

INOVASI SMARTFAN DALAM USAHA MENJIMATKAN PENGGUNAAN TENAGA ELEKTRIK DI TEMPAT KERJA (‘SMARTFAN’ – AN ENERGY SAVING INNOVATION FOR WORKPLACE)

Nur Jannah Azman¹, Wan Mohd Rizlan Wan Idris², Alice Shanthy³

^{1,2}*Fakulti Sains Gunaan, Universiti Teknologi MARA Cawangan Negeri
Sembilan, Kampus Kuala Pilah, Pekan Parit Tinggi, 72000, Kuala Pilah, Negeri
Sembilan, MALAYSIA*

³*Akademi Pengajian Bahasa, Universiti Teknologi MARA Cawangan Negeri
Sembilan, Kampus Kuala Pilah, Pekan Parit Tinggi, 72000, Kuala Pilah, Negeri
Sembilan, MALAYSIA*

E-mel: nurjannah@ns.uitm.edu.my

Tarikh terima: 13 November 2018

Tarikh diluluskan: 25 Jun 2019

ABSTRAK

Berdasarkan Pekeliling Naib Canselor Bil 10 Tahun 2016 yang memberikan Garis Panduan Strategi Bajet UiTM Tahun 2017, antara langkah pengurusan kos yang boleh membantu di dalam pengurusan perbelanjaan Ketua PTJ adalah dengan pengurangan perbelanjaan utiliti. Salah satu caranya ialah dengan mengurangkan perbelanjaan elektrik yang berpunca dari penggunaan alat hawa dingin. Melihat kepada fakta pengurusan tenaga di UiTM Cawangan Negeri Sembilan, UiTM kampus Kuala Pilah telah membelanjakan secara purata RM153,028.88 setiap bulan pada tahun 2016. Sehingga Ogos 2016, kos penggunaan elektrik di UiTM Kuala Pilah telah mencecah RM1,224,231.03. Jumlah ini telah melangkaui bajet yang telah diluluskan untuk bil elektrik tahun 2016 yang berjumlah RM 800,000.00 sahaja. Dalam usaha mengurangkan perbelanjaan dan menggalakkan penjimatan, di samping menyahut seruan ‘Kempen Penjimatan Tenaga’ yang dijalankan di peringkat kampus, pelbagai usaha telah dijalankan di setiap unit. Projek inovasi yang membantu dalam menjayakan kempen tersebut adalah projek ‘Smartfan’ yang dijalankan di Unit Pengajian Fizik dan Sains Bahan. Objektif utama projek ini adalah

penghasilan 'smartfan/mini air conditioner' yang ringkas, murah dan menjimatkan tenaga. Di samping itu, aktiviti atau program penghasilan inovasi dan penyelidikan dapat digiatkan dari semasa ke semasa dengan ciptaan inovasi yang baharu yang dapat dipertandingkan di peringkat kebangsaan dan antarabangsa.

Kata kunci: *Garis Panduan Strategi Bajet UiTM Tahun 2017, UiTM Cawangan Negeri Sembilan, SmartFan*

ABSTRACT

Circular 10/2016 issued by UiTM Vice-Chancellor's office comprises a clear guideline for 2017 Strategic Budget Planning. The guidelines can help the Head of PTJ's to plan and take necessary cost effective measures to reduce on utility expenditure especially to counter the rising monthly electricity bills related to the use of air conditioners on campuses. Looking at the figures drawn from the energy management office in UiTM Negeri Sembilan Branch, UiTM Kuala Pilah campus has spent an average of RM153, 028.88 monthly in 2016. As of August 2016, the cost of electricity consumption in UiTM Kuala Pilah has reached RM1,224,231.03. This amount has surpassed the overall approved allocation of RM 800,000.00 for 2016 electricity bill. In order to reduce spending and encourage saving, as well as responding to the 'Energy Savings Campaign' held at the campus level, various efforts have been taken at the departmental levels. One of the innovative products that came about from the campaign is the 'Smartfan' project pioneered by the Physics and Materials Science Unit. The main objective of this project is the production of a "smartfan" or a mini air conditioner which is a simple, cost-effective and an energy saving device. In addition, products and ideas from the campaign can be piloted and taken to innovative, inventions and design contests at national and international levels.

