

Analisis Kenyamanan Termal Ruang Kelas Sekolah Dasar di Kota Makassar

Studi Kasus SD Unggulan Toddopuli

Baharuddin Hamzah⁽¹⁾, Rosady Mulyadi⁽¹⁾, Samsuddin Amin⁽²⁾

⁽¹⁾Laboratorium Sains dan Teknologi Bangunan, Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

⁽²⁾Laboratorium Perumahan dan Lingkungan Permukiman, Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kenyamanan termal siswa di dalam ruang kelas sekolah dasar di Kota Makassar. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yang pengambilan datanya dilakukan melalui survei pada enam sekolah dasar terpilih. Khusus artikel ini membahas studi kasus di SD Unggulan Toddopuli Makassar. Adapun data yang diambil meliputi data personal (pakaian dan aktifitas siswa) dan pengukuran parameter lingkungan: temperatur udara, kelembaban udara, rata-rata temperatur radiasi permukaan dan kecepatan aliran udara. Pada saat yang bersamaan siswa diminta mengisi kuesioner yang menanyakan tingkat kenyamanan yang dirasakan penghuni pada saat itu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ruang kelas memiliki temperatur yang tinggi (30°C pada pagi hari dan 33,4°C pada jam 11:35 WITA). Hal ini menjadi salah satu penyebab banyaknya siswa yang merasa tidak nyaman, sehingga kebanyakan mereka menginginkan adanya penurunan temperatur dan peningkatan kecepatan aliran udara. Pada akhirnya, sebagian besar (67,9%) siswa tidak menerima kondisi termal ruang kelas tersebut.

Kata-kunci : kenyamanan termal, sekolah dasar, temperatur, kecepatan aliran udara

Pendahuluan

Kenyamanan termal merupakan salah satu syarat bagi pengguna/pemakai ruangan supaya dapat beraktifitas dengan baik sehingga dapat lebih produktif. Sebuah studi lama menyebutkan bahwa ada pengaruh dari kualitas termal suatu ruangan kelas dengan prestasi belajar siswa (Pepler & Warner, 1968). Beberapa studi belakangan ini juga menunjukkan adanya hubungan positif antara kualitas ruangan (termasuk di dalamnya kondisi termal) dengan prestasi siswa (Mendell & Heath, 2005; Sensharma, Woods, & Goodwin, 1998).

Penelitian tentang kenyamanan termal di ruang kelas telah dilakukan di berbagai tempat di dunia (Buratti & Ricciardi, 2009; Corgnati, Ansaldo, & Filippi, 2009; Corgnati, Filippi, & Viazzo, 2007; Hwang, Lin, & Kuo, 2006; Kwok & Chun, 2003; Mors, Hensen, Loomans, & Boerstra,

2011; Teli, Jentsch, & James, 2012), termasuk di daerah tropis, yaitu di Singapura (Wong & Khoo, 2003). Namun sayangnya, penelitian semacam ini, masih sangat kurang dilakukan di Indonesia.

Standar kenyamanan termal seperti ASHRAE Standard 55 (ASHRAE, 2004) telah banyak digunakan sebagai standar kenyamanan termal di berbagai negara. Guna mengukur kenyamanan termal yang dirasakan pengguna, maka menurut standar ini dilakukan survei dengan menggunakan kuesioner berdasarkan studi yang dilakukan oleh Fanger (1970). Kuesioner ini menanyakan sensasi termal yang dirasakan pengguna dalam tujuh skala yaitu: *hot* (panas, nilai 3), *warm* (hangat nilai 2), *slightly warm* (agak hangat, nilai 1), *neutral* (netral, nilai 0), *slightly cool* (agak sejuk, nilai -1), *cool* (sejuk, nilai -2), dan *cold* (dingin, nilai -3). Namun, jauh sebelumnya Bedford (1936) juga telah mengajukan

metode pengukuran kenyamanan termal yang juga terdiri dari tujuh skala yaitu *much too warm* (sangat terlalu hangat, nilai 3), *too warm* (terlalu hangat nilai 2), *comfortably warm* (nyaman hangat, nilai 1), *comfortable* (nyaman, nilai 0), *comfortably cool* (nyaman sejuk, nilai -1), *too cool* (terlalu sejuk, nilai -2), dan *much too cool* (sangat terlalu sejuk, nilai -3).

