

## **PENDEKATAN PENYELIDIKAN OPERASI DALAM PENGURUSAN SUMBER KEDAI KOMPUTER**

(Operational Research Approaches in a Computer Shop's Resource Management)

NUR JUMAADZAN ZALEHA MAMAT & CHONG FEI SZE

### *ABSTRAK*

Keberkesanan dan kepentingan kaedah Penyelidikan Operasi dalam pengurusan sesebuah organisasi telah lama diperakui, baik oleh para akademik mahu pun bukan akademik. Di antaranya adalah untuk melicinkan operasi harian dan membantu meminimumkan jumlah kos inventori. Kajian ini mencadangkan penyelesaian masalah inventori dan pengagihan tugas kepada pekerja sebuah kedai komputer, Command Com Technology (M) Sdn. Bhd. Kaedah Penyelidikan Operasi pertama yang digunakan adalah Model Kuantiti Pesanan Ekonomik untuk menentukan bilangan pesanan optimum pemacu kilat USB (Kingston, 4GB) dan masa yang sesuai untuk membuat tempahan supaya kedai komputer ini dapat meminimumkan jumlah kos inventori pemacu kilat tersebut. Kaedah kedua ialah Kaedah Hungarian, digunakan untuk membantu pemilik kedai mengagihkan kerja kepada kakitangannya dengan tujuan meminimumkan jumlah masa menyelesaikan kerja mereka sebelum operasi kedai bermula setiap hari. Selain daripada dua kaedah tersebut, empat kriterium analisis keputusan turut digunakan untuk membantu menentukan sama ada pemilik kedai tersebut memerlukan pekerja baru, dengan harapan untuk memaksimumkan jumlah hasil jualan.

*Kata kunci:* Penyelidikan operasi; model kuantiti pesanan ekonomik; kaedah Hungarian; analisis keputusan

### *ABSTRACT*

Operational Research methods have long been acknowledged and accepted by both academics and non-academics as effective and important methods in the management of an organisation. Some of the methods can help an organisation to ensure smooth daily operations and to minimise its total inventory cost. This study proposes a solution to an inventory problem and job assignments among the staff of a computer shop, Command Com Technology (M) Sdn. Bhd. The first Operational Research technique used is the Economic Order Quantity Model to determine the optimum number of pen-drives (Kingston, 4GB) in every order and the suitable time to order a new batch of the pen-drives with the objective of the computer shop minimising the total inventory cost of the pen-drives. Secondly, the Hungarian Method was applied to help the owner of Command Com Technology (M) Sdn. Bhd. To distribute work or tasks among its staff so that they are able to complete the tasks in the shortest time before the shop opens. In addition to the two Operational Research methods, four criteria under Decision Analysis were also used to assist the owner in deciding whether to hire new staff with the hope to maximise its total sales.

*Keywords:* Operational research; economic order quantity model; Hungarian method; decision analysis

## **1. Pendahuluan**

Penyelidikan Operasi (PO) adalah penggunaan kaedah analisis matematik untuk membantu proses pembuatan keputusan. Kaedah Penyelidikan Operasi (PO) bermula pada Perang Dunia ke-2, semasa perang di antara England dan Jerman dengan tujuan untuk mengoptimumkan kedudukan antena radar untuk meningkatkan kecekapan sistem pertahanan udara pihak British. Semenjak itu, satu demi satu kaedah PO diperkenalkan, contohnya simulasi

komputer, pengoptimuman, kebarangkalian dan statistik, dan penstrukturan masalah. PO turut digunakan dalam pelbagai sektor, industri dan permasalahan seperti permasalahan penjadualan, perancangan fasiliti dan logistik, perancangan dan peramalan, pengurusan hasil dan sumber, insurans, pengiklanan serta sektor pertahanan dan keamanan (Thierauf & Klekamp 1970; Cerny 1985; Shaphiro 1988; Bell & Williams 2001; Lavieri *et al.* 2008; Oughalime *et al.* 2009).

Dalam konteks perniagaan, sesebuah organisasi akan cuba menggunakan sumber sedia ada dengan seoptimum mungkin. Contohnya, bagaimana untuk mengagihkan sumber tenaga pekerja agar dapat meminimumkan jumlah masa menyiapkan sesuatu projek; bagaimana untuk mengagihkan bahan mentah dalam proses pembuatan sesuatu produk agar dapat memaksimumkan keuntungan; bagaimana untuk menggunakan sumber kewangan yang ada untuk memaksimumkan pulangan; bagaimana untuk menghasilkan penjadualan sumber tenaga pekerja dan bahan serta peralatan yang ada untuk mencapai hasil pulangan yang maksimum di samping meminimumkan kos pengeluaran, dan sebagainya. Pasaran global dan komunikasi terkini bermakna pelanggan mengharapkan produk dan perkhidmatan berkualiti tinggi. Ini memerlukan perancangan rapi dan analisis terperinci, yang merupakan ciri-ciri PO. Maka wajarlah organisasi, sama ada awam atau swasta, besar atau kecil, menggunakan kaedah PO untuk mencapai objektif mereka serta membuat keputusan yang terbaik (Fabozzi 1978; Aida & Wan Rosmanira 2008; Sawiran 2008; Wan Rosmanira *et al.* 2009; Agrawal *et al.* 2010; Ho *et al.* 2010).

