

MENILAI KECEKAPAN DAN KEBERKESANAN PERKHIDMATAN BEKALAN AIR DI MALAYSIA: SATU PENDEKATAN ANALISIS PENYAMPULAN DATA

(Assessing Efficiency and Effectiveness of Malaysian Water Supply Services:
A Data Envelopment Analysis Approach)

NORBAIZURA KAMARUDIN, WAN ROSMANIRA ISMAIL & NUR HIDAYAH ABD KADER

ABSTRAK

Kajian tentang prestasi industri perkhidmatan air telah dijalankan secara meluas dan kebanyakan kajian telah menggunakan model Analisis Penyampulan Data (APD) yang hanya mengukur skor kecekapan. Namun begitu, kajian untuk mengukur keberkesanan dalam industri perkhidmatan air amat jarang dilakukan. Kajian tentang kecekapan dan keberkesanan adalah penting untuk mengukur prestasi keseluruhan bagi sesebuah organisasi. Oleh sebab proses pengeluaran perkhidmatan air boleh dinyatakan sebagai proses dua peringkat, maka, dalam kajian ini, model APD dua peringkat untuk mengukur prestasi perkhidmatan air digunakan. Model ini membolehkan integrasi kecekapan dan keberkesanan perkhidmatan air serta memberikan penilaian prestasi keseluruhan perkhidmatan air Malaysia. Hasil yang diperolehi menunjukkan bahawa servis di kebanyakan daripada 14 buah negeri yang terlibat adalah cekap tetapi hanya empat buah negeri sahaja yang berkesan. Bagaimanapun, terdapat tiga buah negeri yang menunjukkan prestasi keseluruhannya dengan kecekapan penuh (cekap dan berkesan) dalam menghasilkan dan membekalkan air bersih kepada pengguna.

Kata kunci: analisis penyampulan data; pengukuran prestasi; utiliti air

ABSTRACT

The performance of the water services industry has been widely studied by the researchers and most studies have used Data Envelopment Analysis (DEA) model which only measure the efficiency scores. However, the effectiveness of the water services is rarely measured. Studies on the efficiency and effectiveness are important to measure the overall performance of an organisation. Since the production process of water services can be expressed as a two-stage process, the two-stage DEA model is applied for measuring the water service performance. This model allows integration of the efficiency and effectiveness of the water services and provides an overall evaluation of the performance of Malaysian water services. The results show that the services provided by most of the 14 states are efficient but only four of the states involved are effective. However, only three states show overall performance with full efficiency (efficient and effective) in producing and supplying clean water to consumers.

Keywords: data envelopment analysis; performance measurement; water utilities

1. Pendahuluan

Industri bekalan air di seluruh dunia telah berubah secara radikal dalam dua dekad yang lalu disebabkan oleh liberalisasi atau penswastaaan dan juga pelaksanaan reka bentuk peraturan yang baharu. Perubahan ini bertujuan untuk meningkatkan kecekapan, produktiviti dan kualiti industri bekalan air di setiap negara seluruh dunia.

Malaysia juga tidak terkecuali serta telah mengikuti dan melaksanakan pembaharuan dalam industri bekalan air yang bermula pada awal tahun 1990. Pembaharuan ini dilaksanakan dengan jangkaan kualiti perkhidmatan air yang lebih baik dan cekap pada masa akan datang. Selain itu, sejak Akta Industri Perkhidmatan Air 2006 berkuat kuasa pada 1 Januari 2008,

industri perkhidmatan air di Malaysia juga telah menunjukkan banyak peningkatan dan perkembangan yang positif.

Bekalan air bersih yang mencukupi sangat penting kerana air bukan sahaja satu daripada keperluan asas manusia tetapi air juga merupakan satu keperluan yang mustahak bagi industri pengeluaran makanan, perkhidmatan dan tenaga. Sejak dahulu lagi, permintaan air di Malaysia semakin bertambah dari tahun ke tahun.

Hal ini berlaku disebabkan oleh perkembangan pesat dalam pembangunan sosio ekonomi, perindustrian dan pertanian serta usaha menuju pencapaian negara industri selaras dengan Wawasan 2020 telah mendorong kepada peningkatan permintaan bekalan air. Permintaan ini melibatkan penggunaan air yang dibahagikan kepada tiga sektor, iaitu domestik, industri (termasuk komersil) dan juga pertanian. Oleh yang demikian, pengurusan sumber air hendaklah diberi perhatian sepenuhnya supaya dapat memenuhi semua permintaan pengguna yang semakin meningkat dari tahun ke tahun.

1.1 Struktur industri perkhidmatan air di Malaysia

Perkhidmatan air terbahagi kepada dua, iaitu bekalan air (operasi air bersih) dan perkhidmatan pembedungan (operasi air kotor). Pada masa lalu, bekalan air berada di bawah Kementerian Kerja Raya manakala perkhidmatan pembedungan pula di bawah tanggungjawab Jabatan Perkhidmatan Pembedungan di bawah Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan. Pada Mac 2004, satu kementerian baharu telah diwujudkan, iaitu Kementerian Tenaga, Air dan Komunikasi yang telah mengambil alih pengurusan bekalan air negara dan perkhidmatan pembedungan dan meletakkan pengurusannya di bawah satu bumbung.

Walaupun bagaimanapun, bekalan air dan perkhidmatan pembedungan yang tidak bersepadu adalah di bawah tanggungjawab organisasi yang berbeza. Di samping itu, rawatan dan pengagihan air di setiap negeri di Malaysia dilaksanakan oleh agensi-agensi kerajaan negeri masing-masing. Bagi setiap negeri, agensi-agensi tersebut adalah berbeza, iaitu sama ada oleh Jabatan Kerja Raya Negeri, Jabatan Bekalan Air Negeri atau Lembaga Bekalan Air Negeri.