Kebanyakan sekolah yang ada di Indonesia dibangun secara prototipe, tanpa didasari oleh pertimbangan kondisi iklim setempat. Sekolah-sekolah tersebut dibangun dengan standar yang sama tanpa memperhitungkan kenyamanan pengguna ruangan, dalam hal ini murid-murid sekolah dasar, yang usianya masih muda (6-12 tahun). Selama ini ruang-ruang kelas yang ada sangat bergantung pada sistem penghawaan alami.

Kondisi ruang-ruang kelas yang ada masih sangat jauh dari kondisi nyaman. Hal ini ditandai dengan banyaknya ruang kelas dilengkapi dengan kipas angin. Sejak pagi hari ruang kelas sudah dibantu dengan aliran udara dari kipas angin guna membuat murid-murid nyaman dalam mengikuti pembelajaran di ruang kelas masing. Hal inilah yang melatarbelakangi penulis untuk mengadakan penelitian ini di sekolah-sekolah dasar di Kota Makassar. Secara khusus peneliti akan membahas dua hal dalam artikel ini, sebagai berikut:

- Kondisi lingkungan termal ruang-ruang kelas sekolah dasar di Kota Makassar.
- Respon pengguna (murid) terhadap kondisi lingkungan termal ruang kelas yang ada.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif. Namun dalam pembahasannya menggunakan penggabungan metode kuantitatif dan kualitatif.

Metode Pengumpulan Data

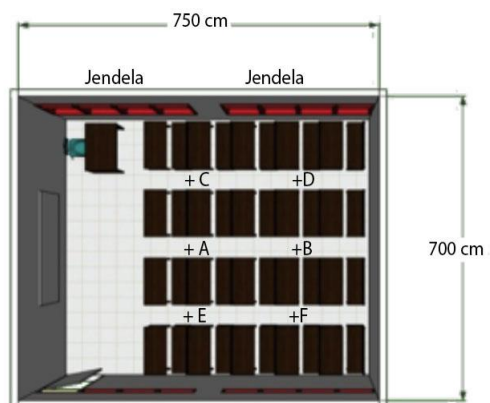
Pengumpulan data dilakukan melalui metode *survei*. Pengumpulan data telah dilakukan di enam sekolah dasar terpilih di enam kecamatan di Kota Makassar. Pelaksanaan survei dibagi atas dua bagian yaitu:

1) survei pengukuran obyektif yang meliputi pengumpulan data personal berupa pakaian yang digunakan dan aktifitas siswa, dan data parameter lingkungan berupa temperatur udara, *mean radiant temperature* (MRT), kelembaban udara, dan kecepatan aliran udara. Peralatan yang digunakan adalah satu set LSI-LASTEM Multi Logger yang mengukur temperatur udara, kelembaban udara dan MRT dan enam data logger HOBO, yang digunakan untuk mengukur temperatur, kelembaban udara, dan kecepatan aliran udara. Peralatan diletakkan pada ketinggian 1.00 meter di atas permukaan lantai dengan posisi seperti terlihat pada Gambar 1;

2) pengukuran subyektif, yang mengukur tingkat kenyamanan termal yang dirasakan oleh penghuni. Hal ini dilakukan dengan cara murid-murid diminta untuk mengisi kuisisioner survei kenyamanan termal. Kuesioner ini dibuat berdasarkan kuisisioner dari Wong dan Khoo (2003). Suasana pengukuran terlihat pada Gambar 2.

Metode Analisis Data

Data-data yang telah dikumpulkan selanjutnya diolah dan dianalisis dengan menggunakan bantuan perangkat lunak (*software*) Microsoft Excel dan SPSS. Microsoft Excel digunakan untuk mentabulasi data, mengolah, memilah-milah dan mengelompokkan data berdasarkan kelas, lokasi, dll. Data ini selanjutnya dianalisis dengan SPSS guna mendapat Persentase dan kecenderungan hubungan data.