Kajian ini melihat kepada sebuah kedai komputer Command Com Technology (M) Sdn. Bhd. Salah satu produk yang dijual adalah pemacu kilat USB berjenama Kingston 4GB. Masalah yang sering dihadapi adalah kekurangan stok atau inventori produk ini. Ini adalah kerana mereka tidak mempunyai satu cara yang sistematik dan konsisten dalam penempahan produk. Mereka hanya akan menempah produk baru apabila stok pemacu kilat USB berjenama Kingston 4GB ini tinggal 2 hingga 3 unit. Berkemungkinan titik tempoh pesanan baru ini (produk tinggal 2 hingga 3 unit) akan menghasilkan kos inventori yang tidak optimum. Suatu kaedah pengiraan perlu digunakan untuk menentukan sama ada titik tempoh pesanan ini adalah optimum atau tidak. Ada kalanya dalam tempoh menunggu penghantaran stok baru, bilangan permintaan daripada pelanggan melebihi stok yang ada. Ini boleh menyebabkan kemungkinan kehilangan peluang penjualan. Sementara itu, bilangan pemacu kilat yang dipesan adalah berbeza setiap kali pesanan dibuat. Selain daripada masalah inventori pemacu kilat tersebut, pengagihan tugas di Command Com Technology (M) Sdn. Bhd. ini juga mungkin tidak mencapai penggunaan sumber tenaga pekerja yang optimum. Sepanjang tempoh operasi harian kedai, pelbagai tugas perlu dilaksanakan oleh pekerja. Namun begitu dalam kajian ini tumpuan diberikan kepada tugas yang perlu diselesaikan sebelum kedai dibuka pada setiap pagi. Ini adalah untuk memastikan operasi kedai akan berjalan lancar sebaik kedai dibuka serta pekerja dapat menumpukan perhatian terutamanya kepada permintaan pelanggan. Perkara ketiga yang dilihat ialah pertimbangan pemilik kedai ini dalam membuat keputusan sama ada hendak mengambil pekerja baru ataupun tidak. Ini adalah kerana jika kekurangan pekerja, operasi kedai komputer ini akan menjadi tidak begitu licin dan tugas-tugas yang diagihkan akan mengambil lebih masa untuk diselesaikan. Sebaliknya jika terlebih bilangan pekerja pula, perbelanjaan kedai komputer mungkin meningkat. Dengan itu, keuntungan tidak dapat dimaksimumkan.

Bagi mengatasi masalah-masalah ini, Model Kuantiti Pesanan Ekonomik, Kaedah Hungarian (Masalah Umpukan), dan kaedah analisis keputusan telah digunakan. Makalah ini terbahagi kepada beberapa bahagian seperti berikut: bahagian 2 menjelaskan tentang model kuantiti pesanan ekonomik, masalah umpukan dan analisis keputusan, bahagian 3 melihat senario subjek kajian iaitu kedai Command Com Technology (M) Sdn. Bhd. berserta hasil kajian dan akhirnya bahagian 4 memberikan sedikit kesimpulan.

## 2. Metodologi

### 2.1. Model kuantiti pesanan ekonomik

Dua masalah inventori yang sering dihadapi ialah:

- Berapa banyakkah sesuatu item itu harus dipesan pada setiap pesanan?
- Bilakah masa yang sesuai untuk membuat pesanan tersebut?

Dua permasalahan ini dapat diselesaikan menggunakan Model Kuantiti Pesanan Ekonomik. Model ini boleh dikatakan sebagai model asas kawalan inventori dan yang terawal (Moskowitz & Wright 1979). Sungguhpun teknik kawalan inventori ini secara relatifnya senang digunakan, wujud beberapa kekangan dan andaian tertentu. Kekangan dan andaian tersebut adalah:

- Kadar permintaan diketahui lebih awal dan bersifat malar.
- Barangan/Item dikeluarkan atau diperoleh dalam bentuk lot dan diterima sekali gus selepas setiap pesanan.
- Masa menunggu pesanan tiba bersifat malar.
- Kekurangan barangan tidak dibenarkan berlaku.
- Harga belian bagi sesuatu item adalah tekal. Potongan harga tidak dibenarkan.
- Kos yang terlibat hanyalah kos belian, kos pesanan dan kos pegangan sahaja.
- Kos pesanan dan kos pegangan diketahui dan tekal untuk setiap pesanan.