Keywords: *UiTM 2017 Strategic Budget Planning, UiTM Negeri Sembilan Branch, SmartFan*

PENGENALAN

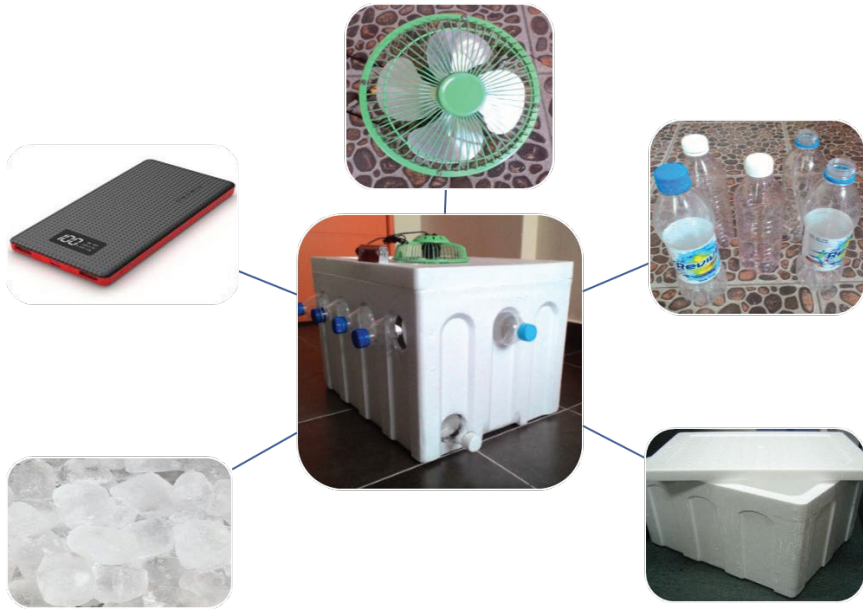
Kerajaan menyedari kebimbangan sektor awam dan swasta terhadap impak ke atas kos pengeluaran serta kos sara hidup akibat kenaikan tarif elektrik dan gas. Kerajaan juga bersedia mendengar cadangan mengenai kaedah dalam meningkatkan kecekapan penjanaaan dan penggunaan tenaga, dan menangani bebanan yang ditanggung oleh golongan perniagaan dan orang ramai. Salah satu langkah berjimat cermat dalam usaha mengurangkan perbelanjaan sektor awam yang diumumkan oleh Perdana Menteri adalah dengan menjimatkan kos elektrik premis kerajaan dikurangkan sebanyak 5%. Melalui Pekeliling Naib Canselor Bil 10 Tahun 2016 berkenaan Garis Panduan Strategi Bajet UiTM Tahun 2017 juga, langkah pertama pengurusan kos yang boleh membantu di dalam pengurusan perbelanjaan PTJ adalah pengurangan perbelanjaan utiliti yang berpunca dari penggunaan alat hawa dingin. Walau bagaimanapun UiTM Negeri Sembilan kampus Kuala Pilah membelanjakan sebanyak RM 153,028.88 secara purata dalam sebulan pada tahun 2016. Kumulatif kos penggunaan tenaga elektrik pada Disember 2016 mencecah RM 1.8 juta. Menyedari kos yang tinggi dibelanjakan, ditambah pula kampus PFI (Seremban dan Rembau) yang telah beroperasi, pihak pengurusan kampus harus menitikberatkan dan menggalakkan segala jenis penjimatan untuk pengurangan kos tersebut tanpa menjejaskan keselesaan persekitaran kepada pekerja dan pelajar.

Konteks keselesaan ruang ini amat penting bagi menjamin kualiti dan produktiviti yang dihasilkan. Keselesaan dalam ruang bilik atau tempat kerja antara perkara penting yang tidak boleh diketepikan, walaupun pada masa yang sama penjimatan hendak dilaksanakan. Yau *et al.*, (2011) mendapati antara faktor utama yang mempengaruhi keselesaan sesuatu ruang adalah suhu dan kelembapan relatif persekitaran. Pelbagai langkah penjimatan diambil, antaranya pelaksanaan ‘Kempen Penjimatan Tenaga’, galakan pengurangan penggunaan barang elektrik, dan juga menambah usaha aktiviti penjanaaan pendapatan bagi menampung perbelanjaan. Satu sistem pengiktirafan akan diberikan kepada bahagian/unit yang berjaya menghasilkan penjimatan tenaga. *Rating* diberikan berdasarkan tahap penjimatan yang dapat dihasilkan dan bahagian/unit yang mencapai tahap penjimatan terbaik akan diberikan sijil penarafan dan ganjaran lain.

