



## Keselesaan terma pelajar dalam bilik darjah: Kajian Kes di Sekolah Agama Menengah Tinggi Sultan Hisamuddin, Klang, Selangor Darul Ehsan

Sofian Mohd Daud<sup>1</sup>, Shaharuddin Ahmad<sup>1</sup>, Noorazuan Md. Hashim<sup>1</sup>, Yusniza Mahamad Yusoff<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pusat Pengajian Sosial, Pembangunan dan Persekitaran, Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan, Universiti Kebangsaan Malaysia,

<sup>2</sup>Bahagian Pendidikan Islam, Kementerian Pendidikan Malaysia

Correspondence: Sofian Mohd Daud (email: [sofianmohddaud@yahoo.com](mailto:sofianmohddaud@yahoo.com))

### Abstrak

Suhu persekitaran yang tinggi serta jumlah penghuni yang padat di dalam sesebuah premis seperti bilik darjah mampu mendatangkan rasa tidak selesa serta mengganggu proses pembelajaran. Kajian ini bertujuan untuk mengukur perubahan parameter cuaca dan menilai persepsi sensasi terma pelajar serta turut melibatkan pengukuran tahap keselesaan terma pelajar melalui penilaian Model Jangkaan Min Pilihan (PMV) dan Indeks Jangkaan Peratusan Ketidakpuasan (PPD). Perubahan parameter cuaca diukur menggunakan alatan *thermal comfort multistation*, manakala parameter personal dan penilaian subjektif persepsi sensasi terma diperolehi dengan menggunakan borang soalselidik. Hasil kajian mendapati suhu persekitaran agak tinggi iaitu 33°C sekitar pukul 2.00 petang dan pergerakan angin yang perlahan telah mewujudkan bahangan di dalam bilik darjah. Di samping itu, melalui undian sensasi terma, kajian mendapati 52% pelajar merasakan bahawa keselesaan terma tidak dicapai. Purata Pilihan Sensasi Terma (Min TSV) yang dicatatkan pada nilai 1.47 jelas menunjukkan bahawa pelajar merasakan suhu di dalam bilik darjah berada antara julat sedikit panas dan sederhana panas. Pelajar lelaki dilihat lebih ramai berada di zon selesa dengan jumlah sebanyak 32%, berbanding pelajar perempuan yang hanya 16% sahaja. Pengkelasan nilai PMV mengikut zon waktu mendapati bahawa hanya waktu pagi sahaja yang memberi perbezaan yang ketara antara kedua-dua gender berbanding dengan waktu tengah hari dan petang kerana selepas pukul 12.00 tengah hari, perbezaan yang wujud adalah sangat kecil. Hampir 75% responden inginkan suhu yang lebih rendah serta tidak selesa dengan bahangan suhu yang dialami. Oleh yang demikian, inisiatif tambahan dalam usaha menyederhanakan suhu persekitaran di dalam bilik darjah ini perlu diberi perhatian. Selain itu, jumlah pelajar bagi setiap bilik perlu diberi perhatian agar tidak terlalu padat supaya proses pembelajaran dapat berjalan dalam suasana yang lebih kondusif.

**Katakunci:** bilik darjah, Indeks Jangkaan Peratusan Ketidakpuasan (PPD), keselesaan terma, Model Jangkaan Min Pilihan (PMV), parameter cuaca, Purata Pilihan Sensasi Terma (Min TSV)

## Classroom thermal comfort in Klang, Selangor Darul Ehsan: A case study

### Abstract

High surrounding temperatures along with a packed number of occupants in a constrained premise such as a classroom are bound to bring about discomfort in the teaching and learning environment. This study measured classroom temperature changes in a Klang's high school and examined some 140 of the school students' perceived thermal sensation and comfort levels utilizing Predicted Mean Vote Model (PMV), Predicted Percentage Dissatisfied Index (PPD), and questionnaire administration. Findings revealed that 52% of the students perceived

their thermal comfort as between little and moderately warm. More male students (32%) found themselves in comfort zone compared to their female counterparts (16%). In terms of time zone, the PMV was found to prevail and gendered only in the morning. Almost 75% of the respondents wanted a lower surrounding temperature. Additional initiatives are thus called for to moderate classroom surrounding temperature. Attention may also be paid to lower the number of students per classroom to help generate a more comfortable and conducive learning environment.

**Keywords:** classroom, mean Thermal Sensation Vote (Mean TSV), Predicted Mean Vote (PMV), Predicted Percentages Dissatisfied (PPD), thermal comfort, weather parameter

## Pengenalan

Kajian keselesaan terma merupakan kajian sains multi disiplin dimana skopnya merupakan salah satu daripada elemen penting dalam pengujian kualiti udara dalaman bagi memastikan bahawa kualiti udara yang wujud di dalam sesebuah premis itu tidak mendatangkan bahaya kepada kesihatan seperti yang berlaku kepada pesakit Sindrom Bangunan Bermasalah (SBS). Keselesaan terma khususnya merujuk kepada aspek pengkajian tentang refleks tubuh badan manusia terhadap kesan iklim (Zulkifli, 1999). Fanger (1970) menyatakan dari sudut fahaman subjektif, keselesaan terma wujud daripada keseimbangan faktor psikologi, biologi, fizikal dan fisiologi.

Keselesaan terma merupakan satu situasi di mana minda menyatakan bahawa suhu persekitaran yang dialami menyelesaikan. Walau bagaimanapun, disebabkan oleh wujudnya variasi yang besar berhubung dengan aspek fisiologi, maka adalah sukar untuk memuktamadkan tahap keselesaan terma bagi semua individu di dalam sesuatu ruang yang dikaji sama ada luaran atau dalaman (ASHRAE, 2009).

Negara-negara yang berada di garis lintang rendah seperti Malaysia secara amnya mengalami iklim tropika yang panas dan lembap di mana suhunya sentiasa panas sepanjang tahun dengan jumlah kerpasan tahunan yang agak tinggi melebihi 3,000 mm telah memungkinkan berlakunya persekitaran yang agak lembap. Kadar kelembapan yang tinggi ini boleh mendatangkan ketidakselesaan dari segi terma kepada penghuni terutamanya jika berada di dalam persekitaran berventilasi semulajadi.