Model Kuantiti Pesanan Ekonomik terbentuk daripada beberapa jenis kos yang berkaitan inventori. Kos inventori yang terlibat adalah:

- Kos belian tahunan =  $p \times D$   
dengan  $p$  = kos belian seunit dan  $D$  = permintaan tahunan dalam unit.  $p$  adalah kos bagi sesuatu item jika item itu diperoleh dari sumber luar.
- Kos pesanan tahunan =  $K \times D/Q$   
dengan  $K$  = kos atau perbelanjaan yang wujud setiap kali sesuatu pesanan dibuat, dan  $D/Q$  = bilangan pesanan dalam setahun.
- Kos pegangan tahunan =  $hQ/2$   
dengan  $h$  = kos pegangan seunit setahun dan  $Q$  = kuantiti pesanan (unit).  $h$  adalah kos-kos yang terlibat dalam pengendalian sesuatu item bagi suatu jangka masa.

Dengan adanya ketiga-tiga jenis kos ini, maka jumlah kos tahunan bagi item yang dikaji boleh diperoleh seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kos tahunan, } TC(Q) &= \text{Kos belian tahunan} + \text{Kos pesanan tahunan} \\ &\quad + \text{Kos pegangan tahunan} \\ &= pD + KD/Q + hQ/2 \end{aligned} \quad (1)$$

Pengoptimuman jumlah kos inventori berlaku pada nilai di mana jumlah kos inventori adalah minimum (Tersine 1982). Nilai optimum bagi bilangan kuantiti pesanan  $Q$  ditakrifkan sebagai  $Q^*$ .  $Q^*$  berlaku pada titik minimum di mana kecerunan graf jumlah kos inventori,  $TC(Q)$  sama dengan sifar. Maka,

$$Q^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}} \quad (2)$$

Maka jawapan untuk permasalahan inventori (1) telah diperoleh. Setelah itu, tempoh masa kitaran pesanan turut boleh dikira, iaitu:

$$T^* = \frac{Q^*}{D} \quad (3)$$

Kebiasaannya, sesuatu pesanan tidak akan tiba dengan serta merta. Masa menunggu  $L$ , adalah tempoh masa di antara tarikh membuat pesanan dengan tarikh penerimaan sebenar item tersebut. Untuk mengelakkan berlakunya kekurangan stok di samping untuk meminimumkan kos pegangan, perlu dipastikan bahawa item yang dipesan tiba pada hari ketika aras inventori item adalah sifar. Maka, titik pesanan semula,  $R$  iaitu suatu aras inventori apabila satu pesanan harus dibuat, perlu dipastikan setepatnya oleh organisasi.

Dua kes yang perlu dipertimbangkan untuk menentukan titik pesanan semula bagi Model Kuantiti Pesanan Ekonomik (Winston 2004) adalah:

- a) Apabila  $LD \leq Q^*$   
Dalam kes ini, titik pesanan semula adalah apabila aras inventori bersamaan  $LD$ . Pesanan akan tiba selepas  $L$  unit masa dan semasa item yang dipesan diterima, aras inventori akan bersamaan  $LD - LD = 0$ .
- b) Apabila  $LD > Q^*$   
Dalam kes ini, titik pesanan semula tidak bersamaan  $LD$ . Secara umumnya, titik pesanan semula bagi kes ini adalah baki kepada  $LD/Q^*$ .

Sebagai kesimpulannya, polisi optimum bagi model ini dapat dirumuskan sebagai :  
Membuat pesanan item sebanyak  $Q^*$  unit apabila jumlah inventori item tinggal sebanyak  $R$  unit dan stok yang dipesan akan kehabisan bagi setiap  $T^*$  unit masa.

## 2.2. Masalah umpukan

Masalah umpukan biasanya berkait dengan cara pengagihan tugas kepada pekerja dengan tujuan mendapatkan keuntungan yang maksimum atau pun untuk meminimumkan jumlah kos ataupun tempoh masa dalam menyiapkan sesuatu tugasan. Ciri utama masalah umpukan adalah satu pekerja diberikan cuma satu pekerjaan, dan satu pekerjaan diumpukan kepada hanya satu pekerja (Winston 2004).