Gambar 1. Posisi alat ukur di salah satu ruang kelas SD Unggulan Toddopuli



Gambar 2. Pelaksanaan survei di salah satu ruang kelas SD Unggulan Toddopuli

Hasil dan Pembahasan

Gambaran Umum Responden

Tabel 1. Data Responden dan Waktu Pengukuran di SD Unggulan Toddopuli

No	Kelas	Jumlah Responden	Waktu Pengukuran
1	Kelas VB	39	07:55-08:25
2	Kelas VA	38	08:30-09:00
3	Kelas VIB	37	09:05-09:35
4	Kelas VIA	35	09:50-10:20
5	Kelas IVA	39	10:30-11:00
6	Kelas IVB	36	11:05-11:35
	Jumlah	224	

Jumlah responden seluruhnya adalah 224 orang (Tabel 1) yang terdiri dari 112 laki-laki dan 112 wanita. Umur responden antara 9 hingga 13 tahun dengan proporsi terbanyak adalah usia 11 tahun (35,7%) diikuti oleh usia 10 tahun (27,7%), dan 12 tahun (25,4%). Persentase paling sedikit adalah yang berusia 13 tahun (4,5%) diikuti oleh yang berusia 9 tahun (6,7%).

Pakaian yang dipakai oleh responden terbanyak adalah pakaian seragam putih merah sebanyak 97,8%, dan hanya 2,2% yang memakai pakaian batik. Sebanyak 89,3% siswa memakai rompi. Selain itu, sekitar 99% wanita menggunakan jilbab.

Posisi duduk responden ditentukan berdasarkan kedekatannya dengan posisi alat ukur ditempatkan. Adapun persentasenya adalah sebagai

berikut: Posisi A 11,2%, Posisi B 16,1%, Posisi C 14,3%, Posisi D 21,0%, Posisi E 15,2%, dan Posisi F 22,3%.

Kondisi Lingkungan Termal

Kondisi lingkungan termal pada saat pengukuran di enam ruang kelas dapat dilihat pada Tabel 2. Seperti terlihat pada Tabel 2, temperatur udara mengalami pertambahan secara gradual dari pagi hari sampai menjelang siang hari. Sebaliknya kelembaban relatif mengalami penurunan. Pada pagi hari (jam 07:55 WITA) temperatur rata-rata dalam ruang kelas telah melampaui 30°C, dengan kelembaban relatif 73%. Menjelang tengah hari (jam 11:35 WITA) temperatur naik mendekati 33,4°C dan kelembaban relatif turun menjadi 62%.

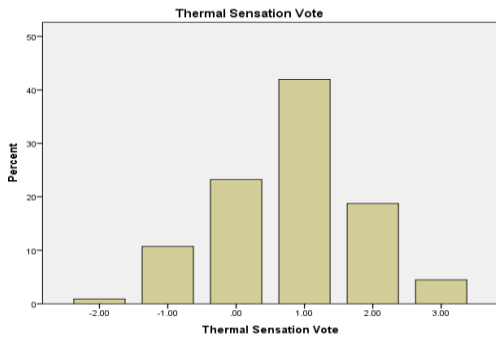
Tabel 2. Rata-rata Hasil Pengukuran Lingkungan Termal di SD Unggulan Toddopuli

Kelas	Temp (°C)	RH (%)	MRT (°C)	Kec. Udara (m/s)
Kelas VB	30,29	73,09	30,03	0.14
Kelas VA	31,16	72,13	31,07	0.07
Kelas VIB	31,74	69,43	31,64	0.08
Kelas VIA	32,73	66,15	32,69	0.09
Kelas IVA	33,26	64,27	33,19	0.09
Kelas IVB	33,38	61,79	33,30	0.10

Respon terhadap Kenyamanan Termal

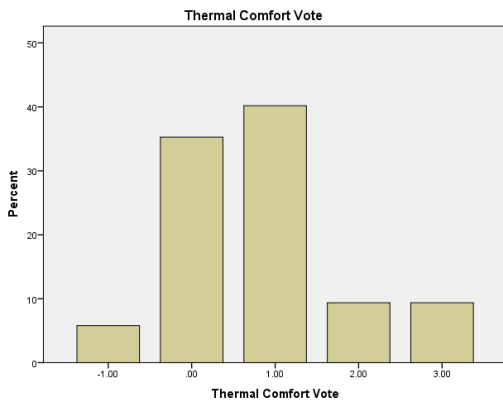
Gambar 3 memperlihatkan *Thermal Sensation Vote* (TSV) responden terhadap kondisi temperatur dalam ruang kelas. Hasil kuesioner menunjukkan bahwa kebanyakan responden (42%) memilih agak hangat, diikuti oleh 23,2% memilih netral, dan lebih 20% memilih hangat dan panas. Hal ini menunjukkan bahwa kebanyakan responden merasa temperatur di dalam ruang kelas panas, sehingga mereka merasa tidak nyaman. Hal ini sesuai dengan hasil pengukuran yang menunjukkan temperatur rata-rata di atas 30°C pada pagi hari, bahkan telah mencapai 33,4°C pada saat menjelang tengah hari (lihat Tabel 2). Pakaian yang digunakan siswa juga turut memberi andil dalam menentukan perasaan nyaman. Penggunaan rompi yang dipakai oleh sekitar 90% siswa

tentunya berkontribusi terhadap kenyamanan termal siswa.