## Objektif kajian

Kawasan yang menjadi fokus dalam kajian ini adalah persekitaran di dalam bilik darjah sekolah kerajaan di mana reka bentuk dan sistem ventilasi yang dimiliki adalah homogen bagi seluruh Malaysia. Jumlah premis sekolah rendah dan menengah di Malaysia adalah sebanyak 10,101 buah dan melibatkan pelajar seramai 5,218,621 orang (<http://www.moe.gov.my/>). Amnya, kajian ini cuba melihat tahap keselesaan terma yang dialami oleh pelajar dalam bilik darjah. Berdasarkan ini maka objektif kajian ini dibahagikan kepada tiga iaitu:

Objektif utama dalam kajian ini adalah :-

- 1) Mengukur variasi parameter cuaca di lokasi kajian
- 2) Menilai persepsi sensasi terma responden melalui penilaian subjektif dan analisis latar belakang responden
- 3) Menganalisis tahap keselesaan terma pelajar dengan menggunakan Indeks PMV-PPD Model Fanger dan Skala ASHRAE

## Kajian keselesaan terma di Negara Tropika

Kajian yang berkaitan dengan keselesaan terma semakin penting kini dengan penumpuan kawasan kajian yang pelbagai meliputi kawasan pejabat kerajaan, hospital, kediaman, bangunan kerajaan, sekolah serta pusat pengajian tinggi. Kajian keselesaan terma ini tidak hanya melibatkan kawasan tropika sahaja malah

di barat, kajian ini dilihat signifikan memandangkan suhu yang rendah juga turut mendatangkan ketidakselesaan kepada manusia. Kajian pertama yang dijalankan di kawasan tropika bermula apabila Webb cuba untuk melihat tahap keselesaan terma ini, di mana seramai 20 orang bangsa Inggeris yang telah lama menetap di Tanah Melayu menjadi responden beliau yang dijalankan antara tahun 1949 hingga tahun 1950. Daripada kajian ini, beliau turut mencipta Indeks Keselesaan Khatulistiwa (ECI) yang mencirikan suhu tempatan yang panas dan lembap (Webb, 1959). Indeks Webb tidak relevan pada hari ini kerana pada masa itu beliau tidak melihat parameter personal seperti kadar metabolisma dan pakaian sebagai elemen yang penting.

Ellis (1953) pula cuba melihat kajian ini pada perspektif yang berbeza dengan mengambil kira faktor jantina, umur dan bangsa. Kajian beliau yang dijalankan pada tahun 1953 ini menunjukkan bahawa persepsi terhadap keselesaan terma tidak dipengaruhi oleh faktor di atas kerana responden beliau telah berjaya menyesuaikan diri dengan suhu yang agak panas di kawasan kajian beliau iaitu Singapura. Pada tahun 1978, Rao dan Ho turut menjalankan kajian keselesaan terma di Singapura yang melibatkan kawasan pusat penjaja. Kajian ini mengabungkan elemen suhu, kelembapan dan radiasi haba daripada bumbung pusat penjaja. Hasilnya, Indeks Keselesaan Khatulistiwa (ECI) bagi satu tahap keselesaan terma diunjurkan kepada 26.4°C.

Kajian keselesaan terma juga dijalankan dengan melibatkan bangunan kerajaan yang berhawa dingin dan juga berventilasi semulajadi seperti yang dijalankan oleh Busch (1990) di Bangkok, Thailand. Kajian ini melibatkan seramai 1,100 kakitangan pejabat sebagai responden dalam usaha beliau untuk mendapatkan suhu neutral yang mendatangkan keselesaan terma kepada penghuni bangunan tersebut. Rumusan yang dapat dibuat menunjukkan bahawa keselesaan terma dicapai pada suhu 24.5°C bagi bangunan berhawa dingin dan 28.5°C bagi bangunan berventilasi semula jadi.

Antara pengkaji lain yang menyumbang kearah penentuan suhu neutral bagi bangunan berventilasi semulajadi adalah seperti Khedari et al. (2000) di Bangkok dan Wong di Singapura (2002, 2003). Antara penyelidik lain di rantau ini yang mengkaji tema keselesaan terma kawasan tropika yang berventilasi semulajadi ialah Henry Feriadi (2004) yang turut mengaplikasi pendekatan *Fuzzy Logic* yang berjaya dalam mengesahkan jangkaan tahap keselesaan terma bagi persekitaran berventilasi semulajadi di kawasan tropika. Kajian keselesaan terma lain yang melibatkan penghuni premis berventilasi semulajadi adalah seperti yang dijalankan oleh Laina Hilma Sari dan Zulfian (2013) di Muzium Tsunami Aceh, Banda Aceh mendapati bahawa tahap toleransi di kalangan pengunjung agak tinggi terhadap suhu yang tinggi. Dapatan kajian yang sama juga diperolehi oleh James dan Christian (2012) dalam kajian yang membabitkan tema keselesaan terma dalam bilik darjah di kawasan tropika. Pelajar masih mampu untuk terus menjalankan aktiviti pembelajaran walaupun rekabentuk bangunan tidak membantu dalam usaha penyederhanaan suhu ambien seperti bilik darjah tanpa siling yang menyebabkan bahangan matahari tidak melalui proses tebatan yang sepatutnya. Namun demikian, inisiatif tambahan seperti penanaman pokok-pokok di sekitar bilik darjah dilihat bersesuaian dalam memberi teduhan kepada bilik darjah di sekolah yang dikaji.

Ini menunjukkan bahawa suhu neutral yang digunakan dalam kajian di barat tidak bersesuaian sebagai indikator keselesaan terma di negara tropika. Takat suhu neutral pada musim panas seperti yang disarankan oleh ASHRAE iaitu antara suhu 23°C hingga 26.5°C adalah rendah berbanding dengan suhu neutral sebenar yang mampu diaklimitasi oleh penghuni dalam sesebuah premis berventilasi semulajadi seperti bilik darjah. Ini sejajar dengan dapatan kajian Wong (2003) membuktikan bahawa suhu neutral yang direkod di dalam bilik darjah di Singapura adalah pada takat 28.8°C. Kajian terkini berhubung dengan suhu neutral melalui analisis regresi dan Model Jangkaan Min Pilihan (PMV) yang dijalankan oleh Azizpour et al. di Hospital Universiti Kebangsaan Malaysia (2014) menunjukkan bahawa suhu yang mampu diterima berada di antara julat 23.8°C hingga 29°C.