Kaedah Hungarian digunakan untuk menyelesaikan masalah peminimuman dengan  $m$  pekerja dan  $m$  tugasan. Nilai-nilai kos atau tempoh masa untuk setiap pekerja menyelesaikan setiap tugasan diletakkan dalam satu matriks,  $A$ . Secara umumnya langkah-langkah kaedah Hungarian adalah seperti berikut:

- a) Bagi setiap baris, nilai terkecil ditolak dari semua nilai di dalam baris tersebut. Bagi setiap lajur, nilai terkecil ditolak dari semua nilai di dalam lajur tersebut. Ini akan membentuk satu matriks baru  $A'$ .
- b) Baris dan/atau lajur matriks  $A'$  yang mengandungi nilai sifar perlu digaris sebagai tanda bahawa umpukan tersaur pekerja kepada tugasan telah dikenal pasti. Perlu dipastikan bahawa bilangan garisan yang minimum diperlukan untuk tujuan ini. Jika bilangan garisan ini adalah  $m$ , maka langkah (3) boleh diabaikan dan proses menentukan penyelesaian optimum boleh dijalankan. Jika tidak teruskan dengan langkah (3).
- c) Nilai minimum  $d$  dipilih daripada semua nilai yang tidak ditutup garis melintang dan/atau menegak tadi. Kemudian,  $d$  ditolak dari setiap nilai yang tidak ditutup garisan. Manakala  $d$  ditambah kepada nilai di persilangan dua garisan. Nilai-nilai lain tidak berubah. Kemudian, ulang langkah (2).

Setelah matriks  $A'$  terakhir diperoleh pada langkah (2), penentuan penyelesaian optimum dijalankan seperti berikut:

- a) Baris atau lajur dengan hanya satu sifar dicari dan dibulatkan. Jika semua baris/lajur mempunyai dua atau lebih sifar pilih mana-mana sifar secara rawak.
- b) Garisan dilukis melalui lajur jika bulatan terletak di dalam baris dengan satu sifar. Garisan dilukis melalui baris jika bulatan di dalam lajur mempunyai satu sifar.

- c) Ulang langkah (2) sehingga semua bulatan digariskan. Jika bilangan minimum garisan sama dengan  $m$ , bulatan tersebut memberikan tugas yang optimum.

### **2.3. Analisis keputusan**

Analisis keputusan boleh digunakan untuk menentukan strategi optimum apabila pembuat keputusan berhadapan dengan beberapa pilihan keputusan dan keadaan ketidakpastian (Turban & Meredith 1991). Contoh keadaan ketidakpastian adalah apabila seseorang itu perlu membuat keputusan sama ada ingin melabur dalam saham, bon atau simpanan emas sedangkan beliau tidak pasti tentang keadaan ekonomi di masa akan datang di tambah pula dengan kesukaran mendapatkan maklumat kebarangkalian keberlakuan sesuatu keadaan ekonomi. Terdapat empat pendekatan dalam konteks membuat keputusan di bawah keadaan ketidakpastian tanpa kebarangkalian yang digunakan dalam kajian ini iaitu maksimaks (optimistik), maksimin (konservatif), sesalan minimaks dan kriterium Hurwicz Alfa.

#### **2.3.1. Maksimaks**

Kriterium keputusan maksimaks adalah satu kriterium yang optimistik. Pembuat keputusan memilih keputusan bagi memaksimumkan ganjaran yang maksimum. Untuk kaedah ini, langkah pertama ialah menentukan kemungkinan ganjaran maksimum bagi setiap pilihan keputusan. Kemudiannya keputusan yang memberikan ganjaran maksimum keseluruhan akan dikenal pasti.

#### **2.3.2. Maksimin**

Kriterium keputusan maksimin pula merupakan pendekatan konservatif. Melalui pendekatan ini pembuat keputusan cuba untuk memaksimumkan kemungkinan keuntungan yang minimum. Kriterium ini lebih sesuai untuk mereka yang sentiasa bersifat mengelak risiko. Menggunakan maklumat yang terkandung di dalam jadual ganjaran, langkah pertama ialah menyenaraikan kemungkinan ganjaran yang minimum bagi setiap alternatif keputusan. Kemudian, keputusan yang memberikan ganjaran maksimum daripada ganjaran minimum yang disenaraikan dikenal pasti.

#### **2.3.3. Sesalan Minimaks**

Kriterium sesalan minimaks juga dinamakan kriterium penyesalan berdasarkan konsep kerugian peluang. Andaian asas dalam kaedah ini ialah pembuat keputusan akan menghadapi kerugian jika keputusan yang dipilih dalam sesuatu keadaan berkenaan menghasilkan pembayaran yang kurang daripada pembayaran maksimum bagi keadaan itu.

Jumlah nilai kerugian peluang ialah sisihan antara pembayaran maksimum dengan pembayaran lain dalam sesuatu keadaan tertentu. Selepas jadual nilai kerugian peluang dibentuk, prinsip minimaks digunakan untuk menentukan keputusan optimum. Keputusan optimum itu sesuai dengan nilai minimum antara nilai kerugian peluang maksimum. Dengan demikian, jelas bahawa kriterium ini bersifat konservatif.

