

PREDIKSI KENYAMANAN TERMAL DENGAN PMV DI SMK 1 WONOSOBO

Hermawan^a, Eddy Prianto^b, Erni Setyowati^c

^aMahasiswa Program Doktor Arsitektur UNDIP Semarang

^{b,c}Doktor Arsitektur UNDIP Semarang

E-mail: ^a hermawanarsit@gmail.com

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima : 27 Desember 2013

Disetujui : 20 Januari 2014

Kata Kunci:

Kenyamanan Termal, PMV,
SMK 1 Wonosobo

ABSTRAK

Kenyamanan Termal merupakan kondisi pikir seseorang terhadap lingkungannya. Dewasa ini telah banyak penelitian kenyamanan termal yang menggunakan kenyamanan termal adaptif dikarenakan bahwa PMV (Predicted Mean Vote) tidak cocok untuk ruang yang berventilasi alami. PMV hanya cocok untuk ruang yang berventilasi buatan (AC). Salah satu ruang laboratorium komputer di SMK 1 Wonosobo menggunakan gabungan ventilasi alami dan buatan sehingga perlu diverifikasi apakah PMV berlaku di ruang dengan ventilasi gabungan di SMK 1 Wonosobo. Metode yang digunakan menggunakan metode kuantitatif dengan berdasar pada teori PMV dari Fanger. Kondisi iklim diukur menggunakan alat-alat pengukur iklim. Software yang digunakan adalah Software ASHRAE yang berdasar pada teori PMV. Hasil yang didapat bahwa prediksi kenyamanan termal di SMK 1 agak hangat (agak tidak nyaman)

ARTICLE INFO

Article History

Received : December 27, 2013

Accepted : January 20, 2014

Key Words :

Thermal comfort, PMV, SMK 1
Wonosobo

ABSTRACT

Thermal comfort is a condition thought someone on the environment. There have been many studies of thermal comfort using adaptive thermal comfort because that PMV (Predicted Mean Vote) is not suitable for naturally ventilated spaces. PMV is only suitable for artificial ventilated space (AC). One of the computer laboratory at SMK 1 Wonosobo using a combination of natural and artificial ventilation so it needs to be verified whether the PMV apply in space combined with ventilation at SMK 1 Wonosobo. The method used by the quantitative method based on the theory of Fanger PMV. Climate conditions were measured using measuring tools climate. Software used is based on the ASHRAE Software PMV theory. The results that the prediction of thermal comfort in SMK 1 slightly warm (rather uncomfortable)

1. PENDAHULUAN

Penghuni bangunan yang berventilasi alami lebih toleransi terhadap kondisi iklim lingkungannya. Menurut penelitian Kim dan de Dear (2012) yang meneliti perbandingan bangunan berventilasi alami dan buatan dengan menggunakan faktor IEQ (*Indoor Environment Quality*) didapat bahwa penghuni bangunan yang berventilasi alami lebih toleransi terhadap kondisi iklim. Hal ini bisa diterima karena dimungkinkan adanya

kontrol yang mudah terhadap lingkungannya dengan kemampuan membuka tutup jendela sesuai dengan keinginan dari penghuni. Sisi lain adalah adanya penyesuaian dari penghuni dengan merubah aktivitas penghuni yang dapat membuat penerimaan dari kondisi iklim yang ada. Berhubungan dengan psikologi, harapan dari penghuni bangunan berventilasi alami lebih rendah dibanding dengan harapan dari penghuni bangunan berventilasi buatan sehingga penerimaan penghuni lebih tinggi.

Standard kenyamanan termal internasional yang digunakan saat ini adalah ISO 7730 (2005), ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating, Air Conditioning Engineers) Standard 55 tahun 2010 dan European Standard EN 15251. Perlu adanya perbandingan antara kenyamanan termal PMV yang disebut beberapa peneliti sebagai kenyamanan termal statik dan kenyamanan termal adaptif yang mempunyai banyak kelebihan. Kenyamanan termal adaptif sangat memperhatikan faktor psikologi dari penghuni sehingga penerimaan dari teori adaptif juga lebih besar dibanding teori PMV (Halawa and Hoof, 2012).

