

PENGUNAAN *SPREADSHEET* DALAM PENGAJARAN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN

Lucky E. Santoso
Universitas Tarumanagara, Jakarta
Jl. Letjen S. Parman No. 1 Jakarta
lesantoso@yahoo.com

Abstrak

Orientasi mata kuliah Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dalam kurikulum Sistem Informasi (SI) tradisional adalah pada survei dan bukan pada penerapan. Dilakukan tinjauan pustaka yang dipusatkan pada percobaan penggunaan *spreadsheet* dalam pengajaran SPK berorientasi terapan untuk mahasiswa peminatan SI atau ekuivalennya. Tinjauan tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa menganggap bahan yang diberikan dalam pengajaran tersebut menarik dan bermanfaat bagi mereka setelah nantinya lulus. Berdasarkan hal ini, penggunaan *spreadsheet* dalam pengajaran SPK untuk mahasiswa peminatan SI atau ekuivalennya dianggap layak untuk dipertimbangkan oleh staf pengajar yang selama ini mengajarkan mata kuliah tersebut secara tradisional. Suatu dokumen *spreadsheet* juga telah dibuat dan diusulkan sebagai salah satu bahan yang dapat digunakan dalam demonstrasi kelas atau tugas mahasiswa.

Kata kunci: *Spreadsheet*, Pengajaran, Sistem Pendukung Keputusan

Pendahuluan

Orientasi mata kuliah Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dalam kurikulum Sistem Informasi (SI) tradisional adalah pada survei dan bukan pada penerapan. Ini terlihat dari isi buku teks mata kuliah tersebut (Mallach 2000; Marakas 1999; Turban dan Aronson 2001). Suatu SPK seharusnya memberikan akses ke data, model, dan pengetahuan untuk penggunaannya melalui antarmuka yang mudah digunakan (Turban dan Aronson 2001). Secara tradisional, salah satu hambatan terbesar dalam upaya mengajarkan SPK terapan adalah ketiadaan alat-alat pengembangan SPK yang terintegrasi dan mudah diperoleh. Namun dengan munculnya produk-produk *spreadsheet* seperti Microsoft Excel (Excel) yang dilengkapi dengan Visual Basic for Applications (VBA) sebagai bahasa pemrogramannya dan Analisis ToolPak sebagai alat analisis datanya, praktis tersedia semua alat-alat pemrograman, basis data, pemodelan, analisis data, dan antar muka yang diperlukan untuk mengembangkan SPK (Ragsdale 2001; Ben-Zvi 2007).

Penggunaan *spreadsheet* dalam pengajaran SPK seharusnya akan memberi manfaat

tambahan bagi mahasiswa, yaitu keahlian *spreadsheet* yang telah diperoleh akan dapat segera diterapkan dalam lingkungan bisnis. Ini dimungkinkan oleh popularitas dan ketersediaan aplikasi *spreadsheet* yang luas (Palocsay dan Markham 2002). SPK yang dikembangkan dengan menggunakan *spreadsheet* juga memiliki peluang untuk diterima dalam lingkungan bisnis, sebab penelitian menunjukkan bahwa para pengguna akhir yang sudah terbiasa dengan *spreadsheet* cenderung untuk tidak mau menggunakan perangkat lunak spesifik meskipun perangkat lunak spesifik itu lebih tepat untuk tugas yang mereka hadapi (Ragsdale 2001).

Sejumlah kalangan menilai bahwa suatu SPK yang berbasis *spreadsheet* adalah suatu SPK yang terlampaui sederhana. Namun studi menunjukkan bahwa SPK yang kompleks belum tentu akan memberikan kinerja bisnis yang lebih baik. Lagi pula, penggunaan *spreadsheet* memiliki keunggulan dari sisi pendidikan, yaitu bahwa pada masa kini kebanyakan mahasiswa sudah akrab dengan *spreadsheet*, sehingga mahasiswa dimungkinkan untuk

secara cepat dapat menggunakannya dalam pengembangan SPK (Ben-Zvi 2007).

Untuk meninjau keefektifan penggunaan *spreadsheet* dalam pengajaran SPK terapan yang sesungguhnya, akan dilakukan suatu tinjauan terhadap pengalaman beberapa staf pengajar yang pernah menjalankannya.