#### **2.3.4. Hurwicz Alfa**

Menurut Tan (1991), kriterium Hurwicz Alfa merupakan suatu kompromi antara kriterium keputusan maksimin dan maksimaks. Andaian kriterium ini ialah pembuat keputusan bukannya sama sekali bersifat pesimistik atau optimistik, tetapi berada di antaranya.

Menggunakan kriterium ini, pembuat keputusan perlu menentukan pekali optimisme,  $\alpha$  yang mengukur darjah optimisme beliau. Pekali optimisme ini bernilai antara 0 hingga 1. Jika  $\alpha = 0$ , bermakna pembuat keputusan adalah seorang yang amat pesimistik. Sebaliknya, jika  $\alpha$

= 1, pembuat keputusan itu adalah seorang yang sangat optimistik. Bagi setiap pilihan, ganjaran maksimum didarab dengan  $\alpha$ , ganjaran minimum didarab dengan  $1 - \alpha$ . Kemudian, kedua-dua nilai ditambah supaya menghasilkan purata ganjaran berpemberat. Dengan cara ini, suatu set nilai berpemberat diperoleh dan nilai yang paling besar mewakili pilihan yang terbaik. Persamaannya adalah seperti berikut:

$$E(\text{ganjaran}) = \alpha(\text{jumlah jualan maksimum}) + (1-\alpha)(\text{jumlah jualan minimum}) \quad (4)$$

dengan  $E(\text{ganjaran})$  adalah satu nilai hasil yang mengambil kira indeks optimisme ataupun ditakrif sebagai min di antara keadaan optimistik dan pesimistik dengan mengambil kira indeks optimisme.

### 3. Senario Kedai Komputer Command Com Technology (M) Sdn. Bhd.

#### 3.1. Model kuantiti pesanan ekonomik

Permintaan terhadap pemacu kilat USB bagi Command Com Technology (M) Sdn. Bhd. adalah hampir malar. Jumlah permintaan bagi pemacu kilat USB ini pada tahun 2009 adalah 885 unit setahun ( $D$ ). Kos pegangan bagi seunit pemacu kilat USB adalah RM 4.72 setahun ( $h$ ). Kos pegangan ini merujuk kepada harga sewa kedai komputer tersebut. Kos pesanan pula adalah RM 0.80 apabila setiap pesanan dibuat ( $K$ ), yang merangkumi caj internet dan caj setiap panggilan dalam sesuatu pesanan. Kos belian semasa membuat pesanan untuk pemacu kilat USB pula adalah RM 29.50 ( $p$ ). Masa menunggu ialah 1 hari ( $L$ ).

Maklumat-maklumat ini dapat diringkaskan secara bermatematik untuk mencari kuantiti pesanan optimum,  $Q^*$  (Persamaan (2)) dan jumlah kos tahunan optimum,  $TC(Q^*)$  (Persamaan (1)) seperti berikut:

$$\text{Kuantiti pesanan optimum, } Q^* = \sqrt{\frac{2(0.80)(885)}{4.72}} = 17.32 \text{ unit} \approx 17 \text{ unit}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kos tahunan optimum} &= TC(17) = (29.50)(885) + \frac{(0.80)(885)}{17} + \frac{(4.72)(17)}{2} \\ &= \text{RM } 26,189.27 \end{aligned}$$

Daripada pengiraan di atas, Command Com Technology (M) Sdn. Bhd. harus memesan sebanyak 17 unit pemacu kilat USB (Kingston 4GB) pada setiap pesanan untuk meminimumkan jumlah kos inventori pemacu kilat USB tersebut.

$$\begin{aligned} \text{Tempoh masa kitaran pesanan adalah } T^* &= \frac{Q^*}{D} = \frac{17}{885} \\ &= 0.0192 \text{ tahun} \approx 7 \text{ hari.} \end{aligned}$$

Ini bermakna setiap pesanan akan bertahan selama 7 hari. Maka, adalah perlu bagi kedai komputer ini untuk menentukan titik pesanan semula yang berpatutan kerana pada setiap pesanan untuk pemacu kilat USB dibuat, pesanan hanya akan diterima 1 hari kemudian. Oleh itu, dengan  $L = 1$  hari dan  $D = 885$  unit setahun,

$$LD = \frac{1}{365}(885) = 2.42 \approx 2 \text{ unit}$$

$LD \leq Q^*$  (memenuhi syarat kes 1), oleh itu titik pesanan semula bersamaan  $LD = 2$  unit. Dalam erti kata lain, apabila stok pemacu kilat USB ini tinggal 2 unit, pesanan perlu dibuat untuk mengelakkan kerugian akibat stok/inventori yang tidak mencukupi.