Gambar 3. Persentase *Thermal Sensation Vote* (TSV)

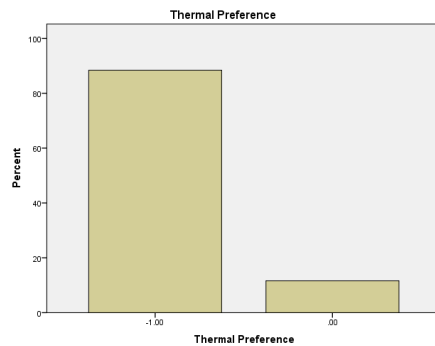
Gambar 4 memperlihatkan *thermal comfort vote* (TCV) dari responden. Seperti terlihat pada gambar, hampir 60% responden memilih nyaman hangat sampai panas dan hanya sekitar 35% responden yang memilih nyaman (*comfortable*). Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar responden merasa tidak nyaman dengan kondisi termal ruang kelas yang digunakan.



Gambar 4. Persentase *Thermal Comfort Vote* (TCV)

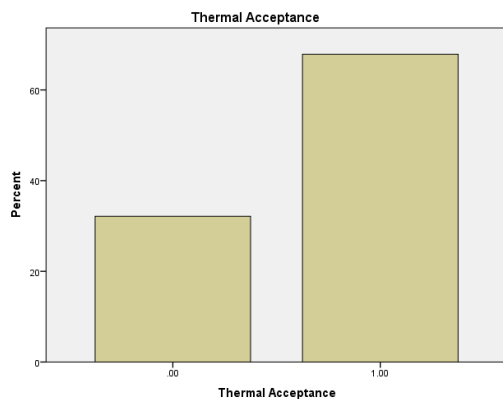
Pada bagian ini preferensi termal (*thermal preference*) ini siswa ditanya tentang keinginannya terhadap temperatur di ruang kelas. Mereka di beri tiga pilihan yaitu: mau lebih panas, tidak ada perubahan, atau mau lebih dingin. Gambar 5 memperlihatkan pilihan responden terhadap preferensi termal siswa yang menunjukkan sebagian besar responden (88,4%) menginginkan dilakukan perubahan agar ruangan lebih dingin,

dan hanya sebagian kecil (11,6%) yang sudah merasakan nyaman dengan kondisi yang ada, dan tidak ada satupun siswa yang ingin temperatur ruangan ditambah.



Gambar 5. Persentase *Thermal Preference*

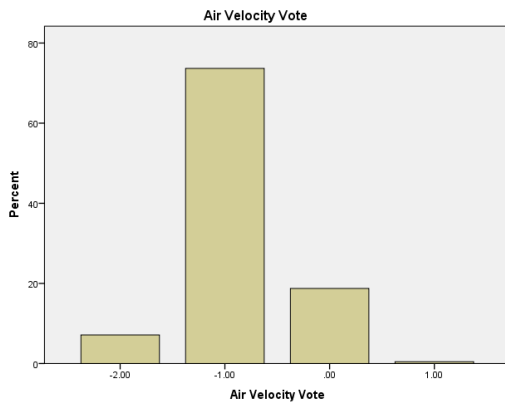
Terdapat dua pilihan pada penerimaan kondisi termal (*thermal acceptance*) yaitu diterima atau tidak Diterima. Gambar 6 memperlihatkan pilihan responden terhadap *thermal acceptance* yaitu sebagian besar responden 67,9% memilih tidak menerima kondisi termal ruangan dan hanya 32,1% yang menerima kondisi termal ruangan.



