pakaian dan menyeterika. Ini bermakna, jumlah bilangan mesin basuh ialah tiga buah, tempoh masa bagi proses melipat pakaian ialah malar dengan nilai 1.50 minit dan bagi proses menyeterika adalah malar dengan nilai 4.00 minit.

Model simulasi penambahbaikan 2 (MP2) dibangunkan dengan menambah bilangan mesin basuh dan menguntukkan semula tempoh masa bagi proses melipat pakaian. Penjadualan semula tugas menyeterika turut dilakukan. Ini bermakna, jumlah mesin basuh ialah tiga buah, tempoh masa bagi proses melipat pakaian adalah malar dengan nilai 1.50 dan pekerja 2 dikehendaki untuk membantu proses menyeterika sekiranya tiada pakaian untuk dilipat.

Model simulasi penambahbaikan 3 (MP3) pula dibangunkan dengan menambah bilangan mesin basuh dan menguntukkan semula tempoh masa bagi proses melipat pakaian dan menyeterika, di samping penjadualan semula tugas menyeterika. Ini bermakna, jumlah bilangan mesin basuh ialah tiga buah, tempoh masa bagi proses melipat pakaian ialah malar dengan nilai 1.50 minit, tempoh masa bagi proses menyeterika adalah malar dengan nilai 4.00 minit, dan pekerja 2 dikehendaki untuk membantu proses menyeterika sekiranya tiada pakaian untuk dilipat.

Jadual 5 ke 8 menunjukkan perbandingan hasil yang diperoleh daripada model simulasi penambahbaikan berkenaan:

Jadual 5: Perbandingan purata tempoh masa perkhidmatan (minit)

| Proses           | Model asal | MP1   | MP2   | MP3   |
|------------------|------------|-------|-------|-------|
| Membasuh pakaian | 45.00      | 45.00 | 45.00 | 45.00 |
| Membasuh toto    | 45.00      | 45.00 | 45.00 | 45.00 |
| Melipat pakaian  | 1.82       | 1.50  | 1.50  | 1.50  |
| Menyeterika      | 4.50       | 4.00  | 4.94  | 4.00  |

Jadual 6: Perbandingan purata tempoh masa menunggu (minit)

| Proses           | Model asal | MP1    | MP2    | MP3    |
|------------------|------------|--------|--------|--------|
| Membasuh pakaian | 212.23     | 138.52 | 136.81 | 138.52 |
| Membasuh toto    | 401.27     | 254.59 | 254.20 | 254.59 |
| Melipat pakaian  | 12.20      | 10.03  | 13.03  | 12.04  |
| Menyeterika      | 192.36     | 155.20 | 299.97 | 242.85 |

Jadual 7: Perbandingan purata tempoh masa keseluruhan (minit)

| Proses           | Model asal | MP1    | MP2    | MP3    |
|------------------|------------|--------|--------|--------|
| Membasuh pakaian | 257.23     | 183.52 | 181.81 | 183.52 |
| Membasuh toto    | 446.27     | 299.59 | 299.20 | 299.59 |
| Melipat pakaian  | 14.02      | 11.53  | 14.53  | 13.54  |
| Menyeterika      | 197.36     | 159.20 | 304.91 | 246.85 |

Jadual 8: Perbandingan jumlah pengeluaran (helai)

| Proses           | Model asal | MP1    | MP2    | MP3    |
|------------------|------------|--------|--------|--------|
| Membasuh pakaian | 152.80     | 154.40 | 152.80 | 154.40 |
| Membasuh toto    | 5.70       | 5.70   | 5.70   | 5.70   |
| Melipat pakaian  | 143.60     | 144.10 | 143.60 | 144.10 |
| Menyeterika      | 90.70      | 93.40  | 90.70  | 93.40  |

## 5. Kesimpulan

Setelah melihat kesan model simulasi penambahbaikan yang dibangunkan terhadap atribut-atribut yang menjadi tumpuan, didapati model penambahbaikan 1 (MP1) adalah yang terbaik dari segi purata tempoh masa menunggu dan purata tempoh masa keseluruhan bagi proses menyeterika dan melipat pakaian. Manakala model penambahbaikan 2 (MP2) adalah yang terbaik dari segi purata tempoh masa menunggu dan purata tempoh masa keseluruhan bagi proses membasuh pakaian dan membasuh toto. Dari segi purata jumlah pengeluaran, secara keseluruhannya semua model penambahbaikan memberikan nilai pengeluaran yang sama dengan nilai kemasukan entiti dalam setiap proses. Maka, setiap model penambahbaikan berjaya menyelesaikan kesemua tempahan dalam tempoh yang ditetapkan.