Setelah meneliti secara terperinci, dan bagi menyahut seruan kerajaan serta sokongan dari pengurusan atasan UiTM Cawangan Negeri Sembilan, pensyarah di Unit Pengajian Fizik dan Sains Bahan mengambil inisiatif mengatasi masalah ini dengan mencipta *Smartfan*. *Smartfan* berfungsi seperti mini penghawa dingin yang boleh dipindah letak dengan mudah, selamat digunakan, kos efektif serta mudah dikendalikan. Fungsi utama projek inovasi ini adalah menggantikan penggunaan penghawa dingin yang menggunakan kos yang tinggi. Projek inovasi ini adalah sebagai permulaan dalam usaha menjayakan projek inovasi yang lebih tinggi dan berkeupayaan tinggi dalam penjimatan kos utiliti. Ia juga menjadi titik tolak bagi kumpulan pensyarah terlibat dalam menghasilkan penyelidikan yang lebih berimpak dan mesra alam di samping membantu menaikkan imej jabatan.

METODOLOGI

Jana dan jimat, serta mesra alam adalah kunci utama penghasilan *Smartfan*. Kitar semula adalah sebahagian cara yang sangat penting dalam usaha kita menjaga dan hidup dalam keadaan yang harmoni, dan ia bukan sahaja perlu dikhaskan kepada pihak berkuasa perbandaran atau syarikat-syarikat pengurusan sisa. Terdapat pelbagai cara yang kreatif untuk mengitar semula barangan lama yang tidak digunakan menjadi sesuatu yang boleh digunakan. Bahan-bahan utama yang digunakan dalam projek inovasi *Smartfan* ini terdiri daripada bahan-bahan kitar semula dan bahan yang berkos rendah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Antara bahan-bahan tersebut adalah kotak polisterin, ketulan ais, kipas mini usb, botol plastik terbuang dan juga *powerbank*. Bahan-bahan ini dikumpul, dipastikan bersih, disuai padan dan dipasang seperti yang ditunjukkan dalam rajah.



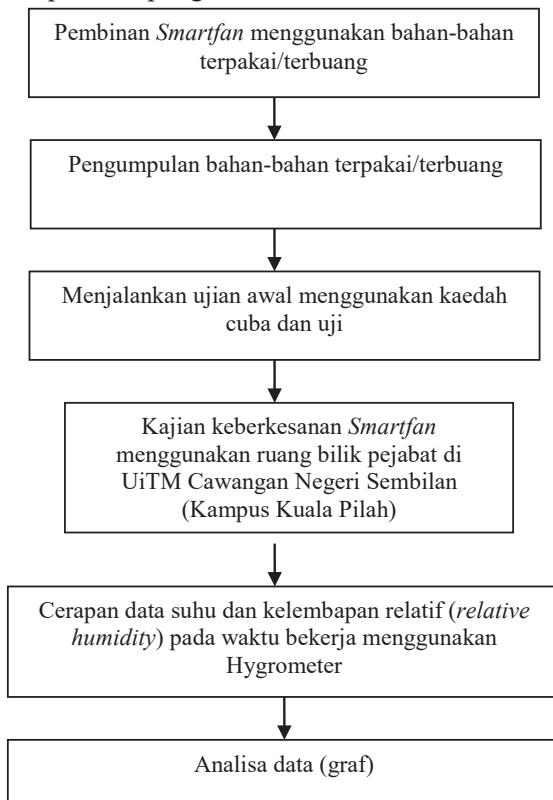
Rajah 1: Bahan-bahan yang digunakan dalam penghasilan 'Smartfan'

Jadual 1 pula menunjukkan perbandingan fungsi bahan-bahan yang digunakan untuk mencipta *Smartfan* dengan penghawa dingin konvensional. *Smartfan* dicipta supaya berfungsi sama seperti penghawa dingin iaitu untuk memberikan keselesaan kepada kita apabila berada di dalam sesuatu ruang yang tertutup, contohnya bilik atau ruang pejabat. Ia juga menjimatkan tenaga elektrik dan mudah dikendalikan. Pada peringkat permulaan, *Smartfan* ini digunakan oleh penyelidik sahaja di UiTM Cawangan Negeri Sembilan (kampus Kuala Pilah). Proses uji lari akan dijalankan di ruang terpilih yang lain selepas proses tambah baik sistem dijalankan.