Kenyamanan Termal didefinisikan sebagai rasa nyaman dari seseorang terhadap lingkungannya karena terciptanya keseimbangan antara pertukaran panas tubuh dan lingkungannya (pertukaran radiatif, konvektif, pernapasan, konduksi terhadap jenis pakaiannya dan keringatnya). Enam parameter pengukur kenyamanan termal seseorang adalah terdiri dari 4 (empat) parameter lingkungan dan 2 (dua) parameter perorangan yaitu suhu udara, suhu radiasi matahari rata-rata, kelembaban, kecepatan udara, pakaian dan aktivitas. (Fanger dalam Prianto, 2003)

PMV merupakan teori kenyamanan termal yang memprediksi kenyamanan termal seseorang dengan melihat pada indeks PMV. Selain PMV sebagai indeks kepuasan terhadap termal, ada indeks PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*) yang memprediksi ketidakpuasan seseorang terhadap lingkungannya. (Prianto, 2012) Penghitungan PMV-PPD berdasarkan dari teori Fanger telah ada software yang membantu untuk melakukan prediksi kenyamanan termal.

Setelah banyak peneliti menemukan kekurangan dari PMV yang dianggap tidak cocok untuk bangunan berventilasi alami, berkembang penelitian kenyamanan adaptif seperti yang telah dilakukan oleh Indraganti

dan Rao (2010) yang meneliti pengaruh dari usia, gender, kelompok ekonomi dan jabatan pekerjaan terhadap kenyamanan termal yang dilakukan di bangunan rumah tinggal pada iklim panas dan dingin dengan variasi musim. Hasil penelitian ini menganggap bahwa usia, gender dan jabatan dalam pekerjaan mempunyai korelasi yang lemah terhadap kenyamanan termal. Sedangkan penerimaan termal wanita, subyek yang lebih tua lebih tinggi. Level ekonomi dari subyek mempunyai korelasi yang signifikan terhadap kenyamanan termal. Rentang nyaman dari level ekonomi yang paling rendah ditemukan pada suhu 27,3-33,1°C.

Kenyamanan termal yang berdasar pada teori PMV perlu dibandingkan dengan kenyamanan termal yang disurvei secara langsung (*field study*) termasuk di ruang laboratorium SMK 1 Wonosobo yang mempunyai ventilasi gabungan antara ventilasi alami dan ventilasi buatan.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian terletak di Kabupaten Wonosobo Jawa Tengah tepatnya di SMK 1 Wonosobo. SMK 1 Wonosobo merupakan Sekolah Menengah Kejuruan yang mempunyai program studi berbasis informatika sehingga beberapa pembelajaran menggunakan ruang laboratorium komputer. Laboratorium Komputer merupakan ruang pembelajaran komputer sehingga suhu udara bertambah panas dikarenakan komputer merupakan barang elektronik yang mengeluarkan panas.