Tinjauan Teori

Beberapa staf pengajar dari sejumlah perguruan tinggi (Wehrs 2000; Ragsdale 2001; Palocsay dan Markham 2002; Isken 2003; Mohamed 2003) telah mencoba menggunakan *spreadsheet* dalam mengajarkan SPK berorientasi terapan untuk mahasiswa S1 peminatan SI atau ekuivalennya, dan telah melaporkan keefektifan pendekatan tersebut.

Wehrs (2000) menjalankan percobaan untuk antara lain mahasiswa S1 peminatan SI di University of Wisconsin-La Crosse. Mata kuliah diajarkan di ruang kelas dan lab komputer. Ringkasan dari silabus yang disusunnya:

1. Pengantar SPK. Diberikan survei SPK.
2. Model dan pemodelan. Digunakan model aljabar sederhana dalam konteks bisnis; model yang rumit seperti optimisasi tidak digunakan di sini.
3. Pengantar dan pemrograman VBA. Merekam makro Excel digunakan dan kode VBA yang dihasilkan kemudian diamati.
4. Perancangan *spreadsheet* SPK. Prinsip pemisahan data dan model diterapkan.
5. Pengembangan *spreadsheet* SPK. Akurasi hasil komputasi ditingkatkan.
6. Analisis *spreadsheet* SPK. Skenario, analisis kepekaan, dan *goal-seeking* dibahas.
7. Manajemen data *spreadsheet* SPK. Digunakan Microsoft Query dan Pivot Table yang kemampuannya dapat ditingkatkan dengan kode VBA.
8. Grafik data.
9. Antarmuka *spreadsheet* SPK. Form dan validasi input Excel dimanfaatkan.

Wehrs mendapat kesan bahwa mahasiswa peminatan SI tidaklah kuat dalam pemodelan tetapi mempunyai keahlian dalam manajemen data, pemrograman, dan pengembangan antarmuka.

Ragsdale (2001) menjalankan percobaan untuk antara lain mahasiswa S1 peminatan SI di Virginia Tech, Blacksburg, Virginia. Mata kuliah diajarkan antara lain di ruang kelas dengan demonstrasi. Ringkasan dari silabus yang disusunnya:

1. Tinjauan umum SPK dan penjelasan umum tentang bagaimana Excel, VBA, dan aplikasi-aplikasi lain bisa diintegrasikan untuk mengembangkan SPK.
2. Sintaks VBA, merekam makro Excel, dan menggunakan editor VBA.
3. Model objek Excel, terutama objek Range.
4. Komponen model dari SPK. Pengendalian alat optimisasi, simulasi, dan peramalan pada Excel melalui VBA.
5. Komponen data dari SPK. Mengakses basis data eksternal dari Excel lewat Data Access Object (DAO), Structured Query Language (SQL), dan Pivot Table (secara manual maupun programatis lewat VBA).
6. Komponen antarmuka dari SPK. Pengaturan antarmuka pada Excel. Menggunakan Microsoft Word sebagai alat generator laporan melalui VBA.

Sebagai proyek akhir, mahasiswa diminta mengembangkan suatu SPK atas ide mereka sendiri. Ragsdale menangkap kesan bahwa mahasiswa S1 peminatan SI kurang memiliki pengalaman bisnis nyata sehingga mereka sulit melontarkan ide untuk proyek mereka. Mahasiswa juga menganggap pemrograman model objek sebagai suatu hal yang menarik.

Palocsay dan Markham (2002) menjalankan percobaan untuk mahasiswa S1 peminatan Sistem Informasi Komputer di James Madison University, Harrisonburg, Virginia. Mata kuliah diajarkan di lab komputer. Ringkasan dari silabus yang mereka susun:

1. Tutorial Excel
2. Merekam dan menjalankan makro; menggunakan editor VBA
3. Perancangan makro; acuan relatif
4. Model objek Excel; browser objek; auto list
5. Objek Range
6. Objek Chart
7. Statemen perulangan dan seleksi
8. Fungsi buatan sendiri

9. Perumusan dan penyelesaian model pemrograman linear
10. Kontrol ActiveX; User Form; mengembangkan SPK

Sebagai proyek akhir, mahasiswa diminta mengembangkan SPK berbasis model pemrograman linear yang interaktif. Palocsay dan Markham mencatat bahwa kelemahan mahasiswa ada pada konsep orientasi objek, struktur kendali pemrograman, dan *debugging*. Namun hampir semua mahasiswa memandang bahwa materi yang mereka pelajari ini akan bermanfaat di kemudian hari.