Secara kesimpulannya, polisi optimum bagi model ini dapat dirumuskan sebagai: Setiap kali pesanan dibuat, sebanyak 17 unit pemacu kilat USB berjenama Kingston (4GB) perlu dipesan. Pesanan perlu dilakukan setiap kali baki stok/inventori pemacu kilat ini adalah 2 unit. Dengan yang demikian, boleh dikatakan bahawa kedai komputer ini telah mengambil jalan yang baik dengan membuat pesanan baru apabila stok pemacu kilat USB berjenama Kingston 4GB ini tinggal 2 hingga 3 unit.

### 3.2. Masalah umpukan

Dalam bahagian ini, analisis mengenai pengagihan tugas di Command Com Technology (M) Sdn. Bhd. ini akan dibincangkan. Terdapat empat orang pekerja di kedai ini (nama pekerja dirahsiakan). Terdapat pelbagai jenis tugas yang perlu dilakukan sepanjang hari seperti membersihkan kedai, membaiki peralatan komputer pelanggan, memeriksa stok, membuat pesanan stok baru, membersihkan stor, menyusun dan mengemas rak, melayan pelanggan, menjaga kaunter dan sebagainya. Namun begitu, sebelum kedai dibuka, empat tugas utama perlu diselesaikan iaitu memeriksa stok/inventori permulaan hari, membuat pesanan baru, menyusun ataupun mengemas rak serta membersihkan stor. Kajian ini menumpukan kepada empat tugas utama ini. Setiap pekerja ditanya tentang masa terpantas yang diambil untuk menyelesaikan setiap tugas tersebut. Data yang diperoleh adalah seperti berikut:

Jadual 1: Data asal yang dibekalkan oleh Command Com Technology (M) Sdn. Bhd.

	Masa untuk menyelesaikan tugas (dalam minit)			
	Memeriksa stok/inventori	Membuat pesanan	Menyusun/Mengemas rak	Membersih stor
Pekerja 1	15	5	45	20
Pekerja 2	10	5	20	10
Pekerja 3	15	10	45	15
Pekerja 4	10	10	30	25

Aplikasi kaedah Hungarian memberikan hasil berikut:

Jadual 2: Keputusan daripada analisis masalah umpukan

Nama pekerja	Tugas	Masa yang digunakan (dalam minit)
Pekerja 1	Membuat pesanan	5
Pekerja 2	Menyusun dan mengemas rak	20
Pekerja 3	Membersih stor	15
Pekerja 4	Memeriksa stok/inventori	10

Jumlah masa minimum yang digunakan dalam menyelesaikan semua tugas (dalam minit) =  $5 + 20 + 15 + 10 = 50$  minit. Dengan itu, jumlah masa yang minimum dalam

menyiapkan keempat-empat tugas ini adalah 50 minit, dengan agihan tugas seperti dalam Jadual 2.

Ini bererti pekerja perlu berada selewat-lewatnya 50 minit sebelum kedai dibuka, dengan andaian bahawa satu tugas perlu disiapkan sebelum satu tugas lain boleh dimulai. Namun begitu, seandainya keempat-empat pekerja ini memulakan kerja seperti dalam Jadual 2 pada masa yang sama, mereka akan dapat menyiapkan kerja dalam masa 20 minit. Dilihat bahawa Pekerja 1 kebiasaannya mengambil masa 5 minit sahaja untuk membuat pesanan stok maka lebih 15 minit lagi boleh digunakan untuk membantu Pekerja 2 supaya tugas menyusun dan mengemas rak dapat disiapkan dengan lebih cepat. Begitu juga dengan pekerja lain yang dapat menyiapkan tugas lebih awal boleh membantu pekerja yang lain.

### 3.3. Analisis keputusan

Pemilik kedai Command Com Technology (M) Sdn. Bhd. turut menimbang sama ada ingin menambah pekerja atau tidak sebagai salah satu langkah untuk membantu menambahkan hasil penjualan. Bagi setiap keputusan yang diambil, beliau perlu membuat anggaran jumlah jualan kedainya untuk tempoh setahun dalam tiga keadaan kemungkinan ekonomi negara.

Oleh kerana kebarangkalian untuk keadaan ekonomi pada masa depan sukar diperoleh, analisis keputusan dibuat tanpa melibatkan kebarangkalian. Jadual 3 menunjukkan jangkaan jumlah jualan (dalam RM) oleh pemilik kedai tersebut.