Gambar 6. Persentase *Thermal Acceptance*

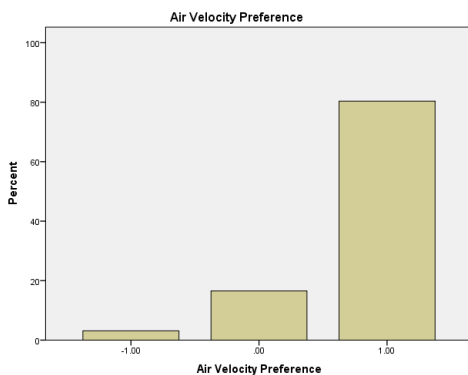
Terdapat lima pilihan untuk menilai ada tidaknya aliran udara (*air velocity*) yang dirasakan oleh responden dalam ruang kelas, yaitu tidak ada aliran udara (-2), ada sedikit aliran udara (-1), aliran udara sesuai (0), aliran udara kencang (1), aliran udara sangat kencang (2). Gambar 7 memperlihatkan bahwa sebagian besar respon-

den (57,5%) merasakan ada sedikit aliran udara dalam ruangan, dan hanya sedikit (28,1%) responden merasa aliran udara sudah sesuai, sedangkan 13,8% responden memilih tidak ada aliran udara. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum tidak terdapat aliran udara yang signifikan di dalam ruang kelas yang mampu meningkatkan kenyamanan termal siswa.



Gambar 7. Persentase *Air Velocity Vote*

Terdapat tiga pilihan pada kuisioner untuk menilai preferensi responden terhadap kecepatan aliran udara (*air velocity*) dalam ruangan yang dirasakan yaitu kecepatan dikurangi (nilai -1), tidak ada perubahan (nilai 0), kecepatan ditambah (nilai 1). Gambar 8 memperlihatkan bahwa sebagian besar responden (80,4%) menginginkan penambahan kecepatan aliran udara di dalam ruang.



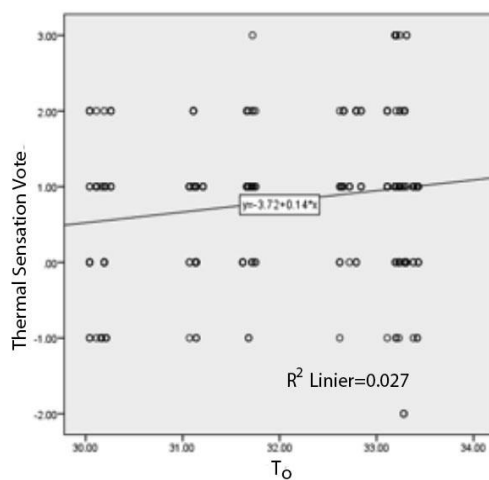
Gambar 8. Persentase *Air Velocity Preference*

Temperatur Netral

Temperatur netral (T_n) adalah salah satu indikator yang biasa digunakan untuk memprediksi kenyamanan termal pengguna. Pada umumnya dibuat regresi antara temperatur operasional (T_o) dengan TSV. Untuk penelitian ini, regresi tersebut dapat dilihat pada Gambar 9. Sesuai dengan gambar tersebut maka hubungan nilai TSV dapat diprediksi dengan menggunakan nilai T_o sebagai berikut:

$$TSV = 0,14T_o - 3,72 \dots\dots\dots (1)$$

Dengan menggunakan rumus 1, maka diperoleh T_n untuk kasus ini adalah 26,6°C. Temperatur netral ini lebih rendah dari nilai yang diperoleh oleh Wong dan Khoo (2003) di Singapura dan Baharuddin, dkk (2016) di Gowa. Perbedaan ini mungkin diakibatkan oleh adanya perbedaan usia responden. Wong dan Khoo (2003) memperoleh T_n 28,8°C berdasarkan penelitian yang diadakan di Singapura, respondennya adalah siswa sekolah menengah, yang usianya lebih tua dari penelitian ini. Sedangkan Baharuddin, dkk (2016) menemukan nilai T_n 29,6°C yang didasarkan pada survei di ruang kelas uni-versitas dengan usia responden 18-20 tahun. Namun demikian, hasil ini mirip dengan yang diperoleh oleh Kwok (1998) di Hawaii yaitu 26,8°C dan oleh Hwang, dkk (2006) di Taiwan dengan T_n 26,3°C.



