

## **PERMODELAN DAN TEKNIK KUANTITATIF — SATU PENGENALAN KONSEPTUAL**

**Wan Madznah Wan Ibrahim  
Mohammad Adam Bakar**

Jabatan Perakaunan  
Universiti Kebangsaan Malaysia

### *SINOPSIS*

*Kertas ini cuba memperkenalkan permodelan dan teknik-teknik kuantitatif sebagai alat untuk membantu pengurus di dalam membuat keputusan yang lebih baik. Untuk itu perbincangan diolah di sekitar memahami jenis, ciri-ciri/sifat-sifat, struktur dan kegunaan model-model. Perbincangan juga menyentuh kepada langkah-langkah penyelesaian masalah atau pembuatan keputusan dengan penggunaan model. Akhirnya, secara sepintas lalu perbincangan ditumpukan kepada penggunaan permodelan dan teknik kuantitatif ini di bidang perakaunan di dalam membantu tugas-tugas akauntan.*

### *SYNOPSIS*

*This paper attempts to introduce modelling and quantitative techniques as a tool to assist managers in making better decisions. Discussions are aimed at understanding models — their characteristics, structure, and uses. Steps to be taken to solve problems and making decisions by models are also highlighted. Finally the paper focusses on the use of modelling or quantitative techniques in accounting to assist accountants in their work.*

### **PENDAHULUAN**

Akauntan ialah mereka yang secara tradisinya telah dipertanggungjawabkan untuk menjaga, mentadbir dan menjadi penasihat kepada pihak pengurusan tentang hal-hal kewangan. Bentuk tugas dan tanggungjawab ini telah menyebabkan corak latihan mereka di peringkat awal lebih ditumpukan kepada pengolahan angka-angka ataupun membuat pengiraan yang berbagai. Pendedahan kepada kepakaran teknikal ini amat perlu untuk memudahkan mereka memahami tentang bagaimana data-data diolah. Formula-formula diguna, pengiraan dibuat dan kaedah-kaedah tertentu diamal. Di samping itu, peningkatan penggunaan komputer di dalam membantu tugas-tugas akauntan telah menjadikan penghayatan kepada teknik-teknik membuat keputusan yang berbentuk kuantitatif makin bertambah. Salah satu kepakaran teknikal yang dimaksudkan ialah penggunaan teknik-teknik kuantitatif atau lebih dikenali sebagai permodelan, satu percubaan untuk menghuraikan satu sistem yang kompleks dengan menggunakan simbol-simbol — model.

## DEFINISI

“Model” ialah bayangan kepada satu kenyataan atau sesuatu yang dapat mewakili atau memaparkan satu sistem tertentu dalam bentuk lain yang lebih mudah difaham.

Model bukan dan tidak mewakili semua aspek realiti. Ini ialah kerana sifat-sifat nyata sesuatu yang dimodelkan itu terlalu banyak bilangannya dan juga mempunyai ciri tersendiri yang kadangkalanya tidak boleh dipersembahkan di dalam satu bentuk lain yang “artificial”. Sebagai contoh, keharuman bunga ros asli tidak akan dapat diberikan oleh sekuntum bunga ros yang diperbuat daripada plastik. Oleh itu, di dalam pembentukan model, hanya angkubah-angkubah yang relevan dan memberi kesan di dalam proses membuat keputusan sahaja yang perlu dititikberatkan dan dipamirkan. Jadi, ketepatan dan kebolehpercayaan satu-satu penyelesaian yang didapati dari satu-satu model itu bergantung kepada “validity” ciri-ciri utama yang mewakili sistem asal.

## JENIS-JENIS MODEL

Model-model yang direkabentuk ialah satu yang abstrak dan digunakan untuk mensimulasikan sesuatu. Ianya mendefinisi dan cuba menjelas sesuatu di dalam bentuk yang lebih mudah difaham. Untuk itu kita dapati yang model boleh direkabentuk dan dipersembahkan di dalam bentuk yang berlainan.

Dalam konteks ini, model boleh dikelaskan mengikut sifat dan kegunaannya.

### A. SIFAT

i. “*Material*” atau “*formal*” Model “*material*” ialah sesuatu yang mewakili satu sistem fizikal yang kompleks dalam bentuk fizikal yang lain — yang lebih ringkas tetapi serupa dengan sistem asal yang diwakilinya. Model “*formal*” pula ialah model yang cuba memaparkan sesuatu secara logik sahaja. Ianya langsung tidak mempunyai ciri-ciri fizikal sistem asal. Sebagai contoh, tugu peringatan Tunku Abdul Rahman yang terletak di perkarangan Dewan Parlimen itu ialah satu replika yang memuatkan ciri fizikal beliau. Tetapi ianya tidaklah seratus peratus menyerupainya kerana sifat-sifat Tunku yang tidak nyata, tidak dapat diadakan kepada ukiran rupa paras beliau itu. Undang-undang Newton mengatakan untuk mengekalkan kestabilan, satu reaksi itu akan ditentang oleh satu reaksi yang sama kuatnya dari arah sebaliknya. Pengekalan kestabilan ini telah dipersembahkan dengan satu ungkapan logik yang dimuatkan dalam bentuk formula matematik —  $F = ma$ .

ii. *Dinamik atau statik*. Sesuatu model itu digolong sebagai *dinamik* jika sifat dan simbol-simbol yang digunakannya berubah dengan

berubahnya masa. Jika sebaliknya berlaku, model-model itu dikelaskan sebagai model *statik*. Perlembagaan Malaysia umpamanya ialah satu bentuk model yang *dinamik*. Ini kerana perlembagaan berkenaan adalah merupakan sesuatu yang cuba menghuraikan cara bagaimana negara ini patut ditadbirkan dan oleh kerana sifatnya yang berubah-ubah apabila terdapatnya pembaharuan di dalam pemikiran kerajaan. Ini berlainan sekali dengan Rukun Islam. Walaupun Rukun Islam ialah satu bentuk undang-undang asas kepada penganut agama Islam, ianya tidak berubah-ubah semenjak dahulu dan tidak mungkin berubah di masa akan datang. Ini menjadikannya satu model yang *statik*.