Jadual 3: Jangkaan jumlah jualan (dalam RM) yang diberi oleh pemilik kedai komputer

Alternatif	Keadaan Ekonomi		
	Turun	Sama	Naik
Tidak mengambil pekerja baru	165,000	180,000	155,000
Mengambil seorang pekerja baru	170,000	190,000	200,000
Mengambil dua orang pekerja baru	160,000	185,000	210,000

Jadual 4 pula menunjukkan keputusan yang diperoleh apabila kriterium maksimaks dan maksimin digunakan.

Jadual 4: Analisis keputusan di bawah kriterium maksimaks dan maksimin

Alternatif	Maksimaks	Maksimin
Tidak mengambil pekerja baru	180,000	155,000
Mengambil seorang pekerja baru	200,000	<b>170,000</b>
Mengambil dua orang pekerja baru	<b>210,000</b>	160,000

Menggunakan kriterium maksimaks, keputusan terbaik adalah mengambil dua orang pekerja lagi sementara keputusan terbaik apabila kriterium maksimin digunakan adalah mengambil seorang pekerja lagi. Perbezaan keputusan terbaik daripada penggunaan kedua kriterium tersebut adalah dijangka kerana sifat kriterium yang berbeza. Kedua-dua keputusan ini boleh diterima bergantung kepada keadaan dan situasi pemilik kedai komputer tersebut pada masa itu.



Sementara itu, penggunaan kriterium sesalan minimaks mencadangkan alternatif terbaik untuk meminimumkan penyesalan atau kerugian pemilik kedai komputer adalah dengan mengambil seorang ataupun dua orang lagi pekerja baru (kerugian yang paling maksimum adalah RM10,000). Jadual 5 menunjukkan nilai kerugian/sesalan bagi setiap alternatif keputusan.

Jadual 5: Analisis keputusan di bawah kriterium sesalan minimaks

Alternatif	Keadaan Ekonomi			Nilai Kerugian Maksimum
	Turun	Sama	Naik	
Tidak mengambil pekerja baru	5,000	10,000	55,000	55,000
Mengambil seorang pekerja baru	0	0	10,000	<b>10,000</b>
Mengambil dua orang pekerja baru	10,000	5,000	0	<b>10,000</b>

Kriterium Hurwicz Alfa pula menggambarkan pembuat keputusan yang berada di antara keadaan pesimistik dan optimistik. Pemilik kedai komputer ini adalah seorang yang lebih bersifat optimistik dengan darjah optimisme  $\alpha$  0.80.

Menggunakan maklumat pada Jadual 3, keputusan kiraan adalah seperti berikut:

Jadual 6: Analisis keputusan di bawah kriterium Hurwicz Alfa

Alternatif	Jangkaan Jualan, $E(\text{ganjaran})$
Tidak mengambil pekerja baru	175,000
Mengambil seorang pekerja baru	194,000
Mengambil dua orang pekerja baru	<b>200,000</b>

Daripada Jadual 6 di atas, diketahui bahawa dengan bersifat lebih optimistik, alternatif terbaik bagi pemilik kedai ini adalah mengambil dua orang lagi pekerja baru, dengan jangkaan jualan sebanyak RM200,000.

#### 4. Kesimpulan

Penggunaan model kuantiti pesanan ekonomik yang digunakan di sini dapat membantu sesebuah organisasi merancang pengurusan inventori sesuatu barangan apabila kuantiti optimum pesanan barangan dapat ditentukan dalam meminimumkan kos inventori barangan tersebut. Namun begitu, model ini tidak sesuai digunakan sekiranya permintaan terhadap sesuatu barangan tersebut bersifat bermusim atau barangan tersebut jarang digunakan.

Sementara itu, kaedah masalah umpukan boleh digunakan untuk membantu sesebuah organisasi mengagihkan tugas kepada pekerja (orang, mesin atau tempat dan sebagainya) dengan tujuan meminimumkan jumlah kos pelaksanaan tugas atau masa pelaksanaan tugas. Kaedah Hungarian yang digunakan ini berasaskan konsep kos melepasi iaitu sebarang peluang yang dilepaskan apabila sesuatu keputusan atau tindakan diambil akan dipertimbangkan semasa membuat pengagihan tugas. Walau bagaimanapun, satu kekangan kaedah ini adalah apabila hanya satu tugas boleh diumpukan kepada satu pekerja dan satu pekerja hanya

boleh melakukan satu tugas sahaja. Ini mungkin tidak praktikal dalam sesetengah keadaan dengan bilangan pekerja adalah kurang daripada bilangan tugas yang memerlukan satu pekerja melakukan pelbagai tugas.