Bagi tujuan penyeliaan prestasi organisasi utiliti air tersebut, dua kerangka perundangan, iaitu Akta Industri Perkhidmatan Air Negara (NSW) dan Akta Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara (SPAN) telah diperkenalkan untuk meningkatkan kualiti perkhidmatan air negara khususnya dalam memelihara hak-hak pengguna. Di samping itu, dengan adanya perkhidmatan air yang dikawal dan diselia secara rapi dapat membantu menggalakkan kecekapan dan kemapanan jangka panjang industri air negara.

Ini juga penting bagi manfaat pengguna-pengguna, pelabur-pelabur serta pengendali-pengendali pada masa hadapan. Langkah-langkah yang telah diambil antaranya ialah memperkenalkan penunjuk prestasi dalam industri bekalan air di Malaysia pada akhir tahun 1994. Penunjuk prestasi tersebut merupakan langkah pertama untuk membantu pihak pengurusan air meningkatkan kualiti dan kecekapan perkhidmatan mereka dalam usaha mencapai keuntungan produktiviti serta menubuhkan piawaian prestasi bagi industri bekalan air.

Walaupun begitu, penunjuk prestasi industri bekalan air di Malaysia dikatakan tidak begitu praktikal bagi mengukur kecekapan industri sektor air. Polisi yang diguna pakai semenjak diperkenalkan pada tahun 1994 itu, menetapkan satu sasaran yang sama atau seragam sebagai piawaian prestasi, seterusnya pencapaian prestasi setiap utiliti air dinilai secara bandingan terhadap nilai sasaran tersebut. Kaedah menetapkan sasaran sebagai penunjuk prestasi ini kerana kaedah ini telah mengabaikan elemen input yang menghasilkan output dalam sesebuah proses pengukuran (Hasnul 2000).

Atas alasan tersebut, pengukuran kecekapan menggunakan pengukuran matematik atau kuantitatif seperti kaedah Analisis Penyampulan Data (APD) lebih sesuai digunakan untuk mengukur kecekapan serta menetapkan sasaran yang spesifik untuk tujuan penambahbaikan. Oleh kerana proses pembekalan air boleh dinyatakan sebagai proses dua peringkat, kami mengaplikasikan model APD dua peringkat untuk mengukur prestasi perkhidmatan bekalan air di Malaysia. Model ini membolehkan integrasi analisis kecekapan serta keberkesanan sistem perkhidmatan bekalan air, seterusnya memberikan penilaian prestasi keseluruhan perkhidmatan bekalan air negara ini. Dalam kajian ini kami mengasingkan pengukuran prestasi operasi pembetungan (operasi air kotor). Ungkapan “sektor perkhidmatan air” seterusnya dalam artikel ini membawa maksud tentang sistem perkhidmatan bekalan air di Malaysia sahaja dan tidak meliputi perkhidmatan pembetungan (operasi air kotor).

2. Kajian Kepustakaan

Pelbagai kaedah dan model telah dicadangkan untuk menilai prestasi sektor air seperti model berdasarkan Penunjuk Prestasi Utama (KPI). Tidak kurang juga penggunaan model matematik di antaranya model APD, Analisis Regresi dan Analisis Sempadan Stokastik. Kaedah APD merupakan kaedah model matematik yang agak popular digunakan dalam mengukur kecekapan sektor perkhidmatan air. Bermula dengan kajian Byrnes *et al.* (1986), banyak kajian yang melibatkan prestasi industri air menggunakan model ADP telah dilakukan di seluruh dunia.

Lambert *et al.* (1993) adalah antara kajian yang menggunakan kaedah APD bagi membandingkan kecekapan utiliti air awam dan juga swasta di Amerika. Manakala, antara kajian di negara membangun seperti oleh Anwandter dan Ozuna (2002) juga telah menggunakan APD bagi kajian industri bekalan air di Mexico serta Garcia-Sanchez (2006) pula mengkaji kecekapan utiliti air di Sepanyol. Seterusnya tidak ketinggalan juga kajian tentang kecekapan tadbir urus sistem bekalan air di wilayah Palestin oleh Alsharif *et al.* (2008). Terdapat ratusan kertas kajian telah diterbitkan di seluruh dunia tentang kecekapan sektor air menggunakan kaedah APD ini. Walau bagaimanapun, kebanyakan kajian yang dirujuk sebelum ini hanya memfokuskan kepada penilaian kecekapan operasi.

Di Malaysia pula, kajian tentang pengukuran prestasi sektor air, kebanyakan masih menggunakan sistem penunjuk prestasi. Berikutan sistem KPI yang diperkenalkan oleh Persatuan Air Malaysia (MWA) yang dirasakan mempunyai kelemahan, Ong *et al.* (2007) memperkenalkan tambahan penunjuk-penunjuk prestasi dari enam aspek major dalam sektor perkhidmatan air Malaysia menggunakan kaedah Delphi. Begitu juga dengan kajian oleh Ching (2012) yang telah menggunakan teknik penunjuk prestasi bagi menilai prestasi utiliti air di Malaysia bagi tahun 2004 hingga 2010. Perbandingan antara utiliti air berpandu penunjuk prestasi yang melibatkan faktor-faktor penting seperti peratusan air bukan hasil, kecekapan terkumpul, unit kos produksi dan juga aduan pelanggan.