iii. “*Deterministic*” atau “*Stochastic*” Sesuatu model itu dikatakan *deterministic* jika ia mempunyai ciri-ciri atau sifat-sifat yang memungkinkan kita meramal keadaan akhirnya. Jika tidak model berkenaan dikatakan mempunyai ciri-ciri model “*stochastic*” atau “*probabilistic*”. Dalam konteks ini, model bangunan adalah satu model yang “*deterministic*”, sama seperti pelakon yang kita lihat di layar perak. Model bangunan dan lakonan di layar perak itu dikatakan model “*deterministic*” kerana apa yang dapat kita lihat itu adalah sebenarnya kita perhatikan sama dengan model asal — wajah Sharifah Aini semasa beliau berlakun adalah sama seperti wajahnya kalau beliau tidak berlakun. Di samping itu kita dapat mengenali beliau di mana-mana, baik dilayar perak atau apabila bertembung di jalan. Ini berlainan dengan belanjawan yang disediakan oleh para akauntan untuk syarikatnya. Kita tidak mungkin dapat bertemu dengan satu situasi yang boleh kita modelkan apabila belanjawan itu dioperasikan. Keadaan pasaran mungkin berubah yang akhirnya menjadikan belanjawan tidak dapat diikuti seratus peratus. Ini menjadikan belanjawan satu model yang mempunyai ciri-ciri ketidak-tentuan “*stochastic*” atau “*probabilistic*”.

## B. KEGUNAAN

i. *Iconic, Analog, dan Simbolik*. Model *iconic* ialah satu model yang dapat menggambarkan sistem asal secara “visual” ataupun gambaran fisikal, walaupun bukannya 100% sifat-sifat dan ciri-ciri sistem asal tersebut. Model *analog* ialah satu model yang cuba menggunakan satu set ciri-ciri “artificial” yang dimiliki oleh sistem asal yang dikaji, manakala model-model *simbolik* ialah model-model yang cuba menghuraikan satu situasi atau keadaan secara lojik. Lazimnya, model-model *simbolik* memerlukan simbol-simbol matematik. Model-model “*iconic*” pada dasarnya bersifat “descriptive” manakala model-model “*analog*” mempunyai keupayaan untuk memberi kefahaman kerana sifatnya yang “explanatory”. Contoh model *iconic* yang paling biasa ditemui ialah carta organisasi yang cuba memaparkan satu

kedudukan hirarki pengurusan secara fizikal. Peta-peta jalan adalah satu model *simbolik* kerana ianya menggunakan simbol-simbol yang cuba mewakili objek sistem yang dimodelkan. Umpamanya jambatan yang menyeberangi sungai dilukis seperti ini — Manakala “compiler” yang menterjemahkan bahasa manusia kepada bahasa mesin di dalam pemprosesan melalui komputer ialah satu bentuk model *analog* “Compiler” ini menggunakan kombinasi nombor dedua (binary number) untuk menukarkan satu huruf atau angka supaya boleh difaham oleh mesin.

ii. *Replika, Formal dan Simulasi*. Model-model *replika* ialah sesuatu yang mempunyai darjah persamaan fizikal yang tinggi dengan sistem asal yang dimodelkan itu. Model-model *formal* pula adalah model yang tidak langsung memaparkan sifat-sifat atau ciri-ciri fizikal sistem asal yang diwakilinya. Seringkali model-model formal ini dibentuk dengan menggunakan logik dan persamaan matematik. Walaupun begitu, ada juga model yang menggunakan persamaan matematik tetapi tidaklah secara “rigid” atau mengikut satu disiplin tertentu untuk mendapat satu nilai kuantitatif atau satu jawapan kepada satu-satu analisa. Model-model dari jenis ini dikelaskan sebagai model-model *simulasi*. Lagi sekali, model bangunan ialah satu *replika* kerana terdapat darjah persamaan fizikal yang tinggi antara model dengan sistem yang dimodelkan. Undang-undang Newton ( $F = ma$ ) pula tidak langsung memaparkan ciri fizikal hubungan yang menstabilkan kedudukan satu-satu objek. Model jenis ini dikelaskan sebagai model *formal*. Manakala model-model pengangkutan ialah satu model yang dibentuk berdasarkan pengamatan satu-satu situasi mengikut satu-satu keadaan tertentu. Ianya pula tidaklah mengikut satu undang-undang matematik yang tetap. Model-model seperti ini adalah contoh-contoh model *simulasi*.

Pengkelasan-pengkelasan yang telah dibincangkan di bahagian ini bukanlah menetapkan satu-satu model itu ke dalam kelas-kelas tertentu sahaja. Satu model boleh dikelaskan melalui beberapa cara dan ini diringkaskan melalui Jadual 1 yang juga memuatkan contoh-contoh tertentu bagi setiap kategori.