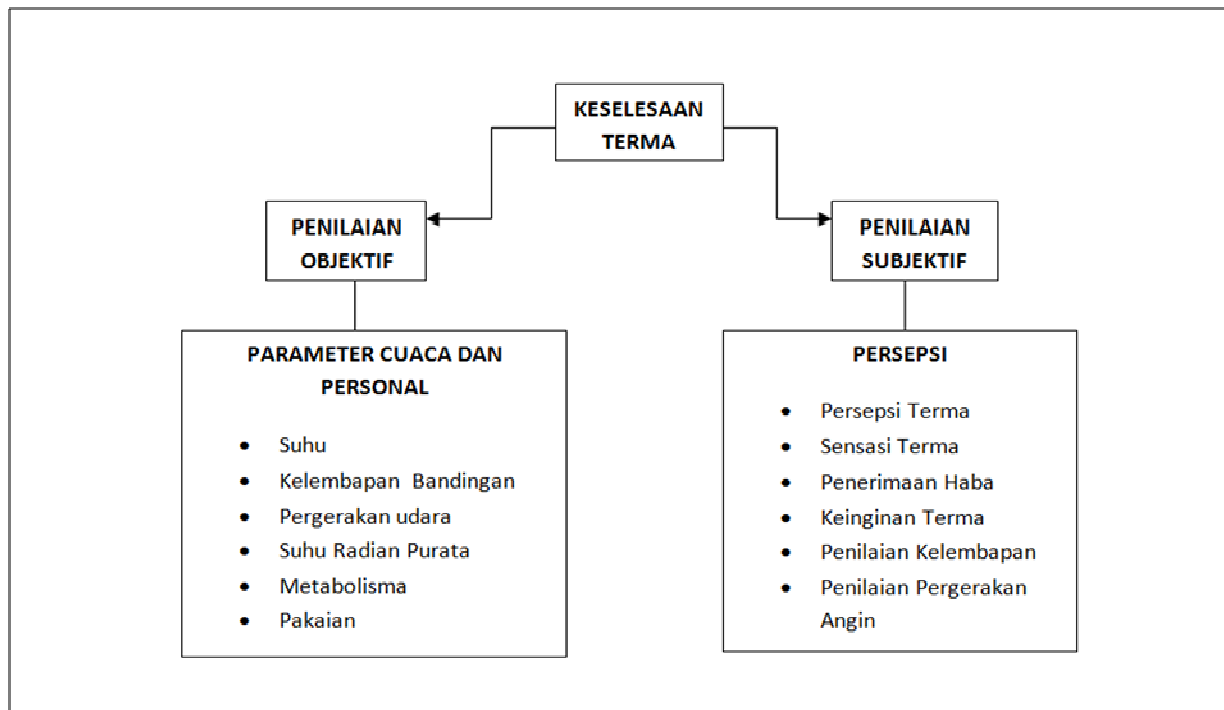
## Permerolehan data

Lokasi kajian keselesaan terma pelajar ini secara spesifiknya dijalankan di dalam bilik darjah. Secara keseluruhannya, jumlah pelajar bagi setiap kelas adalah di antara 31 hingga 37 orang pelajar. Rekabentuk bangunan sekolah ini adalah merupakan rekabentuk standard bagi sekolah kerajaan mengikut Garis Panduan dan Peraturan bagi Perancangan Bangunan oleh Jawatankuasa Standard dan Kos, Unit Perancangan Ekonomi, Jabatan Perdana Menteri pada tahun 2008 yang menetapkan keluasan ruang lantai setiap pelajar seluas 2.2 meter persegi bagi membolehkan pelajar mengikuti proses pembelajaran dengan selesa (Unit Perancangan Ekonomi, 2008).

Keluasan bagi setiap bilik darjah yang dipantau dalam kajian ini sememang seragam tetapi jumlah pelajar yang berbeza antara kelas menjadi penyumbang kepada kepadatan bilik darjah itu sendiri. Bilik darjah yang dipilih sebagai lokasi kajian yang melibatkan bacaan parameter cuaca hanya sebuah sahaja di tingkat tiga, ini kerana tiada perbezaan yang signifikan dengan bilik darjah lain disebabkan oleh kedudukan kesemua bilik darjah ini berada pada aras yang sama. Sebuah bilik darjah lain yang terletak di aras satu digunakan sebagai bilik darjah kawalan untuk melihat perbezaan bacaan parameter yang dicatat. Empat kelas yang dipilih untuk penilaian subjektif adalah 4 Firdaus, 4 Adnin, 4 Naim dan 4 Ma'wa.

### *Permerolehan data primer*

Data primer adalah data yang diperolehi secara langsung melalui kaedah soal selidik terhadap responden di sekolah iaitu pelajar yang berada di dalam bilik darjah yang dikaji. Kaedah temubual secara tidak rasmi turut dilakukan dengan persoalan berkisar kepada tahap keselesaan terma di dalam bilik darjah di sekolah. Selain itu kajian tinjauan dilakukan dari aspek pemerhatian visual terhadap reka bentuk fizikal bilik darjah yang dipilih. Ia bertujuan membolehkan penyelidik mendapat gambaran sebenar reka bentuk bilik darjah tersebut berhubung dengan keselesaan terma yang dialami oleh pelajar. Ringkasan pemerolehan data primer dapat dilihat pada Rajah 1.



**Rajah 1.** Elemen dalam pemerolehan data primer

## Pengukuran objektif

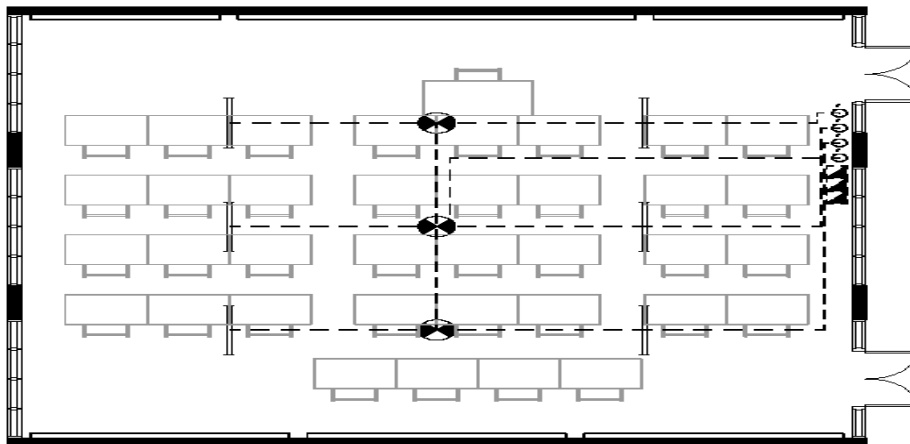
Kajian ini dijalankan selama dua hari di mana hari pertama, bacaan dijalankan di bilik darjah terpilih bermula dari jam 9.00 pagi hingga 4.00 petang dengan pencerapan pada sela masa setiap 30 minit. Hanya sebuah bilik darjah sahaja dipilih kerana kesemua kelas tingkatan empat ini berada pada aras yang sama dan tiada perbezaan yang signifikan antara keempat-empat kelas ini. Bagi tujuan kawalan pula, sebuah bilik darjah lain yang berada di aras satu telah dipilih. Alat pengukuran parameter keselesaan terma (*thermal comfort multistation*) ini dibekalkan oleh pihak Institut Penyelidikan Tenaga Suria (SERI), Universiti Kebangsaan Malaysia (Foto 1), di mana perisian *Adam View* digunakan untuk merekodkan data parameter seperti suhu ambien, suhu radian purata, tekanan udara, kebisingan, halaju angin, kelembapan bandingan, kepekatan gas karbon dioksida dan pencahayaan.



Foto 1. Alat pengukuran parameter cuaca

## Lokasi kajian

Keluasan lantai antara kesemua bilik darjah ini adalah sama iaitu 256 meter persegi, cuma jumlah pelajar yang berada di dalam bilik darjah ini sahaja yang berbeza iaitu 37 orang pelajar (kelas 4 Firdaus), 33 orang pelajar (kelas 4 Naim), 35 orang pelajar (kelas 4 Ma'wa) dan 31 orang pelajar (kelas 4 Adnin). Setiap bilik darjah mempunyai dua pintu di bahagian hadapan dan belakang sebelah kanan, manakala jaring besi berkotak terletak di bahagian atas tingkap (Rujuk Foto 2). Kipas siling sebanyak tiga unit digunakan untuk menyederhanakan suhu bilik darjah. Pelan lantai bilik darjah dapat dilihat pada Rajah 2.