Kajian empirikal sektor perkhidmatan air di Malaysia menggunakan kaedah APD telah mula diaplikasikan oleh Susila (2009) bagi menilai impak status pemilikan utiliti air terhadap prestasi kecekapannya. Dalam kajian beliau, status pemilikan tidak menggambarkan kecekapan utiliti air di Malaysia kerana tidak dapat dipastikan bahawa syarikat utiliti air swasta lebih berjaya daripada firma utiliti awam kerana, terdapat juga firma awam yang mencapai kecekapan teknikal penuh. Seterusnya Lee dan Casey (2009) juga menjalankan analisis empirikal kecekapan sektor perkhidmatan air di Malaysia dengan kaedah APD serta membandingkan analisis tersebut dengan kaedah analisis regresi. Seperti Susila (2009), kajian mereka juga tidak cukup kukuh untuk menyatakan bahawa kecekapan utiliti air berdasarkan status pemilikan firma utiliti air.

Namun begitu, kajian berkenaan pengukuran keberkesanan perkhidmatan bagi industri sektor air amat jarang dilakukan. Keberkesanan perkhidmatan industri air juga dinilai dengan melakukan perbandingan nilai terhadap KPI yang telah ditetapkan untuk industri air di Malaysia. Sebagai contoh, untuk menilai keberkesanan sesebuah utiliti, penunjuk prestasi yang diguna pakai adalah seperti, nilai penggunaan air domestik sebulan, peratus liputan kawasan perkhidmatan, bilangan kekerapan aduan daripada pelanggan, kekerapan gangguan air tidak berjadual dan beberapa kriteria penunjuk prestasi yang lain (Hasnul 2000).

Seterusnya, kajian tentang pengukuran keberkesanan secara kuantitatif amat jarang dilakukan. Hanya Hasnul (2000) yang memulakan pengukuran prestasi kecekapan utiliti air berserta dengan keberkesanannya secara kuantitatif. Kajian beliau menggunakan kaedah APD untuk analisis kecekapan bagi menilai program kawalan kehilangan air yang dilaksanakan utiliti-utiliti air di Malaysia dan seterusnya, skor kecekapan daripada analisis tersebut digunakan untuk mengukur potensi keberkesanan sesebuah utiliti dalam mencapai sasaran tahap kehilangan air.

Gabungan analisis kecekapan serta keberkesanan sektor perkhidmatan air dijangka dapat memberi maklumat yang bermanfaat kepada penilaian prestasi industri perkhidmatan air. Ini kerana kecekapan dan keberkesanan merupakan dua penunjuk utama untuk menilai prestasi bagi sesebuah organisasi dan juga industri. Disebabkan proses perkhidmatan bekalan air boleh dibahagikan kepada dua peringkat, maka kami berpendapat bahawa kaedah APD dua peringkat boleh diaplikasikan bagi mengukur kecekapan serta keberkesanan sektor perkhidmatan air di negara ini.

Berikut merupakan kajian-kajian lepas yang mengaplikasikan kaedah APD dua peringkat yang seterusnya memberi motivasi bagi mengaplikasikan kaedah ini dalam sektor perkhidmatan air di negara ini pula:

- i) Dalam sektor perbankan, Tsolas (2010) menggunakan kaedah APD dua peringkat ini dalam pemodelan keuntungan cawangan bank komersial di Greece. Beliau membahagikan prestasi jumlah cawangan kepada kecekapan dan keberkesanan daripada segi keuntungannya. Hasil daripada kajian ini menyatakan bahawa terdapat galakan untuk meningkatkan keuntungan dan kecekapan di seluruh rangkaian cawangan bank komersial kerana keuntungan di setiap cawangan merupakan sumbangan yang signifikan kepada prestasi keseluruhan bank.
- ii) Popovic dan Martic (2005) membuat kesimpulan bahawa keberkesanan sistem pada dua atau lebih tahap berbeza boleh dibandingkan dengan menggunakan model APD dua peringkat. Beliau menjalankan kajian mengenai pinjaman-Mikro untuk 18 majlis perbandaran yang berbeza di Serbia dan mendapati bahawa model yang digunakan bukan sahaja dapat mengenal pasti kecekapan dan keberkesanan tetapi juga membantu dalam mengenal pasti ketidakcekapan dan ketidakberkesanan sumber.
- iii) Keputusan ini disokong oleh Kao dan Hwang (2008) bahawa penggunaan model APD dua peringkat lebih konsisten dan dapat menentukan sumber ketidakcekapan dengan lebih tepat. Mereka telah mengubah suai kaedah APD yang biasa kepada 2 peringkat dalam proses keseluruhan untuk menilai kecekapan pemilihan proses insurans bukan hayat di Taiwan. Keputusan menunjukkan bahawa penggunaan model ini menghasilkan keputusan yang lebih baik dan lebih bermaklumat bagi semua syarikat. Ini dapat disimpulkan bahawa model ini bukan sahaja sesuai dalam menggambarkan hubungan fizikal antara keseluruhan proses dengan komponen sub-proses tetapi juga menghasilkan keputusan yang boleh dipercayai dalam pengukuran kecekapan.
- iv) Shavazipour (2014) berpendapat bahawa pengukuran kedua-dua kecekapan teknikal dan keberkesanan perkhidmatan bagi komoditi yang boleh disimpan adalah sama tetapi bagi komoditi yang tidak boleh disimpan seperti perkhidmatan pengangkutan yang mewakili