## MODEL MATEMATIK

“Model” sebagaimana yang telah dibincangkan, boleh diwujudkan dalam berbagai bentuk-fizikal ataupun logikal. Para akitek, jurutera dan pelukis menggunakan model-model yang berbentuk nyata dan fizikal. Di sini, peranan dimainkan oleh model ialah sebagai penghubung ciri-ciri utama yang menjadi “Ciri” kepada pemahaman sistem yang dimodelkan. Ini berlainan dengan model-model yang cuba menghuraikan satu hubungan logik yang wujud dalam satu bentuk

**Jadual 1. Pengkelasan Model**

	<u>Iconic</u>	<u>Simbolik</u>	<u>Analog</u>	<u>Deskriptif</u>	<u>Simulasi</u>	<u>Formal</u>
Deterministic	Carta Organisasi	Peta Jalan	Tugu TAR	Rukun Islam	Resepi kuih	F = ma
Stochastic	Pelan rumah	Peta iklim	Permainan Russian Roulette	Laporan kaji cuaca	Program permainan catur oleh komputer	EOQ = Kos - pesan + kos menyimpan simpan
Deterministic	Model bangunan	Wayang gambar	Compiler komputer untuk terjemah operasi	Perlembagaan negara/Akta Universiti	CPA	Undang-undang Lanchester
Stochastic	Belanjawan	Paparan di CRT semasa pembedahan	Komputer hibrid yang digunakan untuk mengira kadar kesakitan daripada dosej racun	Teks-hari ini dalam sejarah	Model-model pengangkutan	Persamaan perbezaan stochastic

Bertambah kabur

Bertambahnya keperluan untuk mengandai (memerlukan Imaginasi)

“Reality” berkurangan (Lebih abstrak)

yang tidak nyata. Model-model yang diwujudkan itu dipanggil *model matematik*.

Model-model matematik pada asasnya dipersembahkan di dalam bentuk formula. Formula yang menghuraikan hubungan di antara elemen-elemen yang terdapat di dalamnya merupakan satu syarat atau peraturan di dalam pengujudan satu situasi atau keadaan atau menunjukkan tingkah-laku satu-satu sistem. Darjah perubahan di antara elemen-elemen ini dipanggil “data” dan oleh kerana elemen-elemen itu boleh mempunyai nilai yang berbeza-beza, ianya dikenali sebagai “angkubah”.

Terdapat dua bentuk angkubah di dalam model matematik — *angkubah bebas*, yang tidak memberikan sebarang kesan kepada angkubah-angkubah lain apabila ianya berubah dan, *angkubah tidak bebas*, angkubah-angkubah yang menukarkan komposisi asal satu-satu situasi apabila ianya bertukar.

Sebagai contoh, di dalam menentukan tahap pesanan yang paling menguntungkan, elemen-elemen yang terlibat ialah kos setiap kali kita membuat pesanan dan kos menyimpan barang-barang yang dipesan itu sebelum ianya terjual. Jadi di sini, kuantiti pesanan adalah data yang merupakan angkubah tidak bebas kerana jumlah kos akan berubah di peringkat kuantiti yang berlainan.

## SIFAT DAN STRUKTUR ASAS MODEL-MODEL MATEMATIK

Sesuatu model matematik itu mesti mempunyai tiga set elemen yang asas iaitu:

### 1. ANGKUBAH DAN BIDANG KEPUTUSAN

Angkubah-angkubah keputusan ialah sesuatu yang tidak diketahui (atau keputusan-keputusan) yang hanya akan diperolehi dengan menyelesaikan model berkenaan. Bidang (parameters) ialah nilai-nilai yang telah diketahui, yang menghubungkan angkubah-angkubah keputusan kepada sekatan ataupun had dan fungsi objektif. Bidang ini boleh bersifat sama ada “deterministic” atau “stochastic”.

### 2. SEKATAN

Sekatan ialah sesuatu yang menyebabkan angkubah-angkubah keputusan di dalam satu-satu sistem itu mempunyai satu ruang nilai yang tertentu sahaja. Sekatan-sekatan ini boleh dinyatakan secara jelas (explicit) atau disirat (implicit).

### 3. FUNGSI OBJEKTIF

Fungsi objektif merujuk kepada matlamat yang perlu dicapai di dalam penyelesaian satu-satu model. Ianya menentukan kriteria untuk menilai keberkesanan satu-satu sistem, sebagai satu fungsi matematik

kepada angkubah-angkubah keputusan. Penyelesaian optima dicapai apabila nilai-nilai angkubah keputusan memberikan nilai fungsi objektif yang paling baik tertakluk kepada had-had yang ada. Sekiranya pencapaian fungsi objektif hanya dinikmati oleh sebahagian daripada sistem itu sahaja, model itu hanya menghasilkan penyelesaian yang "sub-optima".

Untuk menerangkan ketiga-tiga sifat model matematik ini, kita akan membincangkan satu contoh,

### Contoh

Syarikat ABC Sdn Bhd ialah sebuah syarikat yang mengeluarkan 2 jenis perabot — kayu dan rotan. Setiap jenis perabot ini terpaksa diproses oleh dua mesin, A dan B. Mesin A hanya boleh digunakan selama 12 jam sehari manakala Mesin B hanya mampu dioperasikan selama 8 jam dalam masa yang sama. Untuk menyiapkan satu set kayu, 2 jam mesin A dan 2 jam mesin B diperlukan. Set rotan memerlukan 3 jam mesin A dan 1 jam mesin B. Syarikat mendapat untung sebanyak \$60 bagi setiap set kayu yang dijual dan \$70 bagi setiap set rotan. Syarikat menjual semua perabot yang dapat disiapkan. Berapa set perabot kayu dan rotan yang perlu disiapkan?

Dalam contoh di atas, huraian masalah Syarikat ABC Sdn. Bhd. boleh diterjemahkan dan seterusnya diselesaikan sebagai satu model matematik. Andaikan:

- $X_1$  = Jumlah set perabot kayu
- $X_2$  = Jumlah set perabot rotan
- $a$  = Jumlah untung kepada syarikat

Dari apa yang dilihat,  $X_1$  dan  $X_2$  ialah angkubah-angkubah yang merupakan angkubah-angkubah keputusan kepada masalah yang hendak diselesaikan. Ianya dikatakan demikian kerana syarikat boleh mengawal dan menetapkan peringkat pengeluaran kedua-duanya.

Jumlah untung, yang boleh didapati bergantung kepada jumlah  $X_1$ ,  $X_2$  yang dikeluarkan oleh syarikat itu hanya berkeupayaan untuk mendapat untung berjumlah  $60X_1 + 70X_2$ . Jadi  $U = 60X_1 + 70X_2$  ialah bidang di mana syarikat ABC boleh beroperasi.