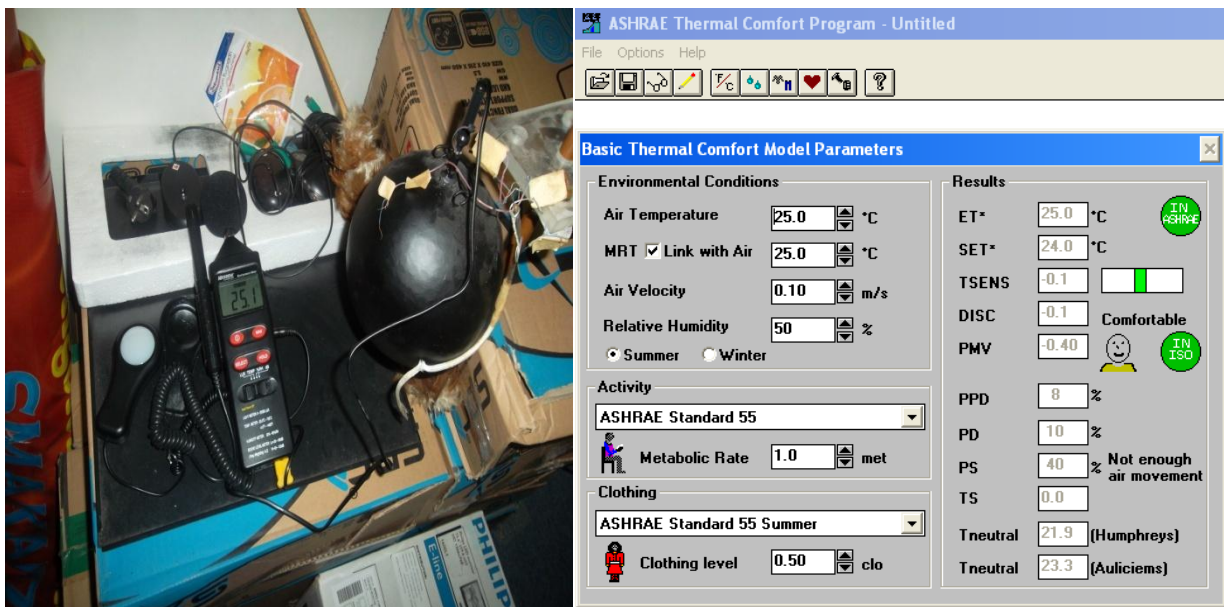
Penelitian dilakukan pada satu ruang laboratorium komputer dengan dua kelompok siswa yang berbeda. Masing-masing kelompok siswa berjumlah 32 siswa sehingga total siswa yang diteliti berjumlah 64 siswa. Ruang berukuran 8x9 m² dan berisi 32 komputer. Ruang kelas berventilasi alami dengan krepayak di atas jendela. Gambar ruang kelas dapat dilihat di bawah.



Gambar 1. Ruang Laboratorium Komputer SMK 1 Wonosobo
Sumber : Peneliti

Pengukuran iklim mikro dengan menggunakan alat pengukur iklim yaitu suhu udara dengan environment meter, suhu radiasi matahari rata-rata dengan black globe thermometer, kecepatan angin dengan anemometer, kelembaban udara dengan

environment meter. Software yang digunakan adalah software yang dikeluarkan oleh ASHRAE yang dapat didownload melalui internet. Gambar peralatan pengukuran dan gambar depan *ASHRAE Thermal Comfort Program* dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 2. Alat-alat pengukuran dan software yang digunakan
Sumber : Peneliti

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan September yang merupakan musim penghujan. Suhu udara di dalam ruang menggunakan gabungan ventilasi alami dan ventilasi buatan (AC) dan suhu udara yang didapat pada saat pengukuran adalah 25°C. Suhu radiasi matahari rata-rata didapat 25,1°C hanya selisih 0,1°C dan hal ini relevan dengan penelitian dari Sugini (2012) yang menyebut bahwa suhu radiasi matahari rata-rata di daerah tropis hampir sama atau tidak berbeda jauh dengan suhu udara. Kelembaban yang

didapat 78,5% dan pergerakan angin tidak ada (0 m/s).

Variabel personal yang terdiri dari variabel pakaian dan aktivitas di ruang laboratorium sebagian besar sama dikarenakan pemakaian seragam wajib di SMK. Beberapa siswa yang tidak seragam lebih dikarenakan pemakaian tambahan pakaian seperti jilbab. Pakaian tersebut setelah dimasukkan dalam program kenyamanan termal ASHRAE mempunyai nilai 0,88-1 clo. Meskipun jilbab belum ada di dalam program ASHRAE, akan tetapi nilai

jilbab dianggap sama dengan pakaian yang tipis. Sedangkan aktivitas yang dilakukan oleh siswa sama yaitu pekerjaan mengetik yang merupakan pekerjaan ringan dengan metabolisme sebesar 1,2 met.

Hasil perhitungan indeks PMV setelah dimasukkan dalam program seperti terlihat di bawah.