SKALA  
1 : 50

PETUNJUK		
SIMBOL	PENERANGAN	KUANTITI
—	1.2m 36w LAMPU KALIMANTANG	6 NOS
⊙	POINT KIPAS SILING	3 NOS
□	KOTAK KANAL KIPAS SILING	3 NOS
⊕	SUIS	4 NOS

Rajah 2. Pelan

*lantai bilik darjah*



Foto 2. Lokasi kajian

## Penilaian subjektif

Jumlah pelajar keseluruhan dalam tingkatan empat di SAMTSH bagi sesi persekolahan 2014 adalah seramai 300 orang pelajar. Dalam kajian ini jumlah populasi kajian melibatkan pelajar seramai 136 orang pelajar. Oleh itu, saiz sampel yang bersesuaian adalah seramai 100 orang bersesuaian dengan piawaian nisbah populasi kepada sampel seperti yang disarankan oleh Krejcie dan Morgan (1970). Sesetengah

pengkaji pula seperti Cohen, Manion dan Morrison (2001) merasakan bahawa jumlah sampel perlu mengambil kira aras kesiginifikan dan ralat persampelan (Chua Yan Piaw, 2006). Item di dalam borang soal selidik yang diedarkan adalah ringkas dan hanya memberi tumpuan kepada persoalan kajian sahaja. Soalan-soalan yang tidak relevan seperti umur, agama dan kaum tidak dimasukkan di bahagian A kerana subjek kajian adalah homogen. Ringkasan item borang soal selidik boleh diperhatikan pada jadual 2. Dalam kajian ini, populasi yang dipilih melibatkan empat kelas tingkatan empat yang membabitkan pelajar seramai 136 orang, manakala jumlah sampel pula adalah seramai 100 orang pelajar. Setiap kelas mewakili 25 jumlah responden yang dipilih secara rawak.

**Jadual 2. Ringkasan borang soalselidik**

Bahagian	Tema persoalan	Item borang soalselidik
A	Maklumat am, latar belakang keluarga dan sosioekonomi	Jantina, status pelajar, tempoh menetap di asrama, pendapatan isirumah, bilangan isirumah, jenis kediaman, lokasi kediaman dan penggunaan penghawa dingin
B	Persepsi Responden	Sensasi terma, pergerakan udara, kelembapan bandingan, tahap keselesaan, penerimaan terhadap suhu dan keinginan terma
C	Kesihatan dan Bilik Darjah	Alahan, tahap kebersihan kelas, masalah kesihatan, kepadatan pelajar

Skala pengukuran nilai subjektif ini penting untuk melihat sejauh mana persepsi responden terhadap persekitaran yang dialami pada ketika kajian dijalankan. Pelbagai aspek dilihat dari segi sensasi terma, kelembapan bandingan, pergerakan udara, persepsi terma, penerimaan terhadap suhu dan keinginan suhu. Kajian ini memberi penekanan kepada penggunaan skala ASHRAE untuk melihat sensasi terma responden untuk dinilai bersama dalam mencari nilai min TSV yang menentukan tahap sensasi terma responden pada ketika kajian dijalankan sepertimana yang dipelopori oleh Fanger dalam kajian beliau yang terdahulu dan digunakan oleh sebilangan besar pengkaji dalam bidang ini sehingga ke hari ini. Ringkasan penilaian subjektif responden dapat dilihat pada Jadual 3.

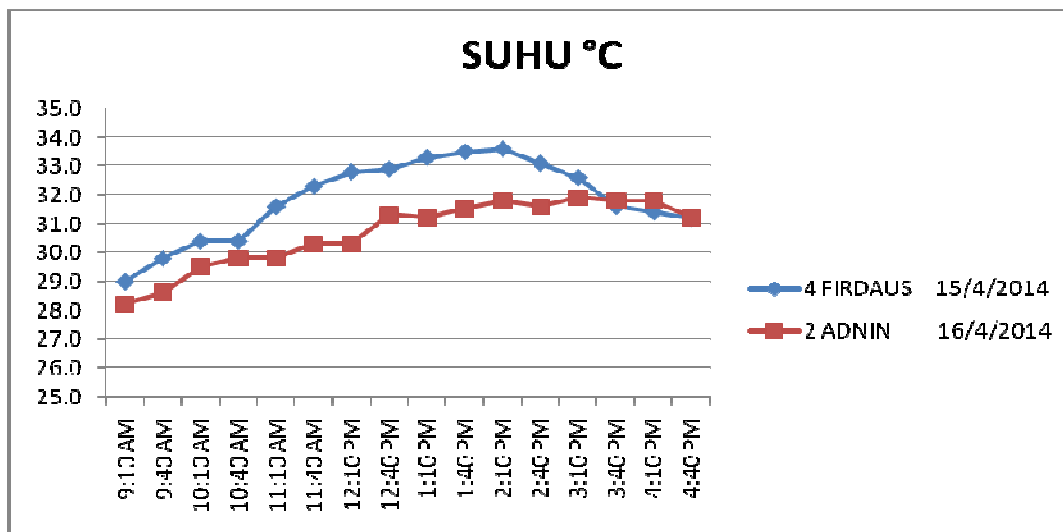
**Jadual 3. Ringkasan pengukuran penilaian subjektif**

	-3	-2	-1	0	1	2	3
Sensasi Terma	Sejuk	Sederhana Sejuk	Sedikit Sejuk	Neutral	Sedikit Panas	Sederhana Panas	Panas
Kelembapan Bandingan	Terlalu Kering	Sederhana Kering	Sedikit Kering	Sesuai	Sedikit Lembap	Sederhana Lembap	Terlalu lembap
Pengaliran Udara	Sangat Tenang	Tenang	Sedikit Tenang	Sesuai	Sedikit Berangin	Berangin	Sangat Berangin
Keselesaan	Sangat Tidak Selesa	Tidak Selesa	Sedikit Tidak Selesa	Neutral	Sedikit Selesa	Selesa	Sangat Selesa
Penerimaan Haba	Boleh diterima			Tidak boleh diterima			
Keinginan Suhu	Sedikit sejuk		Tiada		Sedikit panas		