Jadual 1: Perbandingan bahan-bahan yang digunakan untuk mencipta ‘Smartfan’ dengan penghawa dingin konvensional beserta dengan fungsinya

Fungsi	Bahan-bahan / Komponen	
	<i>Smartfan</i>	Penghawa dingin konvensional
Penyejuk	Ais	Gas
Penyumbang tenaga	<i>Powerbank</i>	Tenaga elektrik
Kipas	Kipas mini usb	<i>Compressor</i>
Pengalir	Botol plastik	Sirip angin
Bekas	Kotak polisterin	Kotak plastik penghawa dingin

Rajah 2 menunjukkan carta alir ringkas proses kerja yang dijalankan bermula daripada pembinaan *Smartfan* dari bahan-bahan terpakai sehingga cerapan dan penganalisan data.



Rajah 2: Carta alir ringkas proses kerja

Ruang yang dipilih untuk mengkaji keberkesanan *Smartfan* adalah ruang bilik pejabat yang berukuran lebih kurang 14 kaki x 10 kaki, dengan dilengkapi perabot asas seperti meja dan kerusi, serta tanpa kipas seperti dalam Rajah 3.



Rajah 3: Kajian keberkesanan *Smartfan* dan cerapan data di ruang bilik pejabat

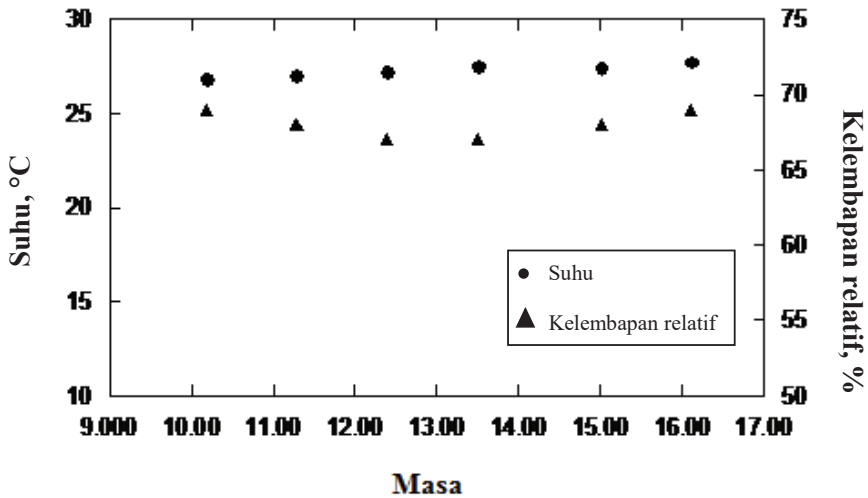
Penghawa dingin konvensional ditutup/dimatikan suisnya dan tingkap juga ditutup rapat. Semasa ujian dijalankan serta cerapan data diambil, *Smartfan* diletakkan pada ketinggian lebih kurang dua kaki daripada paras lantai dan sejauh lebih kurang lima kaki daripada penghuni bilik untuk mendapat keputusan yang optimum dan terbaik dari segi keselesaan terma. Suhu persekitaran dan kelembapan relatif (relative humidity) di dalam ruang tertutup tersebut diukur dengan menggunakan Hygrometer. Cerapan data suhu dan kelembapan relatif dibuat sepanjang hari iaitu dari pagi hingga ke waktu petang bersesuaian dengan waktu kerja pejabat. Data yang diambil dianalisis dan dilampirkan dalam bentuk graf.

Penggunaan *Smartfan* akan menjadi lebih efisien dengan langkah-langkah penjimatan yang dijadikan amalan oleh warga kampus seperti menutup atau mencabut plug peralatan elektrik apabila tidak digunakan. Semua peralatan seperti komputer, kipas elektrik, televisyen, dan radio menggunakan sedikit tenaga apabila dalam mod rehat (tidak dimatikan).