Untuk melakukan operasi supaya syarikat mendapat untung sebanyak  $U$ , syarikat hanya mempunyai keupayaan berikut:

- 12 jam mesin bagi mesin A dan
- 8 jam mesin bagi mesin B

serta untung maksima se set:

- \$60 bagi set kayu dan
- \$70 bagi set rotan

Ini menunjukkan syarikat tidak boleh mengeluarkan jumlah perabot yang banyak kerana dihadkan oleh keupayaan mesin yang ada.

Syarikat juga tidak boleh mendapat keuntungan yang tidak terhad kerana setiap set perabot hanya memberikan tahap pulangan yang tetap. Di sini kita dapati yang *keupayaan mesin* dan *tahap untung* menjadi sekatan kepada masalah yang hendak diselesaikan. Kita juga perlu menetapkan supaya  $X_1$  dan  $X_2$  bukan satu angka yang negatif.

Sekatan-sekatan di atas boleh dijadikan persamaan matematik seperti berikut:

$$\text{untuk mesin A, } 2X_1 + 3X_2 \leq 12$$

$$\text{untuk mesin B, } 2X_1 + 1X_2 \leq 8$$

$$X_1 \geq 0$$

$$X_2 \geq 0$$

Persoalan yang hendak diselesaikan ini boleh dirumuskan seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{maksima untung } U &= 60X_1 + 70X_2 \\ \text{tertakluk kepada} \quad &2X_1 + 3X_2 \leq 12 \\ &2X_1 + 1X_2 \leq 8 \\ &X_1 \geq 0 \\ &X_2 \geq 0 \end{aligned}$$

Penetapan maksima untung sebagai matlamat penyelesaian masalah Syarikat ABC Sdn Bhd menjadikan memaksimumkan keuntungan sebagai *fungsi objektif* kepada model matematik yang telah dirumuskan.

Di samping sifat-sifat asas yang telah dibincangkan, perlu juga kita ketahui yang model-model matematik mempunyai beberapa ciri penting lain. Antaranya ialah:

#### PENUMPUAN KEPADA PEMBUATAN KEPUTUSAN PIHAK PENGURUSAN

Model-model matematik yang direkabentuk biasanya digunakan sebagai satu alat untuk membantu pihak pengurusan membuat keputusan. Ini bermakna yang keputusan akhir dari analisa yang dibuat mestilah dapat digunakan di dalam tindakan-tindakan pengurusan. Antara bidang-bidang kegunaan yang utama ialah pengendalian dan pengkordinasian operasi serta aktiviti-aktiviti dalam organisasi. Sifat organisasi atau aktiviti yang dijalankan tidak penting, asalkan masalah yang hendak diselesaikan itu bersabit dengan percubaan pihak pengurusan hendak memaksimumkan satu-satu tindakan mengenai penggunaan faktor-faktor pengeluaran yang terhad.

#### PENGUNAAN KAEDAH SAINTIFIK

Teknik-teknik atau model dikembangkan mengikut satu kaedah saintifik yang bersistematik. Pembentukan model bermula dengan pengstrukturkan masalah yang dihadapi dan disusuli dengan pembinaan satu ungkapan logik matematik/kuantitatif yang dapat



memberikan huraian dan gambaran sejelas mungkin mengenai masalah tadi. Hanya selepas inilah penyelesaian didapati yang kadangkalanya terus diperjelaskan melalui kajian-kajian tertentu.

#### PENDEKATAN "INTER-DISCIPLINARY"

Penggunaan model matematik atau teknik-teknik kuantitatif biasanya memerlukan kepakaran di dalam beberapa bidang tertentu seperti ekonomi, statistik, matematik, komputer kejuruteraan dan psikologi. Oleh kerana tidak mungkin semua kepakaran yang diperlukan itu boleh didapati dari seorang individu sahaja, pembelajaran dan penggunaannya akan lebih merupakan satu tindakan berkumpulan di mana setiap ahli kumpulan mempunyai kepakaran yang berbeza.

#### PENGGUNAAN KOMPUTER

Kebanyakan dari model-model yang dibentuk, memerlukan bantuan komputer untuk menolong di dalam proses penyelesaian. Ini terpaksa dilakukan kerana model-model itu biasanya kompleks, memerlukan volum data yang banyak dan lazimnya ia menghendaki satu keupayaan pengiraan yang luar biasa.

#### JENIS-JENIS MODEL MATEMATIK

Masalah yang dijadikan contoh di atas boleh diselesaikan dengan beberapa cara ataupun dengan menggunakan teknik-teknik yang berlainan. Di samping itu bukanlah bermakna yang hanya bentuk masalah yang sama seperti dihadapi oleh Syarikat ABC sahaja yang boleh diselesaikan secara permodelan. Terdapat beberapa kaedah permodelan matematik yang boleh diamalkan di dalam menyelesaikan masalah di bidang-bidang tertentu. Di antaranya ialah:

#### KEBARANGKALIAN DAN MEMBUAT KEPUTUSAN

Kebarangkalian, satu kaedah matematik yang popular digunakan di sekitaran yang mempunyai darjah kepastian yang rendah. Di sini, Teorem Bayes juga biasa digunakan untuk tujuan analisa membuat keputusan, terutama apabila dihadapi oleh alternatif yang terhad. Teknik-teknik membuat keputusan lain seperti Model Keputusan Multi Atribut dan Analisa Diskriminan adalah di antara teknik-teknik yang dikelaskan di dalam kumpulan ini.