Isken (2003) menjalankan percobaan untuk antara lain mahasiswa S1 peminatan Sistem Informasi Manajemen di Oakland University, Rochester, Michigan. Mata kuliah diajarkan di lab komputer. Dibuat tiga modul pengajaran yang memungkinkan mahasiswa menjelajahi konsep-konsep SPK sambil membiasakan diri dengan fitur-fitur tingkat lanjut dari Excel:

1. *Data warehousing*. Mahasiswa berusaha menemukan struktur dalam file teks yang diimpor dan mengekstraksi data darinya dengan menggunakan antara lain fungsi VBA buatan sendiri.
2. *Online analytical processing (OLAP)*. Mahasiswa menggunakan Pivot Table dan Pivot Chart.
3. Pemodelan keputusan. Mahasiswa menyelesaikan model antrian multiserver dengan kode VBA dan model penjadwalan karyawan dengan Solver.

Sebagai proyek akhir, mahasiswa diminta mengembangkan suatu SPK berbasis Excel lengkap dengan antarmuka. Sebagai hasil minimal dari mata kuliah ini, menurut Isken, mahasiswa meninggalkan kelas sebagai pengguna Excel tingkat lanjut.

Mohamed (2003) menjalankan percobaan untuk antara lain mahasiswa S1 peminatan Sistem Informasi Manajemen di California State University-Northridge. Mata kuliah mencakup komponen-komponen dan metodologi pengembangan SPK dengan menggunakan Excel dan VBA. Dua proyek kelompok diberikan. Dalam proyek pertama, kelompok

diminta mempresentasikan analisis terhadap sejumlah aplikasi SPK yang telah ada dan juga mendemonstrasikannya di kelas. Dalam proyek kedua, kelompok mengembangkan suatu SPK spesifik yang berbasis model, lengkap dengan antarmuka yang mudah digunakan. Mohamed menilai penggunaan Excel dan VBA dalam mata kuliah ini efektif. Mahasiswa mempelajari fitur-fitur Excel secara antusias dan berkeyakinan bahwa analisis yang mereka kerjakan dalam mata kuliah serupa dengan yang akan mereka hadapi setelah lulus. Dalam mengajarkan SPK, Mohamed menganjurkan agar staf pengajar menggunakan lab komputer dan memberikan tugas *spreadsheet* secara berkala.

Percobaan sejenis di tingkat pascasarjana juga telah dilakukan, antara lain oleh Tatnall and Burgess (2007) di program S2 bisnis Victoria University, Melbourne, Australia selama beberapa tahun. Tatnall and Burgess tidak mengajarkan SPK melainkan mata kuliah-mata kuliah SI yang memuat pengenalan ke SPK sebagai salah satu pokok bahasan. Dalam pokok bahasan tersebut mereka menggunakan SPK berbasis antara lain Excel dan VBA yang mereka buat sendiri untuk permasalahan yang relevan dengan mata kuliah yang bersangkutan. Mereka menganjurkan mahasiswa untuk mempelajari dan memodifikasi SPK tersebut. Mahasiswa berpendapat bahwa mereka mendapatkan pengalaman yang sangat berharga dan bisa mempelajari lebih banyak hal dengan cara tersebut daripada dengan cara sekedar memperoleh penjelasan tentang SPK atau sekedar mengamati bekerjanya SPK-SPK komersial.

Pembahasan

Tinjauan pustaka di atas secara umum menunjukkan bahwa mahasiswa menganggap bahan yang diberikan dalam pengajaran tersebut menarik dan bermanfaat bagi mereka setelah nantinya lulus. Berdasarkan hal ini, penggunaan *spreadsheet* dalam pengajaran SPK untuk mahasiswa peminatan SI atau ekuivalennya dianggap layak untuk dipertimbangkan oleh staf pengajar yang selama ini mengajarkan mata kuliah tersebut secara tradisional. Staf pengajar yang ingin mengadopsi SPK terapan ini dapat memanfaatkan pengalaman penyusunan silabus