ASHRAE Thermal Comfort Program - Untitled

File Options Help

Basic Thermal Comfort Model Parameters

Environmental Conditions

Air Temperature: 25.0 °C

MRT ☒ Link with Air: 25.1 °C

Air Velocity: 0.10 m/s

Relative Humidity: 78 %

☐ Summer ☒ Winter

Activity

Filing, seated

Metabolic Rate: 1.2 met

Clothing

Clothing level: 0.88 clo

Results

ET*: 26.3 °C Too Humid

SET*: 28.6 °C

TSENS: 0.5

DISC: 1.0 Slightly Uncomfortable

PMV: 0.84 Above ISO

PPD: 20 %

PD: 10 %

PS: 40 % Not enough air movement

TS: 0.3

Tneutral: 23.3 (Humphreys)

Tneutral: 24.0 (Auliciems)

Gambar 3. Hasil Perhitungan Kenyamanan Termal PMV

Sumber : Analisis Peneliti

Hasil perhitungan memperlihatkan nilai ET* sebesar 26,3°C, SET* sebesar 28,6°C, TSENS sebesar 0.5, DISC sebesar 1.0, PMV sebesar 0,84, PPD sebesar 20%, PD sebesar 10%, PS sebesar 40%, TS sebesar 0,3. Tneutral 23,3 berdasarkan teori Humphreys dan Tneutral 24,0 berdasarkan teori Auliciems. Hasil dari Indeks PMV sebesar 0,84 dapat dikatakan sebagai *slightly uncomfortable* atau agak tidak nyaman (agak hangat).

Dari data lapangan (*field study*), 64 responden diberi kuesioner dengan 7 skala sensasi termal dengan keterterimaan termal nilai -3 untuk dingin, -2 untuk sejuk, -1 untuk agak sejuk, 0 untuk nyaman, 1 untuk agak hangat, 2 untuk hangat, dan 3 untuk panas, sedangkan untuk preferensi termal digunakan nilai -1 untuk lebih hangat, 0 untuk tetap, 1 untuk lebih sejuk. Hasil data yang didapat sebagai berikut.