#### PEMPROGRAMAN MATEMATIK

Model-model yang memerlukan penetapan satu peringkat angkuh keputusan untuk mencapai fungsi objektif dikenali sebagai model-model pemrograman matematik. Di antara teknik-teknik pemrograman matematik yang popular ialah:

*Pemrograman Linear.* Ini ialah satu teknik yang paling popular dan mudah digunakan. Ianya merupakan satu teknik untuk menentukan

pengagihan yang paling optima terhadap sumber-sumber yang terhad. Ianya juga adalah satu kaedah yang baik untuk menyelesaikan masalah pemilihan alternatif-alternatif yang banyak. Masalah-masalah pemrograman linear boleh diselesaikan melalui penyelesaian grafik atau/dan simpleks.

*Pemrograman Integer* Kaedah ini diamalkan apabila nilai angkubah-angkubah keputusan mesti dinyatakan dalam nilai integer. Dua kaedah penyelesaian di dalam pemrograman integer ialah kaedah "Cutting-plane" dan kaedah "Branch-and Bound".

*Pemrograman Matlamat (Goal Programing)*. Kaedah ini digunakan untuk menyelesaikan masalah yang mempunyai beberapa objektif yang terpaksa dipenuhi serentak. Ianya seakan sama seperti pemrograman linear dari segi konsep, penggunaan dan had-had yang ujud. Bidang penggunaan yang biasa ialah analisa pelaburan portfolio, masalah pengangkutan, pemilihan jenis tanaman dan pelaburan modal.

*Pemrograman dinamik (dynamic programming)*. Beberapa jenis masalah pemrograman linear yang tidak dapat diselesaikan dengan 'kaedah simplex' maka bolehlah digunakan pendekatan pemrograman dinamik. Dalam kaedah ini, sesuatu masalah itu dipecah-pecahkan kepada siri-siri yang lebih kecil tetapi keputusannya nanti adalah berkaitan antara satu sama lain. Siri-siri ini dikenali sebagai 'peringkat-peringkat'. Dinamik pula dirujuk kepada keadaan di mana perubahan yang berlaku dalam masa yang berkaitan dengan masalah itu adalah penting.

*Model Inventori. Lain-lain.* Model inventori digunakan di dalam pengawalan kos-kos yang terlibat di dalam pembelian, penyimpanan dan akibat ketidak-upayaan memenuhi permintaan kerana "stock-out" Pengalaman model inventori ini lazimnya digunakan bersama-sama dengan teknik-teknik ramalan lain seperti "moving average" dan "exponential smoothing".

*Model "Queueing" dan Simulasi.* Model "Queueing" boleh digunakan untuk mengkaji ketibaan ataupun perjalanan operasi seperti Jadual Kenderaan udara, operasi bank, dan penjadualan kenderaan awam. Ianya memungkinkan pihak pengurusan menentukan ataupun menganggar masa yang diambil untuk menghabiskan satu putaran operasi. Model simulasi pula membolehkan satu keadaan atau situasi diulang-ulang di dalam satu sekitaran yang terkawal untuk memastikan masalah dan cara penyelesaian masalah yang lebih berkesan. Antara kaedah-kaedah penyelesaian model "Queueing" yang biasa ialah "Presson Queueing System"

*Model-model Pengurusan Projek.* Tujuan utama model-model ini ialah untuk perancangan dan pengawalan. Ia membolehkan pihak

pengurusan menghadapi masalah kerumitan dan pergantungan yang melibatkan beberapa projek secara serentak. Kebiasaannya model-model ini digunakan di bidang binaan, pengangkutan udara, pengeluaran dan ketenteraan.

CPM dan PERT ialah dua bentuk model pengurusan projek yang popular. Dengan penggunaan kedua-dua model ini sudah tentu sekali akan melibatkan Litaran genting (critical path) yang mana aktiviti-aktiviti yang termasuk dalam litaran genting ini perlu diawasi dengan rapi supaya kos yang diperuntukkan serta masa siap yang ditetapkan sebelum itu tidak terlebih dari yang sepatutnya. Malah dengan penggunaan CPM, PERT dan dibantu oleh carta GANTT, maka kos masih boleh dijimatkan dan penggunaan sumber-sumber seperti mesin dan buruh dapat dioptimumkan, yakni dapat mengelakkan 'idle'.

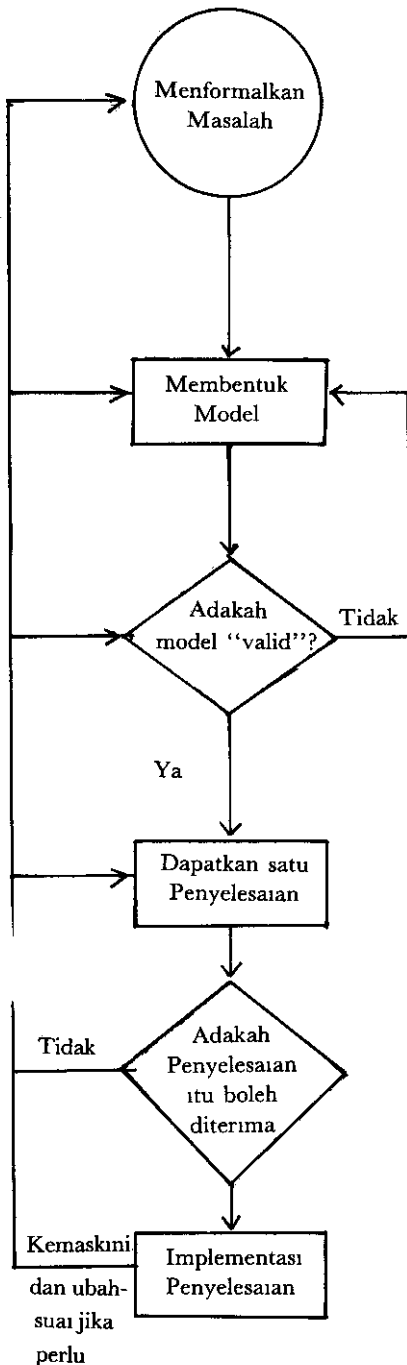
*Model Pengangkutan.* Model ini boleh digunakan untuk menempatkan gudang simpanan dan kedai-kedai runcit untuk mengurangkan kos pengangkutan atau menambahkan jualan. Di samping itu ia juga berguna untuk perancangan dan pergerakan secara langsung ke atas operasi pengeluaran harian, juga membantu dalam penjadualan mesin (machine scheduling)