dalam tinjauan pustaka di atas sebagai pertimbangan. Sebagian besar dari pengalaman mengajar di atas dilakukan di lab komputer dengan jumlah mahasiswa yang terbatas. Namun jika lab tidak dapat disediakan barangkali cara yang ditempuh Ragsdale (2001) bisa dipakai, yaitu kombinasi antara demonstrasi di kelas dan tugas-tugas rumah. Jika terdapat kesenjangan yang cukup besar dalam hal keahlian *spreadsheet* di antara para mahasiswa, barangkali cara yang ditempuh Regan (2006) bisa dipakai, yaitu pembuatan bahan-bahan *online* (berisi antara lain penjelasan langkah demi langkah mengenai demonstrasi kelas) yang dapat diakses di luar kelas oleh para mahasiswa yang kurang memiliki keahlian *spreadsheet*.

Permainan atau simulasi bisnis, sebagaimana dilakukan oleh Ben-Zvi (2007) bersama para mahasiswa MBA, juga dapat dipertimbangkan untuk disisipkan dalam pengajaran. Dalam simulasi bisnis tersebut, kelompok-kelompok mahasiswa berperan sebagai perusahaan-perusahaan yang saling berkompetisi dan tiap kelompok dimotivasi untuk mengembangkan SPK sendiri demi membantu pengambilan keputusan yang dilakukan oleh kelompok tersebut. Kebanyakan kelompok memilih untuk menggunakan *spreadsheet* dalam mengembangkan SPK.

Salah satu buku teks yang dapat dimanfaatkan adalah *VBA for modelers: Developing decision support systems with Microsoft Excel* oleh C. S. Albright (Isken 2003; Mohamed 2003; Palocsay dan Markham 2002). Anderson (2001) menilai bahwa buku yang terdiri atas tutorial pemrograman dan contoh-contoh pengembangan aplikasi VBA ini bagus untuk dipelajari oleh mahasiswa SPK. Sebagai alternatif adalah buku teks karya Şeref dan Ahuja (2007), *Developing spreadsheet-based decision support systems*. Selain membahas VBA, buku ini juga mengulas fitur-fitur Excel dasar seperti Pivot Table maupun fitur-fitur lanjut seperti analisis statistik, Solver, simulasi, dan penanganan data berukuran besar. Pada bagian akhir buku ini terdapat sejumlah studi kasus. Sebagai pelengkap, dapat dimanfaatkan tutorial-tutorial singkat seperti yang dibuat Stein (2000) mengenai dasar-dasar VBA

yang bisa dipelajari melalui kode yang dihasilkan oleh perekaman makro Excel.

Dalam pemilihan studi kasus, cara yang ditempuh oleh Regan (2006) di suatu program MBA bisa dipertimbangkan untuk dipakai. Di kelas Regan, yang juga merupakan seorang praktisi, mahasiswa memusatkan perhatian pada satu studi kasus saja, namun studi kasus yang didasarkan pada suatu proyek nyata ini berkembang secara bertahap dan dikerjakan secara iteratif. Regan berpendapat bahwa pendekatan ini lebih mendekati situasi profesional.

Sebagai alternatif, dapat dipakai sejumlah studi kasus kecil yang relatif tidak tergantung satu sama lain. Berkenaan dengan alternatif tersebut, sumber-sumber di bawah ini dapat dipertimbangkan untuk dimanfaatkan. Dalam laporannya, Isken (2003) menyediakan dua modul yang digunakannya di kelas, yaitu modul *data warehousing* yang menggunakan antara lain fungsi-fungsi Excel dan fungsi VBA buatan sendiri serta modul OLAP yang menggunakan antara lain Pivot Table dan Pivot Chart. Mohamed (2003) menyediakan kode VBA yang dikembangkan oleh mahasiswanya sebagai proyek, yaitu untuk analisis penyewaan mobil, campuran produk, portofolio saham, dan penentuan lokasi. Beberapa proyek memanfaatkan pengendalian Solver lewat kode VBA. Palocsay dan Markham (2002) menyediakan fungsi-fungsi VBA buatan sendiri untuk sistem antrian multiserver dan peramalan dengan *moving average*. Dalam situs untuk buku teks karya Şeref dan Ahuja (2007), www.dssbooks.com, terdapat sejumlah dokumen *spreadsheet* yang berkaitan dengan sejumlah studi kasus, baik yang dimasukkan maupun yang tidak dimasukkan dalam buku teks mereka.