- dua dimensi yang berbeza dan pengukuran bagi kedua-duanya adalah perlu untuk mengetahui prestasi keseluruhannya.
- v) Zhu (2011) dalam kajiannya menggunakan model pendekatan dua peringkat rangkaian APD untuk menentukan prestasi syarikat penerbangan di Amerika Syarikat. Banyak kajian lepas yang mengkaji prestasi industri syarikat penerbangan dan kajian itu telah dikaji secara meluas menggunakan kaedah APD biasa dengan beberapa pengubahsuaian kecil ke atas model tetapi Zhu telah menggunakan kaedah yang berbeza untuk menilai prestasi syarikat penerbangan, iaitu menggunakan proses dua peringkat. Hasil kajian beliau menunjukkan semua faktor prestasi yang digunakan sebagai input dan output dalam model APD biasa tidak dapat menentukan sepenuhnya ketidakcekapan dalam prestasi sesebuah syarikat penerbangan.
 - vi) Yu dan Lee (2009) bersetuju dengan hasil yang diperoleh daripada kajian Zhu, iaitu model APD dua peringkat ini dapat menilai dan mengukur kecekapan dan keberkesanan sesebuah organisasi. Mereka menjalankan kajian untuk menilai prestasi perkhidmatan dalam industri perkhidmatan dan hotel pelancongan antarabangsa di Taiwan dijadikan sebagai contoh untuk menggambarkan proses dalam kajian ini. Keputusan mendapati bahawa kecekapan produktif dan keberkesanan perkhidmatan berbeza di seluruh perniagaan hotel. Terdapat beberapa hotel yang menunjukkan prestasi yang baik dari segi operasi pengeluaran manakala prestasi hotel lain meningkat dalam operasi pemasaran. Dengan mengenal pasti prestasi setiap pesaing daripada segi kecekapan produktif dan keberkesanan perkhidmatan dalam industri yang sama, pengurus boleh memilih hotel untuk dijadikan penanda aras supaya dapat meningkatkan lagi operasi mereka.

Berpandukan kajian-kajian di atas ini, kami mencuba untuk mengaplikasikan model Analisis Penyampulan Data (APD) dua peringkat bagi mengukur kecekapan dan keberkesanan secara serentak bagi 14 buah negeri di Malaysia dalam menghasilkan dan membekalkan air kepada pengguna di negeri masing-masing.

3. Data dan Tatakaedah

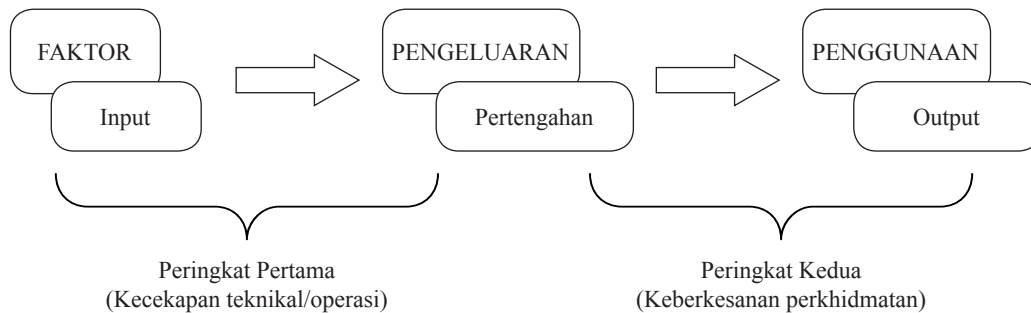
Kajian ini menggunakan model APD dua peringkat untuk mengukur kecekapan, keberkesanan dan prestasi 14 buah negeri di Malaysia dalam menghasilkan dan membekalkan air kepada pengguna. Prestasi pula merupakan gabungan antara kecekapan dengan keberkesanan. Menurut Mouzas (2006), kecekapan dan keberkesanan merupakan syarat umum yang digunakan dalam menilai dan mengukur prestasi organisasi. Selain itu, menurut Saleh *et al.* (2012), proses penilaian dua peringkat ditakrifkan sebagai tahap aset yang diperlukan untuk menjana keuntungan pada peringkat pertama dan kemudiannya menjana keberkesanan dalam peringkat kedua.

Penentuan input dan output untuk mengira kecekapan dan keberkesanan merupakan langkah penting dalam penilaian prestasi. Dalam model APD dua peringkat, dua set input dan output diperlukan kerana pada peringkat pertama satu set input dan output digunakan untuk mengukur kecekapan Unit Pembuat Keputusan (UPK) yang telah dicadangkan dalam kajian manakala peringkat kedua memerlukan satu set lagi untuk mengukur keberkesanan UPK. Dalam erti kata lain, UPK di bawah penilaian ini berkongsi satu ciri umum yang terdapat dalam semua struktur rangkaian APD dua peringkat, iaitu output daripada peringkat pertama akan menjadi input di peringkat kedua. Output di peringkat pertama ini juga dikenali sebagai pengukuran pertengahan.

Oleh itu, pemilihan input dan output serta struktur model APD dua peringkat dibina dalam kajian ini berdasarkan kajian yang dilakukan oleh Chiou *et al.* (2010) dan Zhu (2011). Chiou

et al. (2010) menjalankan kajian untuk mengukur prestasi bagi perkhidmatan pengangkutan manakala Zhu (2011) pula mengkaji prestasi syarikat penerbangan di Amerika Syarikat. Dalam kajian yang dilakukan oleh Chiou *et al.* (2010), mereka membahagikan pengukuran prestasi kepada tiga bahagian, iaitu faktor, pengeluaran dan penggunaan. Melalui pembahagian ini mereka mengukur prestasi kecekapan teknikal, keberkesanan teknikal dan keberkesanan perkhidmatan.

Rajah 1 menunjukkan cadangan model APD dua peringkat bagi penilaian prestasi industri bekalan air di Malaysia, berdasarkan kajian Chiou *et al.* (2010) dan Zhu (2011).