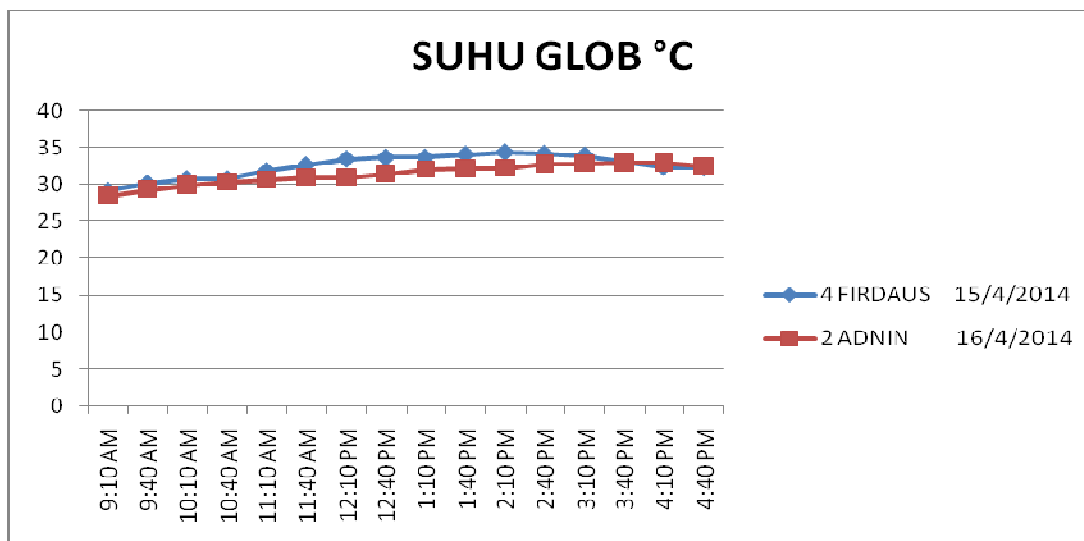


### Keputusan dan analisis

Daripada data pencerapan yang diperolehi, pengaruh halaju angin dalam mencapai tahap kesesuaian terma tidak begitu signifikan kerana halajunya agak perlahan iaitu pada 0.1 hingga 0.2 meter per saat bagi kelas 4 Firdaus. Bagi kelas 2 Adnin pula, angin yang bertiup mencecah 0.3 meter per saat dan sedikit memberi kelegaan kepada pelajar. Pelajar dilihat mengambil inisiatif tambahan di kelas 4 Firdaus untuk menyederhanakan suhu dengan menggunakan kipas berdiri di samping kipas siling yang sedia ada. Perbezaan antara kedua-dua kelas ini membabitkan 4 parameter cuaca ini boleh dilihat pada Rajah 3 hingga Rajah 6. Cuaca ketika pencerapan dijalankan adalah cerah dan panas. Tiada sebarang keripasan berlaku sehingga lewat petang bagi kedua-dua hari. Jumlah pelajar di dalam kelas juga tiada perbezaan kerana kedua-dua kelas mempunyai jumlah pelajar yang sama.

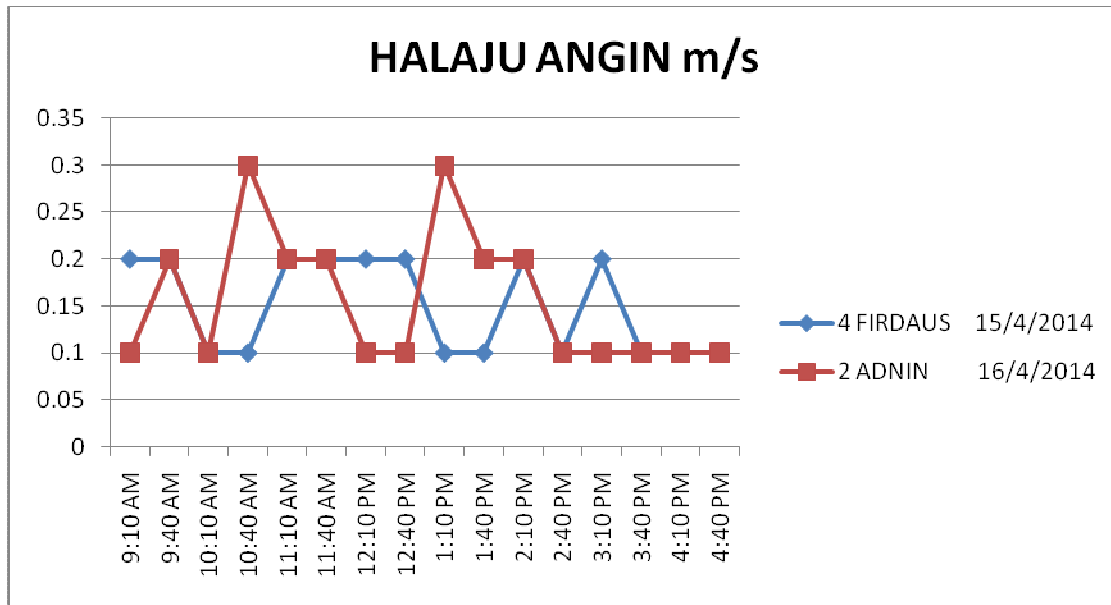


Rajah 3. Perbandingan trend suhu mengikut masa

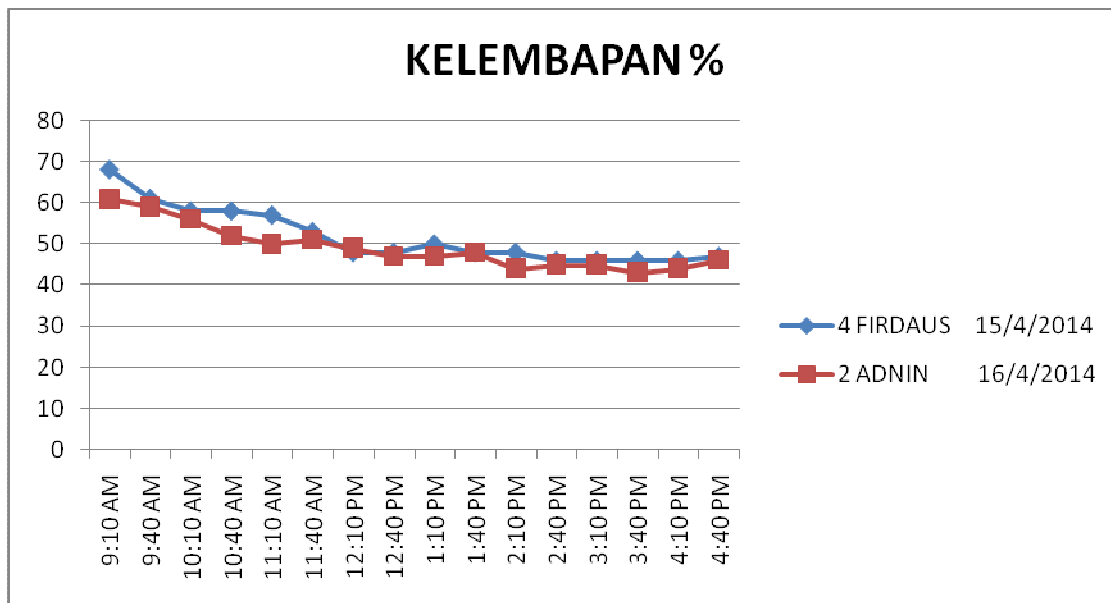


Rajah 4. Perbandingan trend suhu glob mengikut masa





Rajah 5. Perbandingan trend halaju angin mengikut masa



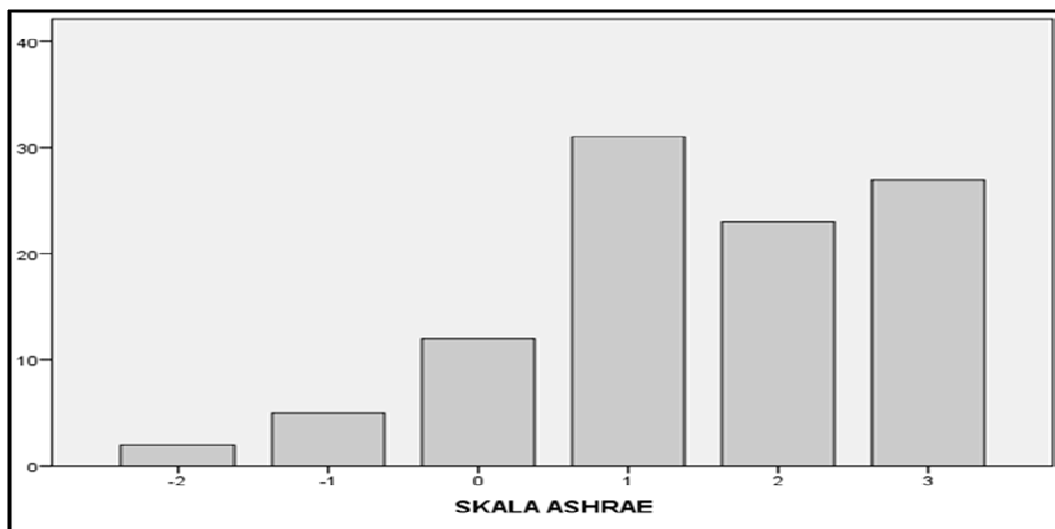
Rajah 6. Perbandingan trend kelembapan mengikut masa