Tabel 1. Data Keterterimaan dan Preferensi Termal Siswa SMK 1 Wonosobo

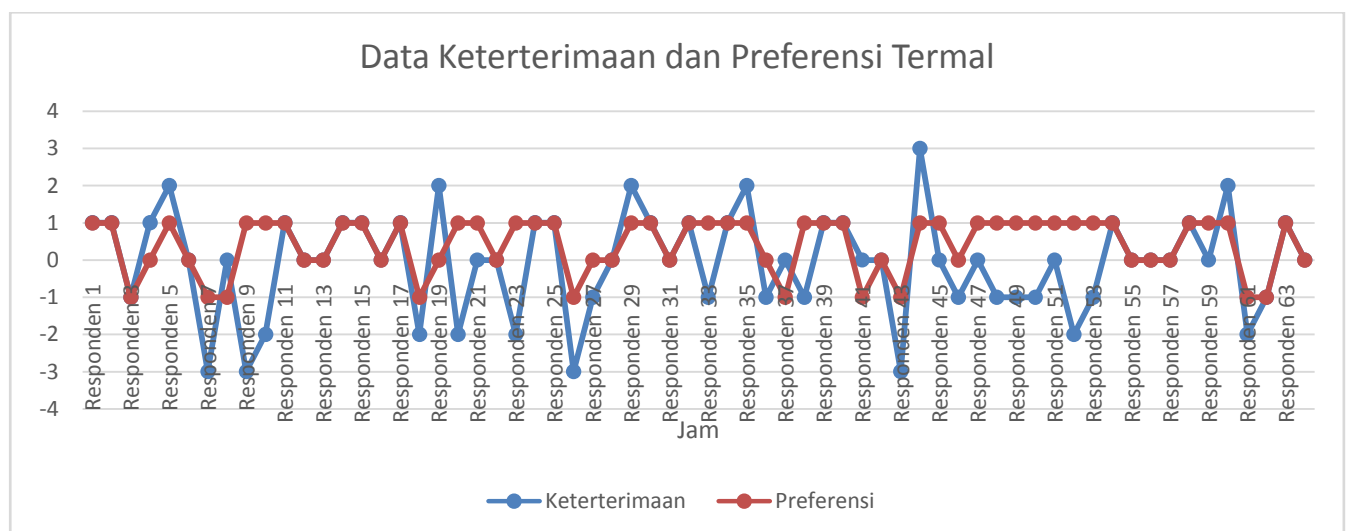
No	Responden	Keterterimaan	Keterangan	Preferensi	Keterangan
1	Responden 1	1	Agak Hangat	1	Lebih sejuk
2	Responden 2	1	Agak Hangat	1	Lebih sejuk
3	Responden 3	-1	Agak Sejuk	-1	Lebih hangat
4	Responden 4	1	Agak Hangat	0	Tetap
5	Responden 5	2	Hangat	1	Lebih sejuk
6	Responden 6	0	Nyaman	0	Tetap
7	Responden 7	-3	Dingin	-1	Lebih hangat
8	Responden 8	0	Nyaman	-1	Lebih hangat
9	Responden 9	-3	Dingin	1	Lebih sejuk
10	Responden 10	-2	Sejuk	1	Lebih sejuk
11	Responden 11	1	Agak Hangat	1	Lebih sejuk
12	Responden 12	0	Nyaman	0	Tetap
13	Responden 13	0	Nyaman	0	Tetap
14	Responden 14	1	Agak Hangat	1	Lebih sejuk
15	Responden 15	1	Agak Hangat	1	Lebih sejuk
16	Responden 16	0	Nyaman	0	Tetap
17	Responden 17	1	Agak Hangat	1	Lebih sejuk
18	Responden 18	-2	Sejuk	-1	Lebih hangat
19	Responden 19	2	Hangat	0	Tetap
20	Responden 20	-2	Sejuk	1	Lebih sejuk
21	Responden 21	0	Nyaman	1	Lebih sejuk
22	Responden 22	0	Nyaman	0	Tetap
23	Responden 23	-2	Sejuk	1	Lebih sejuk
24	Responden 24	1	Agak Hangat	1	Lebih sejuk
25	Responden 25	1	Agak Hangat	1	Lebih sejuk
26	Responden 26	-3	Dingin	-1	Lebih hangat
27	Responden 27	-1	Agak Sejuk	0	Tetap
28	Responden 28	0	Nyaman	0	Tetap
29	Responden 29	2	Hangat	1	Lebih sejuk
30	Responden 30	1	Agak Hangat	1	Lebih sejuk
31	Responden 31	0	Nyaman	0	Tetap
32	Responden 32	1	Agak Hangat	1	Lebih sejuk
33	Responden 33	-1	Agak Sejuk	1	Lebih sejuk
34	Responden 34	1	Agak Hangat	1	Lebih sejuk
35	Responden 35	2	Hangat	1	Lebih sejuk
36	Responden 36	-1	Agak Sejuk	0	Tetap
37	Responden 37	0	Nyaman	-1	Lebih hangat
38	Responden 38	-1	Agak Sejuk	1	Lebih sejuk
39	Responden 39	1	Agak Hangat	1	Lebih sejuk
40	Responden 40	1	Agak Hangat	1	Lebih sejuk
41	Responden 41	0	Nyaman	-1	Lebih hangat
42	Responden 42	0	Nyaman	0	Tetap
43	Responden 43	-3	Dingin	-1	Lebih hangat
44	Responden 44	3	Panas	1	Lebih sejuk
45	Responden 45	0	Nyaman	1	Lebih sejuk

46	Responden 46	-1	Agak Sejuk	0	Tetap
47	Responden 47	0	Nyaman	1	Lebih sejuk
48	Responden 48	-1	Agak Sejuk	1	Lebih sejuk
49	Responden 49	-1	Agak Sejuk	1	Lebih sejuk
50	Responden 50	-1	Agak Sejuk	1	Lebih sejuk
51	Responden 51	0	Nyaman	1	Lebih sejuk
52	Responden 52	-2	Sejuk	1	Lebih sejuk
53	Responden 53	-1	Agak Sejuk	1	Lebih sejuk
54	Responden 54	1	Agak Hangat	1	Lebih sejuk
55	Responden 55	0	Nyaman	0	Tetap
56	Responden 56	0	Nyaman	0	Tetap
57	Responden 57	0	Nyaman	0	Tetap
58	Responden 58	1	Agak Hangat	1	Lebih sejuk
59	Responden 59	0	Nyaman	1	Lebih sejuk
60	Responden 60	2	Hangat	1	Lebih sejuk
61	Responden 61	-2	Sejuk	-1	Lebih hangat
62	Responden 62	-1	Agak Sejuk	-1	Lebih hangat
63	Responden 63	1	Agak Hangat	1	Lebih sejuk
64	Responden 64	0	Nyaman	0	Tetap