Rajah 1: Carta aliran model APD dua peringkat perkhidmatan bekalan air
 Sumber: Diubah suai daripada Chio *et al.* (2010) dan Zhu (2011)

3.1 Pemilihan input-output kajian

Pemilihan input dan output bagi kedua-dua peringkat ini dipengaruhi oleh kajian-kajian lepas dalam mengukur kecekapan industri perkhidmatan air. Dua pemboleh ubah input yang telah dipilih bagi peringkat pertama ialah perbelanjaan operasi dan juga bilangan pekerja. Perbelanjaan operasi merangkumi semua perbelanjaan operasi bagi menghasilkan air terawat dan juga kos untuk membekalkan air kepada pengguna. Bilangan pekerja pula mewakili tenaga kerja yang tersedia bagi sesebuah syarikat perkhidmatan air.

Seterusnya, pemboleh ubah bagi pengukuran pertengahan merupakan output bagi peringkat pertama yang juga akan menjadi input bagi peringkat kedua. Pemboleh ubah pengukuran pertengahan tersebut adalah pengeluaran air, bilangan sambungan dan panjang paip. Pengeluaran air di sini bermaksud kuantiti air terawat yang telah dihasilkan daripada loji rawatan, manakala bilangan sambungan dan panjang paip pula menggambarkan saiz skala rangkaian pengagihan air terawat kepada pengguna. Peringkat pertama model APD ini mewakili pengukuran bagi kecekapan teknikal atau operasi bagi utiliti-utiliti air. Kecekapan teknikal tersebut adalah kecekapan dari segi penggunaan kos operasi serta tenaga kerja untuk menghasilkan kuantiti air terawat serta pengagihan air tersebut kepada pengguna.

Seterusnya, dua pemboleh ubah output di peringkat kedua pula merupakan hasil yang dikeluarkan pada peringkat pertengahan model ini, iaitu jumlah pendapatan dan juga kuantiti air yang diterima pengguna. Dengan kata lain, pengagihan air terawat kepada pengguna akan menghasilkan jumlah pendapatan kepada organisasi utiliti tertakluk kepada jumlah kuantiti air yang telah sah diterima serta dibilkan kepada pengguna. Ini mewakili keberkesanan sesebuah organisasi dalam perkhidmatan bekalan air tersebut.

Data bagi 14 buah negeri yang menghasilkan dan membekalkan air kepada pengguna pada tahun 2012 telah diperolehi daripada laporan *Malaysia Water Industry Guide* 2013. Jadual 1 menunjukkan spesifikasi model APD serta ringkasan statistik bagi data tahun 2012.

Jadual 1: Spesifikasi model APD dan ringkasan statistik bagi data 2012

Item	Input		Pertengahan			Output	
	Perbelanjaan Operasi (RM)	Bilangan pekerja	Kuantiti pengeluaran air (m ³)	Bilangan sambungan	Panjang paip (km)	Jumlah pendapatan (RM)	Air diterima pengguna (m ³)
Min	288,430	1,343	366,301	488,064	9,607	334,639	248,511
Sisihan Piawai	381,472	1,184	375,492	463,950	6,918	467,055	256,992
Maksimum	1,492,742	4,771	15,77,726	1,841,162	26,656	1,808,885	1,056,089
Minimum	20,027	158	21,064	15,667	493	16,422	16,764

Dalam kajian ini, model CCR Analisis Penyampulan Data yang diasaskan oleh Charnes *et al.* (1978) digunakan secara berasingan untuk menilai dan mengukur skor kecekapan dan keberkesanan bagi 14 buah negeri di Malaysia yang menghasilkan dan membekalkan air kepada pengguna. Pada peringkat pertama, model CCR berorientasikan input digunakan untuk menentukan skor kecekapan produktif setiap negeri. Kecekapan produktif ini bermaksud mengukur kejayaan firma dalam mengurangkan jumlah input yang diperlukan untuk menghasilkan satu set output. Kemudian, pada peringkat kedua model CCR berorientasikan output dipilih untuk menganalisis keberkesanan perkhidmatan, iaitu dengan mengukur kejayaan firma dalam meningkatkan lagi bilangan maksimum pengguna untuk menjana lebih banyak pendapatan menggunakan kuantiti sumber input yang minimum.

Zhu (2011) juga menggunakan model CCR yang berasingan dalam kajiannya, iaitu untuk menganalisis kecekapan dan keberkesanan syarikat penerbangan di Amerika Syarikat. Menurut beliau, matlamat utama kajiannya adalah untuk meminimumkan input pada peringkat pertama, iaitu kos dan penggunaan bahan bakar apabila diberi faktor muatan dan saiz armada di peringkat pertengahan. Seterusnya, pada peringkat kedua faktor muatan dan saiz armada ini digunakan sebagai sumber untuk menjana keuntungan sesebuah syarikat penerbangan.

Konsep yang sama turut diaplikasikan dalam kajian ini untuk memperoleh skor kecekapan dan keberkesanan sekali gus mencapai objektif yang telah ditetapkan. Di peringkat pertama, iaitu peringkat pengeluaran air, model berorientasikan input dipilih kerana dijangkakan pihak pengurusan air lebih berminat untuk mengurangkan kos perbelanjaan operasi yang digunakan dalam menghasilkan air terawat untuk memenuhi permintaan pengguna. Bagi peringkat kedua pula, pengeluaran air di peringkat pertama; dipanggil faktor pengukuran pertengahan, akan disalurkan kepada pengguna dan penggunaan yang sah haruslah dimaksimumkan supaya dapat menjana pendapatan yang maksimum kepada pihak pengurusan. Dengan itu, model berorientasikan output dilihat lebih sesuai untuk objektif ini.