Jadual 4 menunjukkan rumusan kepada undian sensasi terma responden dikeempat-empat kelas dengan suhu operatif sekitar 33°C. Daripada bacaan purata undian sensasi terma responden disetiap kelas, jelas bahawa nilai purata ini berada pada julat 1 hingga 2 yang menunjukkan bahawa responden merasakan bahawa suhu yang dialami adalah antara sedikit panas dan sederhana panas. Sebanyak 52% responden merasakan bahawa keselesaan terma itu tidak dicapai berdasarkan kepada undian yang dilakukan, manakala 48% peratus yang lain berada di dalam julat keselesaan terma tetapi dengan majoriti daripadanya merasakan bahawa sensasi terma yang dialami adalah sedikit panas iaitu pada nilai 1(Rajah 7). Bagi kesemua kelas, min TSV yang dicatat berada pada nilai 1.49, yang menunjukkan bahawa keselesaan terma gagal dicapai. Manakala bagi undian sensasi terma mengikut jantina pula, secara

keseluruhannya seramai 32 orang responden lelaki terletak di dalam zon selesa berbanding hanya 16 orang responden perempuan yang merasakan bahawa keselesaan terma dicapai. Ini menunjukkan bahawa keselesaan lebih dirasai oleh pelajar lelaki berbanding dengan pelajar perempuan yang mempunyai tebatan pakaian yang lebih tinggi berbanding dengan pelajar lelaki.

**Jadual 4. TSV dan suhu operatif serta zon undian keselesaan mengikut gender**

Kelas	Suhu operatif (°C)	Min TSV	-3	-2	-1	0	1	2	3	Undian zon selesa mengikut gender		Jumlah
										L	P	
4 Firdaus	33.3	1.44	0	0	1	4	9	5	6	10	4	25
4 Naim	33.2	1.44	0	1	2	3	5	6	8	7	3	25
4 Adnin	33.4	1.84	0	0	1	4	4	6	10	7	2	25
4 Ma,wa	33.0	1.24	0	1	1	1	13	6	3	8	7	25
Jumlah		1.49	0	2	5	12	31	23	27	32	16	100



**Rajah 7. Peratusan frekuensi relatif undian sensasi terma skala ASHRAE**

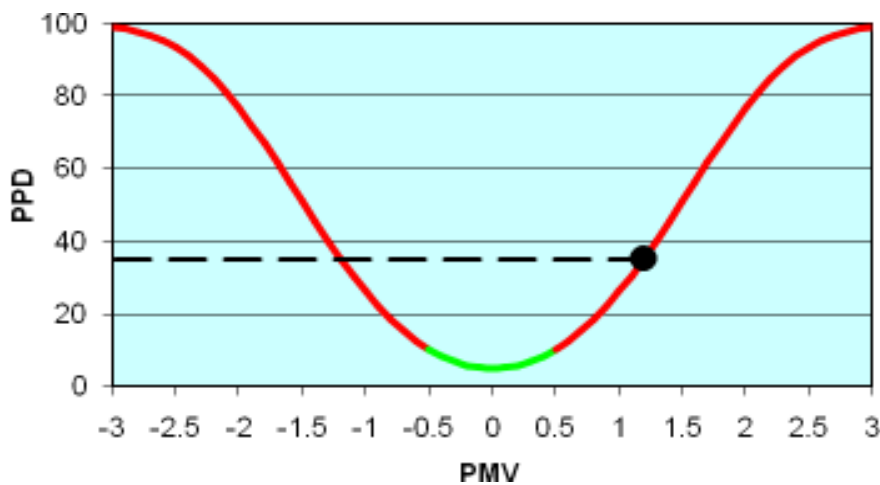
### Analisis PMV dan PPD

Pencerapan parameter cuaca untuk kajian ini dijalankan bermula dari pukul 9.10 pagi dan berakhir pada pukul 4.40 petang. Perubahan suhu yang direkod menunjukkan berlaku peningkatan daripada 28°C kepada 33°C di kelas 4 Firdaus. Parameter personal pula yang melibatkan kadar metabolisma dan pakaian turut dimasukkan di dalam pengiraan PMV dan PPD ini. Nilai *mets* yang digunakan untuk kajian ini adalah 1.0 *mets* iaitu untuk aktiviti ringan seperti di dalam bilik darjah dan nilai tebatan pakaian pula adalah 0.65 *Clo* bagi pelajar lelaki dan 0.87 *Clo* bagi pelajar perempuan seperti mana yang digunakan oleh Pau et al. (2013) bagi menggambarkan corak pemakaian pelajar sekolah aliran agama. Pengiraan yang dijalankan secara komputasi dengan memasukkan kesemua nilai parameter cuaca bagi melihat sama ada PMV dan PPD berada pada nilai yang menyelesaikan atau sebaliknya. Nilai PMV dan PPD ini

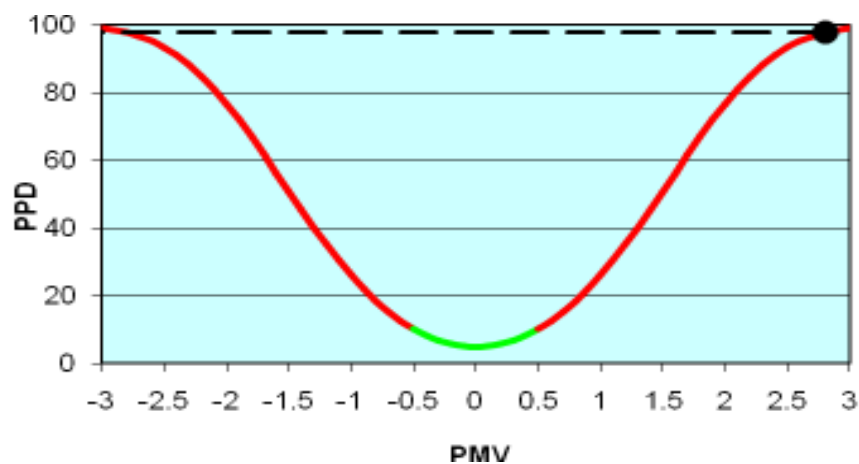
menunjukkan peningkatan yang ketara apabila berlakunya peningkatan dalam suhu persekitaran apabila menjelang tengahari pada ketika suhu berada pada bacaan 33°C. Pada bacaan pertama pada pukul 9.10 pagi, nilai PMV dan PPD yang dicatat sudah berada pada nilai 1.2 dan 35.8% masing-masing dan nilai ini meningkat dengan drastik pada pukul 12.10 petang, di mana nilai PMV berada pada nilai 2.7 dan nilai PPD pula adalah 96.7%. Nilai parameter bagi kedua-dua pencerapan dipaparkan pada Jadual 5, manakala Rajah 8 dan 9 pula menunjukkan graf PMV dan PPD.