*Model Peramalan.* Peramalan di sini boleh dijalankan sama ada ke atas penggunaan bahan mentah yang akan digunakan untuk pengeluaran barang siap atau separuh siap dan peramalan ke atas permintaan ke atas jualan. Tujuannya ialah untuk meramalkan permintaan bagi period-period yang akan datang. Ia boleh digunakan untuk ramalan jangka pendek (harian/mingguan), jangka pertengahan (beberapa bulan atau 1 tahun) dan ramalan jangka panjang (1 – 10 tahun atau lebih).

Model-model yang dibincangkan di atas hanyalah beberapa model yang popular dan paling biasa digunakan yang dijadikan contoh bagi tujuan penulisan ini. Terdapat banyak lagi model yang telah dibentuk dan dipraktikkan baik di dalam atau di luar negeri. Model-model yang disenaraikan di dalam Jadual II dan Jadual III tentu sekali dapat menunjukkan sebahagian dari jenis-jenis model lain yang kami maksudkan.

#### LANGKAH-LANGKAH DALAM MEMBENTUK MODEL MATEMATIK

Satu ciri utama kaedah saintifik ialah pengamatan, penilaian serta pengujian secara sistematik dan berulang kali. Melalui aktiviti-aktiviti ini, ahli sains telah mendefinisikan teori-teori am dan membentuk model-model tentang tingkah laku satu sistem yang nyata. Keseluruhan proses pembentukan ini dapat digambarkan seperti berikut:



### Aktiviti yang dijalankan

- Objektif ditetapkan
- Tetapkan cara menilai keberkesanan dan keefisyenan
- Definasi had dan sekatan-sekatan sistem.
  - angkubah-angkubah yang boleh dikawal dan yang tidak boleh dikawal.
- Tentukan
  - angkubah bidang (Parameters)
  - hubungan antara angkubah dan bidang
  - tentukan bentuk hubungan
  - Adakah model dapat memenuhi tujuan?
  - Adakah ianya dapat meramal tingkahlaku nyata sistem itu?
  - Adakah andaian, angkubah, "parameter" dan hubungan antaranya "valid"?
- Mendapatkan satu bentuk penyelesaian matematik.
- Tentukan yang penyelesaian itu dapat memberikan satu gambaran yang jelas untuk membantu pembuat keputusan
- Tentukan
  - model dapat diterima dan digunakan dengan betul oleh pihak tertentu.
  - model diubahsuai dengan sistem tertentu jika ianya tidak 100% sama seperti sistem asal yang dimodelkan.

**Jadual II. Penggunaan Model-model dalam Membuat Keputusan**

Teknik-teknik yang digunakan	Jumlah Responden	Sebab-sebab digunakan				
— Teori "Queueing"	0					
— Kelok Pembelajaran (Learning Curve)	4	2		1	1	
— Model simulasi	14	4		3	7	
— Analisa Lingkaran (Network analysis)	9	8	1			
— Teori Kebarangkalian (Probability Theory)	1				1	
— Analisa Kepekaan (Sensitivity analysis)	6	1	4		1	
— Kelok operasi (Operating curve)	1		1			
— Persampelan statistik	8	4		2		2
— Persampelan aktiviti	3			3		
— Carta Kawalan	1	1				
— Cabang keputusan (Decision Tree)	1		1			
— Analisa kos-benafaat	0					
— "Exponential smothing"	2		1		1	
— Analisa regresyen	5	1		2	2	
— EOQ	5	3	2			
— "Pre-determine method time"	3	2		1		
— Keupayaan kumpulan (group capacity)	1	1				
— Analisa nilai (value analysis)	8	2	6			
— Nilai tambahan (value added)	8		6			2
— Belanjawan dasar kosong	2	1	1			
	82	30	23	12	13	4

Sumber:

Leslie Rice; Management techniques...who needs them?", Management Accounting, November, 1979, pp. 39 - 40.

Jadual III. Penggunaan Model-model dalam Membuat Keputusan di Malaysia

Teknik-teknik atau model yang digunakan	Pengguna					
	Sektor Swasta (79)		Sektor Awam (25)		Jumlah (104)	
	Jumlah	%	Jumlah	%	Jumlah	%
<b>A. PEMPROGRAMAN MATEMATIK</b>	12		11		23	
Pemrograman Linear	5	6.3	5	20	10	9.6
Pemrograman Dinamik	1	1.3	2	8	3	2.9
Pemrograman Matlamat	2	2.5	—	—	2	1.9
. Pemrograman Linear Berbagi Objektif	1	1.3	1	4	2	1.9
. Pemrograman Integer	—	—	1	4	1	1.0
Pemrograman Tidak Linear	1	1.3	—	—	1	1.0
Lain-lain	2	2.5	2	8	4	3.8
<b>B. TEKNIK-TEKNIK RAMALAN</b>	44		31		75	
Kadar Pertumbuhan	16	20.3	8	30	24	23.1
"Simple Regression"	10	12.7	9	36	19	18.3
Purata Bergerak	13	16.5	6	24	19	18.3
Multiple Regression"	2	2.5	5	20	7	6.7
"Exponential Smoothing"	2	2.5	2	8	4	3.8
"Box-Jenkin"	1	1.3	—	—	1	1.0
Lain-lain	—	—	1	4	1	1.0
<b>C. MODEL-MODEL INVENTORI</b>	22		10		32	
EOQ	6	7.6	6	24	12	11.5
Pendekatan ABC	8	10.1	3	12	11	10.6
"Production Lot Size"	8	1.1	—	—	8	7.7
Lain-lain	—	—	1	4	1	1.0
<b>D. MODEL-MODEL PENGANGKUTAN</b>	6		3		9	
Teknik-teknik pengangkutan	2	2.5	2	8	4	3.8
. "Assignment technique"	2	2.5	—	—	2	1.9
Lain-lain	2	2.5	1	4	3	2.9

keputusan secara teratur, konsisten dan dengan darjah keperincian yang tinggi.