Bagi menganalisis peringkat pertama, model CCR berorientasikan input yang digunakan adalah seperti berikut:

Meminimum z_0

tertakluk kepada

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^{14} \lambda_k x_{ik} - z_0 x_{ik_0} &\leq 0, \quad i = 1, 2, 3; \\ \sum_{k=1}^{14} \lambda_k y_{jk} - y_{jk_0} &\geq 0, \quad i = 1, 2, 3; \text{ dan} \\ \lambda_k &\geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

dengan

- z_0 = fungsi objektif
- λ_k = pemberat dual bagi negeri k
- y_{jk} = jumlah output j dari unit k
- x_{ik} = jumlah input i dari unit k
- y_{ik_0} = jumlah output j dari unit k_0
- x_{ik_0} = jumlah input i dari unit k_0
- i = bilangan input
- j = bilangan output
- k = negeri

Seterusnya, untuk menganalisis peringkat kedua, model CCR berorientasikan output seperti model (2) digunakan untuk menilai dan mengukur skor keberkesanan UPK yang telah dicadangkan dalam kajian ini, iaitu sebanyak 14 buah negeri.

$$\text{Memaksimum } h_0 = z_0 + \varepsilon \sum_{j=1}^n t_j + \varepsilon \sum_{i=1}^m s_i,$$

tertakluk kepada

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^p \lambda_k x_{ik} - s_i &= x_{ik_0}, \quad i = 1, 2, \dots, m; \\ \sum_{k=1}^p \lambda_k y_{jk} &= z_0 y_{jk_0} - t_j, \quad j = 1, 2, \dots, n; \text{ dan} \\ \lambda_k, s_i, t_j &\geq 0 \quad \forall k, i, j \text{ \& } z_0 \text{ tiada kekangan} \end{aligned} \quad (2)$$

dengan

- z_0 = fungsi objektif
- λ_k = pemberat dual bagi negeri k
- y_{jk} = jumlah output j dari unit k
- x_{ik} = jumlah input i dari unit k
- y_{ik_0} = jumlah output j dari unit k_0

- x_{ik_0} = jumlah input i dari unit k_0
- w_j = pemberat yang diberikan kepada output j
- v_i = pemberat yang diberikan kepada input i
- s_i = pemboleh ubah laluan yang diberikan kepada input i
- t_j = pemboleh ubah laluan yang diberikan kepada output j
- p = bilangan unit
- n = bilangan output
- m = bilangan input
- ϵ = nombor positif yang kecil
- k = negeri.

Model (1) dan model (2) tersebut merupakan model asas APD yang telah diasaskan oleh Charnes *et al.* (1978).

Seterusnya, berdasarkan kajian oleh Ho dan Zhu (2004) serta Neely dan Wheelock (1995), skor prestasi keseluruhan bagi model APD dua peringkat boleh ditentukan dengan mendarabkan skor kecekapan (peringkat pertama) dan skor keberkesanan (peringkat kedua) seperti persamaan (3) yang berikut:

$$\text{Prestasi Keseluruhan} = \text{Skor Kecekapan} \times \text{Skor Keberkesanan} \quad (3)$$

Bagi tujuan perbandingan, prestasi keseluruhan yang diperoleh dari persamaan (3) akan dibandingkan dengan skor kecekapan menggunakan model APD satu peringkat yang asas, yang mana inputnya adalah perbelanjaan operasi dan bilangan pekerja, manakala outputnya pula adalah jumlah pendapatan serta kuantiti air yang diterima pengguna.

4. Dapatan Kajian

Analisis skor kecekapan dan keberkesanan yang dijalankan dalam kajian ini dapat menggambarkan tahap kecekapan dan keberkesanan 14 buah negeri di Malaysia dalam menghasilkan dan membekalkan air bersih kepada pengguna. Di samping itu, analisis ini juga dapat memberikan skor prestasi keseluruhan bagi setiap UPK, iaitu negeri yang terlibat dengan persamaan (3) serta perbandingannya jika menggunakan model APD asas satu peringkat. Jadual 2 menunjukkan skor-skor dan juga pangkat setiap UPK bagi setiap peringkat berserta prestasi keseluruhan dan pangkat bagi setiap negeri.

Jadual 2: Skor kecekapan dan keberkesanan serta prestasi keseluruhan bagi 2012

Negeri	Peringkat 1: Kecekapan	Pangkat Peringkat 1	Peringkat 2: Keberkesanan	Pangkat Peringkat 2	Prestasi Keseluruhan	Pangkat Prestasi Keseluruhan
Johor	1	6	1	3	1	1
Kedah	0.888	11	0.625	11	0.555	12
Kelantan	1	5	0.585	12	0.585	10
Labuan	1	6	1	1	1	1
Melaka	1	6	0.979	6	0.98	4
Negeri Sembilan	0.777	13	0.748	10	0.58	11
Pulau Pinang	1	2	1	1	1	1
Pahang	0.923	9	0.571	13	0.527	13
Perak	1	2	0.876	7	0.876	6

bersambung...

...sambungan

Perlis	1	4	0.419	14	0.419	14
Sabah	0.729	14	0.986	5	0.719	9
Sarawak	0.903	10	0.871	8	0.786	7
Selangor	0.887	12	1	4	0.887	5
Terengganu	1	1	0.781	9	0.781	8
Purata	0.936		0.817		0.764	

Berdasarkan hasil pada peringkat pertama yang mengukur dan menilai skor kecekapan bagi setiap UPK, didapati lapan UPK atau negeri yang cekap, iaitu menghasilkan skor kecekapan bersamaan dengan satu. Lapan buah negeri ini adalah Johor, Kelantan, Labuan, Melaka, Pulau Pinang, Perak, Perlis dan Terengganu. Sementara itu, negeri-negeri lain juga mempunyai prestasi yang agak tinggi dan purata skor bagi 14 buah negeri yang terlibat adalah 0.9362. Dapatan analisis ini menunjukkan bahawa sektor perkhidmatan bekalan air di Malaysia pada tahun 2012 adalah cekap daripada segi pengurusan kos perbelanjaan operasi dan sumber tenaga kerja yang ada dalam mengeluarkan air terawat bagi memenuhi permintaan pengguna.