Gambar 9. Regresi TSV terhadap Temperatur Operasional

Kesimpulan

Dari hasil pengukuran dan analisis kenyamanan termal di SD Unggulan Toddopuli Kota Makassar dapat disimpulkan bahwa kondisi lingkungan termal berada di atas zona nyaman dengan rata-rata temperatur berkisar 30,30°C-33,5°C. Hal ini menjadi salah satu faktor penyebab banyaknya siswa yang merasa tidak nyaman, sehingga kebanyakan mereka menginginkan adanya penurunan temperatur yang bermuara pada sebagian besar tidak menerima kondisi termal ruang kelas. Selain hal tersebut mereka juga menginginkan adanya peningkatan kecepatan aliran udara di dalam ruang kelas. Guna mengurangi beban panas bagi siswa, disarankan untuk tidak menggunakan rompi selama berada di dalam ruang kelas.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dibiayai oleh Dana Hibah Kompetensi Ristek Dikti tahun 2016, sesuai dengan Surat No. 0299/E3/2016, tanggal 27 Januari 2016. Karena itu penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dana penelitian tersebut, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan survei dan analisis data, khususnya kepada mahasiswa Program Doktor Arsitektur, Universitas Hasanuddin Angkatan 2015, yang tergabung dalam Laboratorium Sains dan Teknologi Bangunan.

Daftar Pustaka

ASHRAE (2004). *Thermal Environmental Condition for Human Occupancy (ASHRAE Standard 55)*. ASHRAE: Atlanta US.

Baharuddin, Ishak, M.T., Beddu, S., & Osman, M.Y. (2016). Thermal Comfort Analyses of University Classroom in the Tropics. Accepted for Publication in *Structural Survey*.

Bedford, T. (1936). Warmth factor in comfort at work. Med Res Council, Industry Health Res Board, *Report No 76*. HMSO.

Buratti, Cinzia, & Ricciardi, Paola. (2009). Adaptive analysis of thermal comfort in university classrooms: Correlation between experimental data and mathematical models. *Building and Environment*, 44 (4), 674-687.

Corgnati, Stefano Paolo, Ansaldi, Roberta, & Filippi, Marco. (2009). Thermal comfort in Italian classrooms under free running conditions during mid seasons: Assessment through objective and subjective approaches. *Building and Environment*, 44 (4), 785-792.

Corgnati, Stefano Paolo, Filippi, Marco, & Viazzo, Sara. (2007). Perception of the thermal environment in high school and university classrooms: Subjective preferences and thermal comfort. *Building and Environment*, 42(2), 951-959.

Fanger, P.O. (1970). *Thermal Comfort—Analysis and Applications in Environmental Engineering*. Copenhagen.: Danish Technical Press.

Hwang, Ruey-Lung, Lin, Tzu-Ping, & Kuo, Nai-Jung. (2006). Field experiments on thermal comfort in campus classrooms in Taiwan. *Energy and Buildings*, 38 (1), 53-62.

Kwok, Alison G. (1998). Thermal comfort in tropical classrooms, *ASHRAE Transactions* 104 (1B) (1998) 1031-1047.

Kwok, Alison G., & Chun, Chungyoon. (2003). Thermal comfort in Japanese schools. *Solar Energy*, 74 (3), 245-252.

Mendell, M.J., & Heath, G.A. (2005). Do indoor pollutants and thermal conditions in schools influence student performance? A critical review of the literature. *Indoor Air*, 15, 27-52.

Mors, Sander ter, Hensen, Jan L. M., Loomans, Marcel G. L. C., & Boerstra, Atze C. (2011). Adaptive thermal comfort in primary school classrooms: Creating and validating PMV-based comfort charts. *Building and Environment*, 46 (12), 2454-2461.

Pepler, R.D., & Warner, R.E. (1968). Temperature and learning: an experimental study. *ASHRAE Transactions*, 74 (1), 211-224.

Sensharma, N.P., Woods, J.E., & Goodwin, A.K. . (1998). Relationship between the indoor environment and productivity: a literature review. *ASHRAE Transactions*, 1A, 104.

Teli, Despoina, Jentsch, Mark F., & James, Patrick A. B. (2012). Naturally ventilated classrooms: An assessment of existing comfort models for predicting the thermal sensation and preference of primary school children. *Energy and Buildings*, 53 (0), 166-182.

Wong, Nyuk Hien, & Khoo, Shan Shan. (2003). Thermal comfort in classrooms in the tropics. *Energy and Buildings*, 35 (4), 337-351.