— Akauntan menjadi lebih sedar kepada teknik membuat keputusan yang lebih berkesan. Walaupun model ini tidak dapat memberi satu

E. MODEL-MODEL PENGURUSAN PROJEK	32		20		52	
CPM/PERT	15	19.0	9	36	24	23.1
Penjadualan Unit	5	6.3	3	12	8	7.7
Penjadualan "Job Shop"	3	3.8	3	12	6	5.8
"Mass Scheduling"	2	2.5	3	12	5	4.8
"Batch Scheduling"	3	3.8	2	8	5	4.8
Lain-lain	4	5.1	—	—	4	3.8
F. MODEL-MODEL KEWANGAN	103		65		168	
Analisa aliran Tunai	26	32.9	13	65	9	37.5
NPV	21	26.6	12	48	33	31.7
Jemasa Pulangan Bank	18	22.8	12	52	31	29.8
IRR	18	22.8	12	48	30	28.8
Belanjawan modal	15	19.0	12	48	37	26.0
Model Perletakan harga aset tetap	4	5.1	2	8	6	5.8
Lain-lain	1	1.3	1	4	2	1.9
G. MODEL-MODEL SIMULASI	7		3		10	
Kaedah Monte-Carlo	3	3.8	1	4	4	3.8
Bahasa Simulasi						
Komputer	3	3.8	1	4	4	3.8
Lain-lain	1	1.3	1	4	2	1.9
H. MODEL-MODEL "QUEUEING"	7		1		8	
"Queueing by simulation"	4	5.1	—	—	4	3.8
"Queue" satu saluran	2	2.5	—	—	2	1.9
"Queue" banyak saluran	—	—	1	4	1	1.0
Lain-lain	1	1.3	—	—	1	1.0
I. MODEL-MODEL MARKOV	3		1		4	
Polisi Penukaran	2	2.5	—	—	2	1.9
Lain-lain	1	1.3	1	4	2	1.9
J. TEORI "GAMES" DAN ANALISA KEPUTUSAN	7		2		9	
Analisa Cabang Keputu- san	6	7.6	1	4	7	6.7
"N-Person Game"	1	1.3	—	—	1	1.0
Lain-lain	—	—	1	4	1	1.0

Sumber:

Aziz A. Hamid, Hamdan Ariffin and Raja Nooraini Raja Shamsudin;  
 "Management Science in Malaysia — A sample survey", Jurnal Pengurusan,  
 Jilid 1, Bil. 1. Julai 1982, pp. 55 – 61.

### PENGGUNAAN MODEL-MODEL MATEMATIK DALAM MEMBUAT KEPUTUSAN

Penggunaan model-model matematik oleh para pengurus telah meningkat sejak bertambahnya penggunaan komputer sebagai alat pembantu pihak pengurusan untuk melicinkan pentadbiran dan meninggikan kualiti keputusan. Ianya juga tidaklah tertumpu kepada sektor, pihak atau industri tertentu sahaja. Pemrograman matematik misalnya telah digunakan dengan meluas untuk mengatasi masalah yang berkait dengan penetapan fungsi kepada mesin-mesin, percampuran bahan-bahan di dalam proses pengeluaran, pengagihan, pengangkutan dan lain-lain. Pemrograman dinamik pula sangat popular dalam menyelesaikan masalah-masalah seperti merancang belanja-belanja pengiklanan, pengagihan tenaga jualan dan penjadualan pengeluaran. Analisa keputusan pula telah terbukti berjaya digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah pencemaran udara/air, perubahan dan keputusan mengeluarkan pengeluaran baru, manakala lain-lain model seperti PERT, CPM, Teori inventori, Simulasi juga telah berjaya digunakan untuk menyelesaikan masalah di dalam berbagai bidang. Jadual II dari satu kajian yang dilakukan. Penggunaan teknik-teknik kuantitatif model pengurusan di Malaysia dapat dilihat di Jadual III.

### PERMODELAN DAN TUGAS-TUGAS AKAUNTAN

Kita telah membincangkan dengan panjang lebar tentang model, sifat-sifat serta fungsi-fungsinya. Secara am kita mengetahui yang model dapat membantu di dalam menambahkan pemahaman dan akhirnya meninggikan kualiti keputusan. Jadual II dan Jadual III telah juga memberikan satu gambaran tentang jenis-jenis model yang biasa digunakan. Tetapi, adakah hanya kerana itu, bidang ini perlu diberikan perhatian yang lebih oleh para akauntan? Apakah pentingnya model-model atau teknik-teknik kuantitatif di dalam meringankan tugas seorang akauntan?

Penggunaan model-model yang bertepatan memungkinan kita mengurangkan kos masa dan tenaga kerana model-model berkeupayaan untuk membolehkan kita memanipulasi data dan membuat perubahan tanpa mengikuti proses yang rumit. Penggunaannya juga akan membolehkan kita mendapat maklumat yang lebih tinggi kerana model berupaya (dengan pertolongan komputer) mengeluarkan keputusan (pengiraan) yang lebih tepat. Masa yang dikurangkan itu akan membenarkan akauntan menumpukan masa yang lebih untuk mempersembahkan maklumat dari hanya membuat pengiraan-pengiraan yang berulang-ulang semasa menyediakannya.