Mod rehat biasanya menggunakan hampir 20% tenaga. Penggunaan warna cat yang cerah harus digalakkan kerana ia memantulkan cahaya daripada lampu yang dipasang. Warga kampus haruslah menjadikan amalan membersihkan peralatan di bilik dengan lebih kerap kerana peralatan elektrik yang berhabuk seperti kipas akan menggunakan lebih banyak tenaga elektrik. Susunan perabot di dalam bilik juga memainkan peranan penting dan meletakkan perabot seperti almari dan meja kayu di dinding atau ruang yang menghadap matahari naik boleh diamalkan kerana kayu boleh menyerap haba, dan secara tidak langsung ia mengurangkan kepanasan dalam bilik. Warga kampus digalakkan menggunakan komputer riba berbanding komputer biasa kerana komputer riba menggunakan hampir 30 % kurang tenaga. Amalan mematikan suis kipas apabila tiada di dalam bilik amat dititikberatkan kerana kipas hanya mengurangkan kepanasan badan dan tidak dapat mengurangkan suhu bilik. Langkah-langkah seperti menutup rapat tingkap dan pintu untuk mengelakkan udara sejuk yang terhasil daripada *Smartfan* terbebas serta memeriksa punca kebocoran luar dan menggunakan penebat untuk mengurangkan kemasukan haba cahaya matahari terus ke dalam bangunan atau bilik dapat meningkatkan keberkesanan penggunaan *Smartfan*.

KEBERHASILAN PROJEK

Smartfan sangat mesra pengguna, mudah dikendalikan, ringkas dan mudah alih. Penggunaannya yang mudah dapat mengelakkan daripada berlakunya perbelanjaan luar peruntukan. Ciri utama penghasilan *Smartfan* adalah menjimatkan penggunaan tenaga elektrik di mana anggaran keseluruhan kos untuk membina seunit *Smartfan* adalah kurang daripada RM70.00 dan kos ini dilihat jauh lebih murah berbanding dengan pemasangan penghawa dingin konvensional (1 hp) yang nilainya mencecah hampir RM 900.00 seunit. Kos penyelenggaraan *Smartfan* juga hampir sifar dan hanya memerlukan ketulan ais yang berharga kurang daripada RM 4.00 sepeket untuk berfungsi selama sembilan jam (sepanjang waktu pejabat).



Rajah 4: Graf carta yang merujuk kepada suhu dan kelembapan relatif melawan masa

Rajah 4 menunjukkan keputusan yang diperolehi hasil dari cerapan data. Hasil dapatan menunjukkan nilai untuk cerapan suhu adalah dalam julat $\sim 23^{\circ}\text{C}$ hingga $\sim 26^{\circ}\text{C}$, dan kelembapan relatif adalah dalam julat 70% hingga 73% untuk tempoh sepanjang hari. Suhu didapati tinggi pada awal pagi iaitu dalam $\sim 25^{\circ}\text{C}$, dan menurun sehingga mencecah $\sim 23^{\circ}\text{C}$ menjelang tengah hari, dan kembali menaik pada sebelah petang. Manakala nilai kelembapan relatif pula agak rendah pada sebelah pagi iaitu dalam 70%, dan meningkat sehingga mencecah 73% menjelang tengah hari, kembali menurun sedikit pada sebelah petang. Daripada pemerhatian ini didapati suhu persekitaran di dalam ruang adalah berkadar songsang dengan kelembapan relatif di dalam ruang seperti mana ditunjukkan di dalam graf carta di atas yang mana menjelang tengah hari nilai suhu adalah terendah manakala nilai kelembapan relatif adalah yang tertinggi. Keputusan dan pemerhatian ini diperolehi mungkin disebabkan *Smartfan* berfungsi dengan baik dan pada tahap optimum menjelang tengah hari bagi menyelaraskan dan menyeimbangkan suhu dan kelembapan relatif di dalam ruang dengan cuaca panas di luar.

Jadual 2: Julat Suhu Persekitaran Dan Kelembapan Relatif Sepertimana Yang Disyorkan Oleh *Malaysian Standard MS 1525 : 2007*

Parameter	Julat
Suhu persekitaran	23°C - 26°C
Kelembapan relatif	55% - 70%

Jadual 2 menunjukkan julat suhu persekitaran dan kelembapan relatif sepertimana yang disyorkan oleh *Malaysian Standard MS 1525 : 2007* (*Malaysian Standard 1525, 2007*). Didapati suhu persekitaran ruang pejabat yang dipasang dengan *Smartfan* berada di dalam julat suhu sepertimana yang disyorkan oleh *Malaysian Standard* iaitu antara ~23°C hingga ~26°C. Manakala bagi kelembapan relatif pula, data yang dicerap adalah antara 70% hingga 73% berbanding dengan 55% hingga 70% yang disyorkan oleh *Malaysian Standard*. Pencapaian suhu persekitaran pejabat yang ideal perlu dititikberatkan oleh mana-mana majikan kerana keselesaan ruang amat penting kepada para pekerja demi meningkatkan produktiviti kerja yang terbaik dan berkualiti. Perkataan keselesaan terma adalah satu perkataan umum yang menjelaskan tentang keadaan dan apa yang dirasakan oleh seseorang apabila berada di sesuatu tempat (Alwetaishi, 2016). Daripada keputusan ini, *Smartfan* dilihat berpotensi untuk ditambahbaik operasinya di masa akan datang.