Sebagai salah satu kasus survei dalam buku teks yang ditulisnya, Mallach (2000) mengajukan SPK yang menggunakan model Black-Scholes untuk menghitung harga opsi (*options*) teoretis (Dokumen *spreadsheet* untuk menghitung harga opsi bisa didapatkan misalnya di www.dssbooks.com). SPK seperti ini dapat mendukung para pedagang opsi dalam keputusan jual beli mereka. Diilhami oleh kasus tersebut, penulis membuat suatu dokumen *spreadsheet* yang mengandung kode VBA

untuk menghitung harga waran (*warrants*), yaitu produk keuangan lain yang memiliki karakteristik hampir serupa dengan opsi. Diharapkan dokumen ini juga dapat menambah perbendaharaan bahan yang dapat digunakan dalam demonstrasi kelas atau tugas mahasiswa.

Waran adalah hak untuk membeli sejumlah saham pada harga yang telah ditentukan (yaitu harga pelaksanaan atau *exercise*) dan dalam jangka waktu yang telah ditentukan (yaitu sebelum jatuh tempo atau *expiration*). Definisi ini sangat mirip dengan definisi opsi, sehingga wajar jika model yang biasa digunakan untuk menghitung harga opsi, seperti model Black-Scholes, digunakan juga untuk menghitung harga waran. Namun terdapat perbedaan yang penting antara opsi dengan waran, yaitu opsi diterbitkan oleh perusahaan sedangkan waran diterbitkan oleh perusahaan: jika waran dilaksanakan, jumlah saham beredar akan bertambah sehingga ekuitas perusahaan terdilusi. Ini berarti bahwa model yang disesuaikan terhadap dilusi seharusnya akan lebih tepat untuk menghitung harga waran.

Model Black-Scholes dinyatakan oleh rumus:

$$C = SN(d_1) - Xe^{-rt}N(d_2)$$

di mana

C = harga opsi

S = harga saham

T = waktu hingga jatuh tempo opsi

X = harga pelaksanaan opsi

r = tingkat suku bunga bebas risiko

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

$N(x)$ = distribusi normal kumulatif pada x

σ = volatilitas dari harga saham S .

Penyesuaian rumus di atas terhadap dilusi dapat dilakukan lewat modifikasi berikut (Hull 1993),

1. Harga saham S digantikan dengan $S + \frac{M}{N}W$

2. Volatilitas σ dianggap sebagai volatilitas dari $S + \frac{M}{N}W$

3. Rumus dikalikan dengan $\frac{N}{N+M}$,

di mana W adalah harga waran, N adalah jumlah saham beredar, dan M adalah jumlah waran beredar. Hasil modifikasi tersebut akan berupa rumus untuk W yang tergantung pada W . Rumus ini dapat diselesaikan dengan pencarian akar secara iteratif.

Implementasi dari rumus Black-Scholes yang dimodifikasi tersebut berupa fungsi VBA buatan sendiri yang diperlihatkan pada Gambar 1. Sebagai pencari akar digunakan metode secant yang cukup efisien. Keterangan lebih lanjut mengenai metode secant ini dapat diperoleh di buku-buku teks metode numeris, misalnya karya Chapra dan Canale (1998).

Kesimpulan

Telah dilakukan tinjauan literatur yang dipusatkan pada percobaan penggunaan *spreadsheet* dalam pengajaran SPK berorientasi terapan untuk mahasiswa peminatan SI. Tinjauan ini menunjukkan bahwa para mahasiswa antusias mempelajari teknik-teknik baru yang diperkenalkan dalam mata kuliah dan berkeyakinan bahwa kegiatan yang mereka lakukan dalam mata kuliah akan bermanfaat bagi mereka setelah lulus.

Berdasarkan hal ini, penggunaan *spreadsheet* dalam pengajaran SPK untuk mahasiswa peminatan SI atau ekuivalennya dianggap layak untuk dipertimbangkan oleh staf pengajar yang selama ini mengajarkan mata kuliah tersebut secara tradisional.