Justeru, di antara ketiga-tiga model tersebut, pada keseluruhannya model penambahbaikan 1 (MP1) dipilih sebagai model penambahbaikan terbaik. Ini kerana model penambahbaikan ini berjaya mengurangkan purata tempoh masa menunggu dan purata tempoh masa keseluruhan bagi proses membasuh pakaian dan membasuh toto. Selain itu, ia tidak melibatkan penjadualan semula tugas pekerja, jadi umumnya tidak melibatkan perubahan besar dari sudut pekerja. Di samping itu ia merupakan model penambahbaikan terbaik dari segi purata tempoh masa menunggu dan purata tempoh masa keseluruhan bagi proses menyeterika dan melipat pakaian.

## Penghargaan

Penulis merakamkan ucapan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Malaysia dan Universiti Kebangsaan Malaysia atas bantuan kewangan daripada geran penyelidikan FRGS/2/2013/ST06/UKM/02/1.

## Rujukan

- Banks J. 1998. *Handbook of simulation: Principle, Methodology, Advances, Application and Practice*. Ed. ke-2. New York: John Wiley Publication.
- Banks J., Carson J.S., Nelson B.L. & Nicol D.M. 2005. *Discrete Event System Simulation*. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall.
- Belkadi K. & Tanguy A. 2010. Modelling and simulation of the ophthalmology service for RUMHO. *Proceedings of the 12th WSEAS International Conference on Automatic Control, Modelling & Simulation*, pp. 278-286.
- Carson II J.S. 2005. Introduction to modeling and simulation. *Proceedings of the 2005, Winter Simulation Conference*, pp. 16-23.
- Chong B., Abu Bakar S. & Liong C.-Y. 2012. Modelling of distribution system in a factory warehouse using Arena. *Journal of Quality Measurement and Analysis* 8(2): 65-76.
- Gupta N. & Williams E.J. 2004. Simulation improves service and profitability of an automobile service garage. *Proceedings 16th European Simulation Symposium*, pp. 53-59.
- Hani Y., Amodeo L., Yalaoui F. & Chen H. 2008. Simulation based optimization of a train maintenance facility. *Journal of Intelligent Manufacturing* 19(3): 293-300.
- Harrell C. & Gladwin B. 2007. Productivity improvement in appliance manufacturing. *Proceedings of the 2007 Winter Simulations Conference*, pp. 1610-1614.
- Jeddi A.R., Renani N.G., Malek A. & Khademi A. 2012. A discrete event simulation in an automotive service context. *International Journal of Computer Science Issues* 9(6):142-147.
- Law A.M. & McComas M.G. 2001. How to build valid and credible simulation models. *Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference*, pp. 22-29.
- Marasini R. & Dawood N. 2002. Simulation modeling and optimization of stockyard layouts for precast concrete products. *Winter Simulation Conference, San Diego*, Jilid 2, pp. 1731-1736.
- Medeiros D.J., Swenson E. & DeFlicht C. 2008. Improving patient flow in a hospital emergency department. *Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference*, pp. 1526-1531.
- Mehmod A. & Jahanzaib M. 2010. Simulation Based Decision Support System (SBDSS) for the vehicle repair and maintenance in dynamic business environment. *Proceeding of the International Conference on Industrial Engineering and Operation Management*, pp. 1-8.
- Miller S. & Pegden D. 2000. Introduction to Manufacturing Simulation. *Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference*, Jilid 1, pp. 63-66.
- Pierreval H. 1997. Using evolutionary algorithms and simulation for the optimization of manufacturing systems. *IIE Transaction* 29(3): 181-190.

Pusat Pengajian Sains Matematik  
Fakulti Sains dan Teknologi  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
43600 UKM Bangi  
Selangor DE, MALAYSIA  
Mel-e: farah4529@gmail.com; lg@ukm.edu.my\*

\*Penulis untuk dihubungi