Selain dari itu model-model juga akan membolehkan

— Akauntan mempunyai satu set konsep atau alat untuk membuat



penyelesaian, ia mungkin akan menerangkan keperluan kepada maklumat-maklumat tertentu.

— Masalah diformal dan diberikan nilai kuantitatif. Ini akan menyenangkan proses komunikasi dan koordinasi. Dengan cara itu juga keperluan dan maklumat yang berkesan antara individu boleh disatukan dan keputusan dapat dikoordinasi dengan baik.

— Masalah-masalah tentang **keputusan** yang biasa dan berulang diformalkan. Ini akan membolehkan pihak pengurusan menjalankan kerja-kerja yang lebih perlu **dan menjalankan** usaha kawalan atau operasi dengan lebih berkesan.

— Menformalkan keputusan yang biasa dan berulang akan menyenangkan pengembangan perancangan organisasi dengan lebih baik. Satu teknik itu apabila telah digunakan dengan meyakinkan, akan terus digunakan, sama ada secara keseluruhan ataupun diubahsuai mengikut keadaan. Ini akan membolehkan syarikat mendapat manfaat jangka panjang dan lain-lain manfaat yang wujud hasil dari penggunaan teknik-teknik itu.

— Akautan mengesan perkembangan satu-satu sistem dengan teliti. Hasil dari itu syarikat akan dapat mengesan sebarang masalah yang mungkin wujud dengan cepat **dan dipisahkan** bagi memudahkan kajian semula dan tindakan membuat keputusan.

— Akauntan memanipulasikan peraturan dan data-data untuk mengesan kemungkinan-kemungkinan yang mungkin berlaku dari penggunaan data-data serta peraturan-peraturan yang berlainan.

Walaupun begitu, kita mestilah sedar yang penggunaan model-model juga memberikan kesan-kesan negatif. Di antaranya ialah:

- Kemungkinan model itu terlalu ringkas sehinggakan terdapat ciri penting yang tidak diambilkira, atau, angkuabah yang dirasa tidak penting mungkin terjadi sebaliknya. Ini akan mengakibatkan penyelesaian yang didapati tidak optima.
- Simbol-simbol tidak “universal” dan oleh itu mempunyai unsur komunikasi yang terhad. Lagi pun tidak semua hubungan dapat dipersembahkan secara hubungan logik matematik.
- Kemungkinan yang model itu terlalu “rigid” sehinggakan penggunaannya tidak boleh diterap jika salah satu unsurnya tidak sama dengan sistem asal. Sekiranya masalah ini tidak disedari kemungkinan penyelesaian darinya tidak boleh dipakai.
- Model tidak menunjukkan perubahan yang telah berlaku dalam sekitaran semenjak ianya diterima-pakai.
- Tingkah laku masa hadapan mungkin bergantung kepada keadaan atau kejadian masa hadapan. Ini menjadikan model sebagai sesuatu yang mempunyai ciri-ciri yang diramalkan sahaja.

- Model-model hanya memberikan satu ramalan kepada apa yang dirasakan mungkin berlaku (contoh-belanjawan). Ini mungkin terlalu “ideal” untuk dicapai sepenuhnya. Lagi pun model juga tidak menerangkan sekitaran yang dapat memberikan keputusan yang “ideal” tadi.
- Oleh kerana model dibentuk dari pemahaman perekanya, kemungkinan terdapatnya percanggahan tentang pemahaman mengenai ciri-ciri penting akan menjadikan penyelesaian melaluinya tidak dapat diterima sebagai sesuatu yang mutlak.

## PENUTUP

Keupayaan model memaparkan ciri-ciri utama supaya sesuatu itu mudah difahami telah menjadikan permodelan sebagai satu bidang ilmu yang perlu dititikberatkan. Di sini nilai satu-satu model yang digunakan itu bukanlah terletak hanya kepada angka penyelesaiannya yang betul tetapi mestilah ditumpukan kepada kegunaannya di dalam aktiviti pembuatan keputusan oleh pihak pengurusan. Model adalah satu alat bantuan yang mesti digunakan dengan kepakaran dan pemahaman yang tertentu. Dalam konteks ini para akauntan telah diletakkan di satu tempat di mana model-model boleh digunakan secara berkesan di dalam membantu menjalankan tugas mereka yang mencabar.

Rujukan:

Lapin, L.L. (1976). *Quantitative Methods for Business Decisions*, HJB Lic.,

Kwak, N.K. and Delurgo, S.A. (1980). *Quantitative Models for Business Decision*, Durbury Press.

Moskowitz and Wright, G.P.. (1979). *Operation Research Techniques for MANAGEMENT*, PHI.

Rice, L. (1979). “Management Techniques... who Needs Them?”, *Management Accounting*, Nov, pg. 39 – 40.

Bently, T. (1980). “Models and Their Uses”, *Management Accounting*, Nov pg. 32 – 33.

Bently, T. (1981). “Financial Modelling” *Management Accounting*, July/Aug. pg. 22 – 23.

Ballam, A. (1981). “Models Come in all Sizes”, *Management Accounting*, Nov pg. 32.

Walsh, B. (1983). “Making The Most of an Accountant’s Abilities” *Management Accounting*, Oct. pg. 28 – 29.

Walsh, B. (1983). “Financial Modelling — The Indispensable Tool” *Management Accounting*, July/Aug. pg. 22 – 23.

- Bandijopadhyay, R, (1975). "On Approaches to OR Modelling" OMEGA Vol. 3 No. 1, pg. 59 – 69.
- Mirham, G, (1972). "The Modelling Process" IEEE Trans. Sys. Man & Cybernet., 2(5). pg. 621 – 629
- Aziz A. Hamid, Hamdan Ariffin and Raja Noorani Raja Shamsuddin, (1972). "Management Science in Malaysia — a Sample Survey" Jurnal Pengurusan Jilid 1, Bil. 1, Julai, m.s. 55 – 61.