Melihat kepada permasalahan pembuatan keputusan, kriterium maksimaks dan maksimin adalah dua kaedah ideal yang mana pembuat keputusan berada dalam keadaan ekstrem (optimistik dan pesimistik). Walaupun ini menggambarkan keyakinan atau kegusaran pembuat keputusan terhadap keadaan yang bakal berlaku, realistiknya terdapat pelbagai faktor dan risiko yang turut perlu dipertimbangkan. Pembuat keputusan secara amnya lebih berada di antara kedua keadaan ekstrem ini. Maka, kriterium Hurwicz Alfa lebih sesuai digunakan. Kriterium sesalan minimaks juga boleh digunakan sebagai rujukan untuk melihat sebanyak mana peluang atau keuntungan yang telah dilepaskan apabila sesuatu keputusan telah diambil. Walaupun hasil akhir daripada keputusan yang diambil tidak terletak seratus-peratus di tangan pembuat keputusan, mereka masih boleh mengambil hasil daripada kriterium-kriterium yang dinyatakan sebagai panduan bergantung kepada falsafah pembuatan keputusan mereka.

Tiga situasi yang dihadapi oleh kedai Command Com Technology (M) Sdn. Bhd. di atas dengan jelas menggambarkan kepentingan dan kegunaan kaedah-kaedah penyelidikan operasi bagi membantu melancarkan operasi. Pelbagai kaedah penyelidikan operasi lain turut boleh diperkenalkan bukan hanya kepada kedai ini, malah mana-mana syarikat yang ingin mengoptimumkan pengendalian sumber mereka dalam mencapai keuntungan yang maksimum di samping meminimumkan jumlah kos pengoperasian.

## Rujukan

- Agrawal S., Subramanian K.R. & Kapoor S. 2010. Operations research - Contemporary role in managerial decision making. *International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences* 3(2): 200-208.
- Oughalime A., Wan Rosmanira I., Liong C.Y. & Masri A. 2009. Vehicle and driver scheduling modelling: A case study in UKM. Proceedings of the 2nd Conference on Data Mining and Optimization, pp. 53-59.
- Aida O. & Wan Rosmanira I. 2008. Pemilihan bank dari sudut kualiti perkhidmatan menggunakan proses hierarki analisis. *Journal of Quality Measurement and Analysis* 4(1): 89-95.
- Bell S.L. & Williams R.J. 2001. Dynamic scheduling of a system with two parallel servers in heavy traffic with resource planning: Asymptotic optimality of a threshold policy. *The Annals of Applied Probability* 11(3): 608-649.
- Cerny V. 1985. Thermodynamical approach to the traveling salesman problem: An efficient simulation algorithm. *Journal of Optimization Theory and Applications* 45(1): 41-51.
- Fabozzi F.J. 1978. The use of operational research techniques in capital budgeting decisions: A sample survey. *Journal of the Operational Research Society* 29(1): 39-42.
- Ho W., Xu X. & Dey P.K. 2010. Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. *European Journal of Operational Research* 202(1): 16-24.
- Lavieri M.S., Regan S., Puterman M.L. & Ratner P.A. 2008. Using operations research to plan the British Columbia registered nurses' workforce. *Healthcare Policy* 4(2): 117-135.
- Moskowitz H. & Wright G.P. 1979. *Operations Research Techniques for Management*. Englewood, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Sawiran M.S. 2008. Kaedah penyelidikan operasi: Pemangkin pembangunan modal insan dan organisasi. *Jurnal Karya Asli Lorekan Ahli Matematik* 1(1): 38-44.
- Shapiro A.F. 1988. Application of operations-research techniques in insurance. *Actuarial Research Clearing House* 2: 23-38.
- Tan L.P. 1991. *Analisis Kuantitatif untuk Pengurusan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Tersine R.J. 1982. *Principles of Inventory and Materials Management*. Ed. ke-2. New York: Elsevier North Holland, Inc.
- Thierauf R.J. & Klekamp R.C. 1970. *Decision Making Through Operations Research*. Ed. ke-2. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Turban E. & Meredith J.R. 1991. *Fundamental of Management Science*. Ed. ke-5. Homewood, IL: Richard D. Irwin, Inc.
- Wan Rosmanira I., Ruzzakiah J., Liong C.Y. & Mohd Khairi M. 2009. Penjadualan kerja berkala jururawat menggunakan kaedah pengaturcaraan gol 0-1. *Sains Malaysiana* 38(2): 233-239.

*Pendekatan penyelidikan operasi dalam pengurusan sumber kedai komputer*

Winston W.L. 2004. *Operations Research: Applications and Algorithms*. Ed. ke-4. Victoria: Thomson Learning, Inc.

*Pusat Pengajian Sains Matematik  
Fakulti Sains dan Teknologi  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
43600 UKM Bangi  
Selangor DE, MALAYSIA.  
Mel-e: juzaleha@ukm.my\*, giselle\_fcl@hotmail.com*

---

\*Penulis untuk dihubungi