Seterusnya pada peringkat kedua, skor keberkesanan menunjukkan hanya empat buah negeri yang cekap (berkesan), iaitu Johor, Labuan, Pulau Pinang dan Selangor manakala negeri-negeri lain menunjukkan skor yang agak rendah jika dibandingkan dengan skor kecekapan yang telah di analisis pada peringkat pertama. Ini dibuktikan dengan nilai purata bagi skor keberkesanan bagi setiap negeri yang terlibat, iaitu 0.817. Melihat dari dapatan analisis, negeri Perlis, Pahang dan Kelantan yang mempunyai skor kecekapan tinggi pada peringkat pengeluaran air terawat tetapi jatuh merudum pada peringkat kedua. Negeri-negeri tersebut amat tidak berkesan dalam pengagihan air terhadap pengguna atau, dalam erti kata lain, kegagalan negeri-negeri tersebut dalam mengutip semula bayaran semula air terhasil daripada pengguna. Jumlah air tidak hasil ketiga-tiga buah negeri tersebut adalah amat tinggi jika dilihat daripada data asal membuktikan negeri-negeri tersebut tidak berkesan dalam mencapai objektif untuk memaksimumkan pengagihan air kepada pengguna secara sah, seterusnya memperoleh pulangan pendapatan yang maksimum.

Merujuk kepada Jadual 2, terdapat tiga buah negeri, iaitu Johor, Labuan dan Pulau Pinang yang mempamerkan amalan terbaik dalam kedua-dua peringkat, iaitu peringkat pertama (kecekapan) dan peringkat kedua (keberkesanan). Prestasi keseluruhan bagi ketiga-tiga buah negeri tersebut amat memberangsangkan kerana berjaya dalam menguruskan operasi pengeluaran air terawat dengan cekap serta berkesan dalam memaksimumkan pendapatan negeri dengan pengumpulan bayaran balik hasil daripada nilai air hasil yang tinggi. Skor keberkesanan yang tinggi ini juga boleh dijadikan ukuran tahap keberkesanan negeri-negeri tersebut dalam mengawal kehilangan air terawat semasa pengagihan air kepada pengguna. Purata skor prestasi keseluruhan bagi 14 buah negeri yang terlibat juga agak memuaskan, iaitu 0.7639. Namun begitu prestasi yang memberangsangkan ini adalah sumbangan daripada kecekapan utiliti-utiliti tersebut di peringkat pertama berbanding dengan nilai keberkesanan di peringkat kedua.

Seterusnya prestasi keseluruhan dari persamaan (3) dibandingkan dengan skor kecekapan model asas APD satu peringkat dalam Jadual 3. Jadual 3 juga menunjukkan skor kecekapan menggunakan model asas APD satu peringkat bagi tahun 2012. Terdapat enam buah negeri yang cekap, iaitu Johor, Kelantan, Perak, Perlis, Selangor dan Terengganu. Kebanyakan negeri-negeri lain juga menunjukkan skor kecekapan yang tinggi, iaitu secara puratanya 0.873, kecuali Labuan yang menunjukkan skor kecekapan kurang dari pada 50%.

Seterusnya, jika dibandingkan dengan prestasi keseluruhan menerusi persamaan (3), hanya tiga buah negeri yang mencapai kecekapan penuh. Pulau Pinang adalah tidak cekap

sepenuhnya jika menggunakan model asas APD tetapi menunjukkan cecap sepenuhnya apabila dianalisis secara berasingan untuk skor kecekapan dan skor keberkesanan serta memberikan skor prestasi keseluruhan yang juga cecap sepenuhnya.

Berbeza pula dengan Labuan yang mendapat skor terendah menerusi model asas APD, namun mendapat skor kecekapan penuh bagi kedua-dua peringkat, begitu juga skor prestasi keseluruhan. Dapat dilihat di sini, dengan mengkategorikan kesemua faktor sebagai hanya input dan output sahaja dalam model asas APD mungkin tidak dapat mengenal pasti faktor ketidakcekan secara lebih spesifik.

Jadual 3: Skor kecekapan model APD satu peringkat bagi 2012

Negeri	Skor Kecekapan	Pangkat
Johor	1	1
Kedah	0.911	8
Kelantan	1	1
Labuan	0.401	14
Melaka	0.783	12
Negeri Sembilan	0.683	13
Pulau Pinang	0.958	7
Pahang	0.872	9
Perak	1	1
Perlis	1	1
Sabah	0.797	11
Sarawak	0.821	10
Selangor	1	1
Terengganu	1	1
Purata	0.873	

5. Kesimpulan

Tujuan utama kajian ini dijalankan adalah untuk mengukur dan menilai skor kecekapan dan keberkesanan serta seterusnya memilih utiliti air yang menghasilkan dan membekalkan air bersih yang terbaik kepada pengguna di antara empat belas utiliti air di Malaysia. Berdasarkan dapatan kajian, terdapat tiga buah negeri yang mempamerkan amalan terbaik dalam kedua-dua peringkat, iaitu peringkat pertama (kecekapan) dan peringkat kedua (keberkesanan). Ketiga-tiga buah negeri ini menghasilkan skor kecekapan dan keberkesanan bersamaan dengan satu dan sekali gus berada pada pangkat pertama dalam pengukuran prestasi keseluruhan. Ini telah menunjukkan bahawa negeri-negeri tersebut telah menggunakan input dengan sepenuhnya dalam menghasilkan output yang optimum. Di samping itu, pihak pengurusan juga boleh menjalankan pengubahsuaian dan penambahbaikan pada model pengurusan mereka dengan mengambil kira faktor-faktor yang terlibat untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dan memuaskan.