**Jadual 5. Nilai parameter cuaca dan personal pelajar lelaki kelas 4 Firdaus**

Parameter	9.10 AM	12.10 PM
Suhu	28.2°C	32.8°C
Suhu Glob	28.5°C	33.5°C
Halaju Angin	0.2 m/s	0.2 m/s
Kelembapan Bandingan	68%	48%
Kadar Metabolisma	1.0 mets	1.0 mets
Pakaian	0.65 Clo (lelaki)	0.65 Clo (lelaki)



**Rajah 8. Graf PMV dan PPD pelajar lelaki kelas 4 Firdaus (9.10 am)**



**Rajah 9. Graf PMV dan PPD pelajar lelaki kelas 4 Firdaus (12.10 pm)**

Jadual 6 menunjukkan nilai PMV dan PPD berdasarkan kepada pemboleh-ubah parameter fizikal dan personal yang dicerap di lokasi kajian iaitu dalam bilik darjah berventilasi semulajadi dengan cuaca semasa yang panas dan tiada hujan. Bacaan ini dikelaskan kepada dua iaitu pelajar lelaki dan pelajar perempuan kerana masing-masing membawa nilai tebatan pakaian yang berbeza. Oleh itu, nilai PMV dan PPD yang diperolehi juga menunjukkan perbezaan antara kedua-dua gender. Pencerapan pertama bermula pada pukul 9.10 pagi dengan nilai PMV berada di bawah 2 bagi kedua-dua jantina, tetapi pada pukul 10.10 pagi, pelajar perempuan telah mencatat bacaan PMV pada nilai melebihi 2 iaitu sebanyak 2.1 tetapi pelajar lelaki masih kekal dibawah 2. Manakala untuk PPD pula, nilai ketidakpuasan terhadap tahap keselesaan terma dengan peratusan dibawah 50% hanya melibatkan pelajar lelaki pada pukul 9.10 pagi. Selebihnya, peratusan ini meningkat kepada nilai puncak iaitu 99.1% pada pukul 2.10 petang bagi kedua-dua gender dan pada yang sama juga nilai PMV juga memuncak kepada 3 yang memperlihatkan persekitaran yang begitu tidak selesa. Perbezaan purata nilai PMV (Jadual 7) jika di pecahkan kepada tiga zon masa iaitu pagi, tengah hari dan petang menunjukkan bahawa perbezaan nilai hanya ketara untuk zon pagi sahaja kerana menjelang tengah hari nilai PMV kedua-dua gender hampir sama yang disebabkan suhu ambien yang tinggi.

Perbezaan nilai PMV dan PPD antara gender yang ditunjukkan dalam Jadual 7 jelas menunjukkan bahawa tebatan pakaian memainkan peranan yang signifikan dalam menentukan tahap keselesaan terma yang dialami. Perbezaan ini agak besar pada waktu pagi dan semakin menurun menjelang waktu tengah hari ketika suhu persekitaran mencatatkan bacaan yang agak tinggi. Walaupun perbezaan nilai PMV dan peratusan PPD tidak menunjukkan perbezaan yang ketara pada waktu tengah hari dan awal petang, pelajar perempuan tetap perlu berhadapan dengan suhu yang tinggi dan tidak berupaya untuk melakukan pengubahsuaian kepada pakaian dalam usaha menyelesaikan diri.

Pelajar lelaki pula melalui pemerhatian, lebih bebas untuk memberi sedikit kelegaan untuk menyelesaikan diri dengan menyinsingkan lengan baju kemeja dan melonggarkan ikatan tali leher. Penggunaan kipas tambahan dilihat penting dalam usaha menyederhanakan suhu persekitaran di dalam kelas terutama ketika waktu tengah hari dan awal petang.

**Jadual 6. Nilai PMV dan PPD pelajar kelas 4 Firdaus**

Masa	Pelajar Lelaki		Pelajar Perempuan		Perbezaan antara gender	
	PMV	PPD (%)	PMV	PPD (%)	PMV	PPD (%)
9.10 am	1.4	45.5	1.6	56.3	0.2	10.8
10.10 am	1.9	72.1	2.1	81.1	0.2	9.0
11.10 am	2.3	88.3	2.4	91.1	0.1	2.8
12.10 pm	2.7	96.7	2.7	96.7	0	0
1.10 pm	2.8	97.8	2.9	98.6	0.1	0.8
2.10 pm	3.0	99.1	3.0	99.1	0	0
3.10 pm	2.7	96.7	2.7	96.7	0	0
4.10 pm	2.2	84.9	2.3	88.3	0.1	3.4

**Jadual 7. Purata PMV pelajar antara gender mengikut zon masa**

	PMV Lelaki	PMV Perempuan
Pagi (9.10 am – 11.10 am)	1.9	2.0
Tengah Hari (12.10 pm – 1.10 pm)	2.8	2.8
Petang (2.10 pm – 4.10 pm)	2.6	2.7

## Implikasi kajian

Alternatif yang wujud untuk menyederhanakan suhu dalam bilik darjah ini seperti penggunaan alat penghawa dingin adalah diluar kemampuan kerana ia melibatkan kos tenaga yang tinggi. Reka bentuk bangunan yang mesra penggunaan tenaga dan lebih hijau merupakan keutamaan kepada sekolah-sekolah baru yang dibina agar suasana pembelajaran yang kondusif dapat dihasilkan. Walaupun pelajar di SAMTSH mampu menerima suhu yang tinggi ini, sesetengah kelas cuba untuk menyelesaikan lagi suasana di dalam bilik darjah dengan penggunaan kipas berdiri tetapi kemudahan ini tidak ada di kesemua kelas kerana kemudahan ini adalah hasil daripada inisiatif pelajar sendiri dengan membawanya dari rumah. Pihak sekolah dilihat wajar untuk membekalkan kemudahan ini kepada setiap kelas. Di sesetengah kelas di mana jumlah pelajarinya agak ramai seperti kelas 4 Firdaus dengan pelajar seramai 37 orang turut menyumbang kepada peningkatan purata suhu radian di dalam bilik darjah. Bahangan ini juga datang daripada kedudukan bilik darjah yang berada pada aras 3 di mana bahangan cahaya matahari lebih dirasai kerana hampir dengan bumbung berbanding dengan bilik darjah di aras 1.

Kenyataan ini disokong oleh seorang guru di SAMTSH iaitu Puan Yusniza Mahamad Yusoff melalui temubual secara tidak formal yang dijalankan ketika pengedaran borang selidik. Penggunaan kipas turbin ventilasi di bahagian bumbung juga mampu mengurangkan kesan bahangan matahari terumamanya yang melibatkan kelas di aras tiga. Kipas siling di dalam kelas juga perlu dibersihkan secara berkala bagi memastikan tiupan yang berkesan dan menjimatkan tenaga. Kelas yang dikaji ini sememangnya sedikit panas kerana terletak di blok tengah yang terlindung. Kajian ini, melalui pemerhatian turut mengenalpasti permasalahan berhubung dengan tahap konsentrasi pelajar pada ketika suhu persekitaran agak tinggi. Tumpuan pelajar berkurangan dan pelajar kurang memberi maklumbalas kepada pengajaran guru. Kajian selanjutnya perlu bagi melihat korelasi antara pencapaian akademik dengan suhu bagi mengesahkan pemerhatian ini, ataupun sikap ini berpunca daripada keletihan pelajar itu sendiri atau teknik penyampaian guru yang kurang efisien.