Suatu dokumen *spreadsheet* untuk menghitung harga waran juga telah dibuat dan diusulkan sebagai salah satu bahan yang dapat digunakan dalam demonstrasi kelas atau tugas mahasiswa.

```
'**** Function to calculate warrant price using ***
'**** Dilution-Adjusted Black-Scholes model *****
'**** Copyright (c) Lucky E. Santoso 2000-2003 ****
'**** All rights reserved *****

Public Function CalcWarrantPrice(S As Double, X As Double, _
    T As Double, r As Double, ns As Double, nw As Double, _
    sig As Double) As Double

Dim W As Double, W_old As Double, W_temp As Double
Dim y As Double, y_old As Double

Const ACCURACY As Double = 0.000001

W_old = 0
y_old = W_old - RHS(S, X, T, r, ns, nw, sig, W_old)

W = 1
y = W - RHS(S, X, T, r, ns, nw, sig, W)

While Abs(y) / W >= ACCURACY
    W_temp = W
    W = W - y * (W - W_old) / (y - y_old)
    y_old = y
    y = W - RHS(S, X, T, r, ns, nw, sig, W)
    W_old = W_temp
Wend

CalcWarrantPrice = W

End Function

Private Function RHS(S As Double, X As Double, T As Double, _
    r As Double, ns As Double, nw As Double, sig As Double, _
    W As Double) As Double

Dim SArt As Double, d1 As Double, d2 As Double

SArt = S + W * nw / ns
d1 = (Log(SArt / X) + (r + sig ^ 2 / 2) * T) / (sig * Sqr(T))
d2 = d1 - sig * Sqr(T)
RHS = (ns / (ns + nw)) * (SArt * Application.NormSDist(d1) - _
    X * Exp(-r * T) * Application.NormSDist(d2))

End Function
```

Sumber: Hasil Olahan Data

Gambar 1
Kode VBA untuk menghitung harga waran

Daftar Pustaka

Anderson, J. M., "Review of VBA for modelers: Developing decision support systems with Microsoft Excel", by C. S. Albright. *The Engineering Economist* 46, no. 2, 2001.

Ben-Zvi, T, "Using business games in teaching DSS", *Journal of Information Systems Education* 18, no. 1, 2007.

- Chapra, S. C., and R. P. Canale, “*Numerical methods for engineers: With programming and software applications*”, 3d ed, WCB/McGraw-Hill, Boston, 1998.
- Hull, J. C, “*Options, futures, and other derivative securities*”, 2d ed, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, New Jersey, 1993.
- Isken, M. W, “*Data cleansing and analysis as a prelude to model based decision support*”, *INFORMS Transactions on Education* 3, no. 3, <http://ite.pubs.informs.org/Vol3No3/Isken>, 2003.
- Mallach, E. G, “*Decision support and data warehouse systems*”, Irwin/McGraw-Hill, Boston, 2000.
- Marakas, G. M, “*Decision support systems in the twenty-first century*”, Upper Saddle River, Prentice-Hall, New Jersey, 1999.
- Mohamed, A.-A, “*Teaching decision support systems using spreadsheets*”, *DSS Resources.COM*, <http://www.dssresources.com/papers/features/mohamed/mohamed03142003.html>, 14 Maret 2003.
- Palocsay, S. W., and I. S. Markham, “*Teaching spreadsheet-based decision support systems with Visual Basic for Applications*”, *Information Technology, Learning, and Performance Journal* 20, no. 1, 2002.
- Ragsdale, C. T, “*Teaching management science with spreadsheets: From decision models to decision support*”, *INFORMS Transactions on Education* 1, no. 2, <http://ite.pubs.informs.org/Vol1No2/Ragsdale>., 2001.
- Regan, P. J, “*Professional decision modeling: Practitioner as professor*”, *Interfaces* 36, no. 2, 2006.
- Şeref, M. M. H., and R. K. Ahuja, “*Developing spreadsheet-based decision support systems*”, MA: Dynamic Ideas, Belmont, 2007.
- Stein, J. D, “*Yes, you can program in VBA*”, *Journal of Accountancy* 190, no. 5, 2000.
- Tatnall, A., and S. Burgess, “*Experiences in building and using decision support systems in postgraduate university courses*”, *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management* 2, 2007.
- Turban, E., and J. E. Aronson, “*Decision support systems and intelligent systems*”, 6th ed, Upper Saddle River, Prentice-Hall, New Jersey, 2001.
- Wehrs, W, “*An applied DSS course using Excel and VBA: IS and/or MS? In Proceedings ISECON 2000*”, ed. D. Colton, J. Caouette, and B. Raggad, 602, AITP Foundation for Information Technology Education, 2000.