Seperti yang dijelaskan oleh Liang *et al.* (2008), dalam kebanyakan kes bagi model APD, UPK mungkin membentuk struktur multi-peringkat dengan kewujudan langkah-langkah pertengahan. Oleh itu, model asas APD adalah tidak sesuai untuk keadaan dengan struktur multi-peringkat. Dengan mengaplikasikan model APD dua peringkat, ia dapat menjelaskan faktor-faktor penting secara lebih spesifik yang mana tidak dapat diperolehi melalui model APD asas. Kajian ini telah menunjukkan bahawa model APD dua peringkat lebih berkuasa dalam menangani situasi struktur multi-peringkat seperti operasi perkhidmatan bekalan air.

Model tersebut dapat menilai prestasi perkhidmatan bekalan air yang berkaitan dengan proses operasi pengeluaran air dan juga prestasi keberkesanan pengagihan air secara serentak dan lebih menyeluruh.

Rujukan

- Alsharif K., Feroz E.H., Klemer A. & Raab R. 2008. Governance of water supply systems in the Palestinian territories: a data envelopment analysis approach to the management of water resources. *Journal of Environmental Management* **87**: 80-94.
- Anwandter L. & Ozuna T. 2002. Can public sector reform improve the efficiency of public water utilities? *Environment and Development Economics* **7**: 687-700.
- Byrnes P., Grosskopf S. & Hayes K. 1986. Efficiency and ownership: further evidence. *Review of Economics and Statistics* **668**: 337-341.
- Charnes A., Cooper W.W. & Rhodes E. 1978. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research* **2**(6): 429-444.
- Ching T.K. 2012. Malaysian water sector reform. Policy and performance. PhD Thesis. Wageningen University, Netherlands.
- Chiou Y.C., Lawrence W.L. & Barbara T.H.Y. 2010. A joint measurement of efficiency and effectiveness for non-storable commodities: integrated DEA approach. *European Journal of Operational Research* **201**(2): 477-489.
- Garcia-Sanchez I. 2006. Efficiency measurement in Spanish local government: the case of municipal water services. *Review of Policy Research* **23**(2): 355-371.
- Hasnul M.S. 2000. Evaluation of non-revenue water and leakage in public and private water supply systems. PhD Thesis, Heriot-Watt University, Edinburgh, UK.
- Ho C.T. & Zhu D.S. 2004. Performance measurement of Taiwan commercial banks. *International Journal of Productivity and Performance Management* **53**(5): 425-433.
- Kao C. & Hwang S.N. 2008. Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: an application to non-life insurance companies in Taiwan. *European Journal of Operational Research* **185**: 418-429.
- Lambert D., Dichev D. & Raffiee K. 1993. Ownership and sources of inefficiency in the provision of water services. *Water Resources Research* **29**: 1573-1578.
- Lee Y.H. & Casey L. 2009. Efficiency in the Malaysian water industry: a DEA and regression analysis. *17th Annual Conference of the European Association of Environmental and Resource Economists*, Amsterdam, 24-27 June 2009.
- Liang L., Cook W.D. & Zhu J. 2008. DEA models for two-stage processes: game approach and efficiency decomposition. *Naval Research Logistics* **55**: 643-653.
- Malaysian Water Association. 2013. *Malaysian Water Industry Guide 2013*. Kuala Lumpur: Persatuan Air Malaysia.
- Mouzas S. 2006. Efficiency versus effectiveness in business networks. *Journal of Business Research* **59**: 1124-1132.
- Neely M. & Wheelock D. 1997. Why does bank performance vary across states. *Federal Reserve Bank of ST Louis Reviews*: 27-38.
- Ong B.K., Suhaimi A.T. & Ghufuran R. 2007. Establishment of performance indicators for water supply services industry in Malaysia. *Malaysian Journal of Civil Engineering* **19**(1): 73-83.
- Popovic G. & Martic M. 2005. Two-stage DEA use for assessing efficiency and effectiveness of micro-loan programme. *Proceedings of The Balkan Conference on Operational Research "BACOR 05" Constanta, Romania*.
- Saleh H., Hosseinzadeh L.F., Toloie E.A. & Shafiee M. 2012. A new two stage DEA model for bank branch performance evaluation. *African Journal of Business Management* **6**(24): 7230-7241.
- Shavazipour B. 2014. Measuring efficiency and effectiveness for non-storable commodities: a mixed separate data envelopment analysis approaches with real and fuzzy data. *International Journal of Data Envelopment Analysis and Operational Research* **1**(1): 1-11.
- Susila M. 2009. Efficiency and ownership in water supply: evidence from Malaysia. *International Review of Business Research Paper* **5**(6): 148-260.
- Tsolas I.E. 2010. Modeling bank branch profitability and effectiveness by means of DEA. *International Journal of Productivity and Performance Management* **59**(5): 432-451.
- Yu M.M. & Lee B.C.Y. 2009. Efficiency and effectiveness of service business: evidence from international tourist hotels in Taiwan. *Tourism Management* **30**: 571-580.
- Zhu J. 2011. Airlines performance via two-stages network DEA approach. *Journal of CENTRUM Cathedra* **4**(2): 260-269.

*Pusat Pengajian Statistik dan Sains Pemutusan
Fakulti Sains Komputer dan Matematik
Univeriti Teknologi MARA (UiTM)
40450 Shah Alam
Selangor DE, MALAYSIA
Mel-e: norbaizura@tmsk.uitm.edu.my**

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

* Penulis untuk dihubungi