RUMUSAN

Masalah kos utiliti yang terlalu tinggi kerana penggunaan tenaga elektrik/ penghawa dingin yang ditanggung oleh pihak kampus setiap tahun sentiasa membelenggu pihak pengurusan. Ditambah pula dengan keadaan ekonomi yang tidak memberangsangkan serta pengurangan bajet kepada pengurusan cawangan, menjadikan garis panduan strategi bajet tahunan harus diteliti dan diamalkan dari semasa ke semasa. Dalam misi mengamalkan perbelanjaan berhemah, persekitaran dan suasana kerja haruslah selesa tanpa mengabaikan mutu kerja. Dalam konteks sebuah kampus pengajian, keselesaan di dalam bilik kuliah adalah perkara penting yang akan memberi kesan ke atas pencapaian pelajar (Mumovic *et al.*, 2009; Zeiler & Boxem, 2009; Teli *et al.*, 2012). Aktiviti penyelidikan juga seharusnya ditingkatkan dan penghasilan inovasi yang dihasilkan diharap dapat membantu serba sedikit dalam mencapai KPI pihak jabatan.

PENGHARGAAN

Sekalung penghargaan kepada pihak pengurusan UiTM Cawangan Negeri Sembilan serta kepada pensyarah-pensyarah di Unit Pengajian Fizik dan Sains Bahan, UiTM Cawangan Negeri Sembilan, Kampus Kuala Pilah yang terlibat secara langsung dan tidak langsung serta ahli-ahli kumpulan yang dedikasi yang menjayakan projek inovasi ini.

PRA-SYARAT

Inovasi *Smartfan* telah dipertandingkan di Invention, Innovation and Design 2017, UiTM Cawangan Negeri Sembilan dan memenangi pingat gangsa.

RUJUKAN

- Alwetaishi, M. S (2016). *Impact of Building Function on Thermal Comfort: A Review Paper. American Journal of Engineering and Applied Sciences 2016, 9(4): 928-945.*
- Boerstra, A., Loomans, M. & Hensen, J. (2016). Effectiveness of operable windows in office environments, *Proceedings of 9th Windsor Conference: Making Comfort Relevant*. London: Network for Comfort and Energy Use in Buildings.
- Department of Standards Malaysia (2007) Malaysian standard 1525: *Code of practice on energy efficiency and use of renewable energy for non-residential buildings* (1st revision). ASHRAE. (2009a) *Fundamental*, Chapter 9: Thermal comfort. Atlanta, GA: ASHRAE.
- Farnham, C., Emura, K. & Mizuno, T. (2015). Evaluation of cooling effects: Outdoor mist fan. *Building Research & Information, 43(3)*, 334–345.
- Humphreys, M., Nicol, F. & Roaf, S. (2016). *Adaptive thermal comfort, foundations and analysis*. London: Earthscan/Routledge. ISBN 978-0-415-69161-1.

- J. Fergus Nicol & Susan Roaf (2017). '*Rethinking Thermal Comfort*', *Building Research & Information* 2017, Vol. 45, Issue 7, 711-716.
- Mumovic, D., Palmer, J., Davies, M., Orme, M. & Ridley, I. et al. (2009). *Winter indoor air quality, thermal comfort and acoustic performance of newly built secondary schools in England*. *Build. Environ.*, 44: 1466-1477.
- Pekeliling Naib Canselor Bil 10 Tahun 2016. *Garis Panduan Strategi Bajet UiTM Tahun 2017*.
- Teli, D., Jentsch, M. & James, P. (2012). *Naturally ventilated classrooms An assessment of existing comfort models for predicting the thermal sensation and preference of primary school children*. *J. Energy Build.*, 53: 166-182.
- Yau, Y.H., Ding, L.C. & Chew, B.T. (2011). *Thermal Comfort and Indoor Air Quality at Green Building in Malaysia*. UMIES 2011 Kuala Lumpur.
- Zeiler, W. & Boxem, G. (2009). *Effects of thermal activated building systems in schools on thermal comfort in winter*. *J. Build. Environ.*, 44: 2308-2317.