## Kesimpulan

Kajian yang dijalankan ini adalah lebih merupakan kajian awal yang melibatkan jumlah saiz sampel yang terhad dan dapatan kajian melalui analisis yang dijalankan merujuk kepada sensasi terma sebahagian kecil sahaja pelajar yang berada pada aras yang sama. Pelajar lain yang berada di aras yang berlainan mungkin mempunyai persepsi yang berbeza dari segi tafsiran mereka berhubung dengan aspek keselesaan terma yang dikaji. Analisis sensasi terma yang dijalankan dengan menggunakan skala ASHRAE mendapati bahawa sebilangan besar pelajar berada pada nilai min TSV yang tidak menyelesaikan iaitu 1.47 yang merupakan nilai pertengahan antara sensasi sedikit panas dan sederhana panas. Jumlah pelajar lelaki yang berada di dalam julat keselesaan juga jauh lebih tinggi iaitu seramai 32 orang berbanding dengan pelajar perempuan seramai 16 orang. Sejumlah 73% pelajar melalui penilaian borang soal selidik inginkan suhu yang sedikit sejuk daripada yang dialami dan 72% daripada responden tidak dapat menerima bahangan haba yang dialami. Ini jelas menunjukkan bahawa suhu di dalam bilik darjah adalah tinggi dan tidak menyelesaikan. Analisis PMV dan PPD yang dijalankan turut memberi kesimpulan yang sama di mana nilai PMV yang direkodkan adalah tinggi iaitu 2.7 pada ketika borang soal selidik diedarkan kepada responden dengan nilai PPD juga tinggi pada 96.7%.

Berdasarkan kepada indeks dan model yang direka oleh barat, nilai ketidakselesaan ini terlalu tinggi dan boleh mendatangkan kemudaratan dari segi fisiologi penghuni sesebuah premis itu tetapi melalui pemantauan secara visual menunjukkan bahawa pelajar masih mampu untuk menjalankan aktiviti pembelajaran mereka dengan biasa. Keadaan ini menunjukkan bahawa tahap aklimitasi mereka adalah sangat tinggi kepada suhu panas dan kering terutamanya pelajar perempuan yang memakai pakaian baju kurung dengan tudung yang labuh. Walaupun di dalam kaji selidik yang dijalankan, responden menyatakan bahawa tidak selesa dan inginkan suhu yang lebih rendah, secara fisiologinya mereka masih boleh menerima bahangan yang sebegitu tinggi. Kajian yang dijalankan oleh Laina Hilma Sari dan

Zulfian pada tahun 2012 di muzium Banda Aceh mendapati bahawa indeks keselesaan terma berdasarkan kepada ISO 7730 bercanggah dengan persepsi responden di mana keselesaan terma sangat dipengaruhi oleh adaptasi responden terhadap suhu serta toleransi terhadap suhu yang agak panas. Kajian Rajasekar dan Ramachandraiah pada tahun 1986 merumuskan bahawa walaupun suhu yang diinginkan ialah 27°C tetapi tahap aklimisasi yang tinggi membolehkan responden kajian beliau menerima suhu setinggi 31.8°C melalui adaptif tingkah laku.

## Rujukan

- American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) (2009) Thermal comfort. In: *ASHRAE Handbook: Fundamentals*. ASHRAE, Atlanta.
- Azizpour F, Moghimi S, Lim C, Mat S, Zaharim A, Sopian K (2001) Thermal comfort assessment in large scale hospital: Case study in Malaysia. *Proceedings of the 4th WSEAS International Conference on Energy and Development-Environment-Biomedicine*, pp.171-174.
- Busch JF (1990) Thermal responses to the Thai office environment. *Conference Proceeding by ASHRAE* 96 (1), 859-872.
- Chua Yan Piaw (2006) *Kaedah dan statistik penyelidikan: Kaedah penyelidikan*. McGraw-hill, Kuala Lumpur.
- Ellis FP (1952) Thermal comfort in warm and humid atmospheres: Observations on groups and individual in Singapore. *The Journal of Hygiene* 51 (3), 386-404.
- Fanger P (1970) *Thermal comfort: Analysis and applications in engineering*. McGraw-Hill, New York.
- Feriadi H (2004) *Thermal comfort for naturally ventilated residential building in tropical climate*. [Cited 11 January 2014]. Available from: <http://scholarbank.nus.edu.sg/handle/10635/13922>.
- James A, Christian K (2012) An assessment of thermal comfort in a warm and humid school building at Accra, Ghana. *Advances in Applied Science Research* 3 (1), 535-547.
- Khedari J, Nuparb Y, Naris P, Jongjit H (2000) Thailand ventilation comfort chart. *Energy and Buildings* 32, 245-249.
- Krejcie RV, Morgan DW (1970) Determining sample size for research. *Educational and Psychological Measurement* 30, 607-610.
- Pau JS, Pao WKS, Shaharin Anwar Sulaiman, Halawa E (2013) Adaptive Fanger's Model for optimum thermal comfort setting for lecture halls in Malaysia. *CREAM – Current Research in Malaysia* 2 (2), 43-59.
- Rajasekar E, Ramachandraiah A (2010) Adaptive comfort and thermal expectations – A subjective evaluation in hot humid climate. *Proceedings of Conference: Adapting to Change: New Thinking on Comfort*. UK, 9-11 April 2010. [Cited 14 March 2014]. Available from: <http://nceub.commoncense.info/uploads/48-01-17-Rajasekar.pdf>.
- Ruang lantai bilik darjah sekolah menengah [Cited 14 April 2014]. Available from: [http://www.epu.gov.my/c/document\\_library/get\\_file?uuid=4a01f6e7-e650-](http://www.epu.gov.my/c/document_library/get_file?uuid=4a01f6e7-e650-).
- Rao KR, Ho JC (1978) Thermal comfort studies in hawker centres in Singapore. *Building Environment* 13, 161-166.
- Sari LH, Zulfian (2013) Adaptive thermal comfort in the tropic: A case study of the Aceh Tsunami Museum. *Aceh International Journal of Science and Technology* 2 (3), 88-93.
- Statistik pelajar dan sekolah di Malaysia [Cited 14 April 2014]. Available from: <http://www.moe.gov.my/>.
- Webb CG (1959) An analysis of some observations of thermal comfort in an equatorial climate. *British Journal of Industrial Medicine* 16 (4), 297-310.
- Wong NH, Feriadi H, Lim PY, Tham KW, Sekhar C, Cheon KW (2002) Thermal comfort evaluation of naturally ventilated public housing in Singapore. *Building and Environment* 37 (12), 1267-1277.
- Wong NH, Khoo SS (2003) Thermal comfort in classrooms in the tropics. *Energy and Buildings* 35, 337-351.

- Yusniza Mahamad Yusoff (2014) Sensasi terma dalam kelas berlainan aras dan Gred Purata Sekolah (GPS) bagi peperiksaan SPM tahun 2011, 2012 dan 2013 di SAMTSH Klang. Temu bual pada 15 April 2014.
- Zulkifli H (1999) *Reka bentuk bangunan dalam iklim panas dan lembab di Malaysia*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.