Sumber : Analisa Peneliti

Dari data di atas dapat dilihat bahwa responden yang merasa panas 1,56%, merasa hangat 7,81%, merasa agak hangat sebesar 25,56%, merasa nyaman sebesar 31,25%, merasa agak sejuk sebesar 17,19%, merasa sejuk 9,38%, merasa dingin 6,25%. Jika dibandingkan dengan hasil dari software PMV terlihat bahwa PPD 20% ada ketidakpuasan dengan kriteria yang diprediksikan yaitu agak hangat sebesar 20%

dari responden. Akan tetapi hasil dari data lapangan hanya terdapat kesamaan dengan kriteria dalam software termal sebesar 25,56%. Ada perbedaan yang cukup besar dalam penentuan prediksi kenyamanan termal responden. Jika membandingkan antara keterterimaan termal dan preferensi termal dari data lapangan yang didapat maka dapat dilihat dari gambar grafik di bawah.



Gambar 3. Grafik Keterterimaan dan Preferensi Termal
Sumber : Analisa Peneliti

Grafik di atas memperlihatkan responden lebih banyak yang menginginkan perubahan terhadap kondisi termal yang ada. Hasil dari survey memperlihatkan responden yang menginginkan kondisi kenyamanan termal yang ada sebesar 26,56%, sedangkan yang menginginkan lebih sejuk sebesar 59,38% sehingga responden yang menginginkan lebih hangat sebesar 14,06%.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa software kenyamanan termal yang didasarkan pada teori PMV untuk SMK 1 Wonosobo yang terletak di daerah tropis kurang sesuai dengan hasil keterterimaan kenyamanan termal yang didapat dari survey secara langsung di lapangan (*field study*). Hal ini sejalan dengan banyaknya pendapat dari peneliti bahwa ada perbedaan yang signifikan antara prediksi kenyamanan termal PMV dengan hasil data di lapangan terutama untuk daerah tropis dan bangunan berventilasi alami (Deube and de Dear, 2012).

Arens, Humphreys, de Dear and Zhang (2010) juga meneliti tentang pembagian kelas atau kategori dalam kenyamanan termal dan menganggap bahwa ketiga kategori kenyamanan termal yang dikeluarkan oleh ASHRAE 55 tidak berbeda secara signifikan. Meskipun ketiga kategori atau kelas kenyamanan termal ini merupakan penyempurnaan dari PMV dan PPD dari Fanger akan tetapi hal ini masih dipertanyakan kebenarannya. Hasil penelitian di SMK 1 Wonosobo juga selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh ter Mors, Hensen, Loomans, dan Boerstra (2011) yang meneliti Sekolah Primer di Belanda dengan responden anak usia 9-11 yang membandingkan antara studi lapangan dengan perhitungan PMV dari Fanger. Hasil yang didapat terdapat perbedaan yang jelas antara hasil studi lapangan dengan perhitungan PMV dari Fanger. Hal ini juga sejalan dengan Penelitian Conceicao, Gomes, Antao dan Lucio (2011) yang meneliti Taman Kanak-kanak berventilasi alami.

Menurut beberapa peneliti lain, memang belum ada yang mengakomodir pengetahuan yang mutlak untuk semua lokasi penelitian. Masih ada beberapa perbedaan-

perbedaan yang muncul dari beberapa lokasi penelitian. Untuk itu perlu adanya penelitian-penelitian lain dengan lokasi dan subyek yang berbeda.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arens, E; Humphreys, M.A; de Dear, R.J and Zhang, H. 2010. Are 'Class A' temperature requirements realistic or desirable? Building and Environment Journal.
- Conceicao, E.Z.E; Gomes, J.M.M; Antao, N.H and Lucio, M.M.J.R. 2011. Application of a developed adaptive model in the evaluation of thermal comfort in ventilated kindergarten occupied spaces. Building and Environment Journal.
- Deuble, M.P; de Dear, R.J. 2012. Mixed-Mode Buildings. A double standard in occupants comfort expectations. Building and Environment Journal.
- Halawa, E and van Hoof, J. 2012. The Adaptive Approach to Thermal Comfort: A Critical Overview. Energy and Buildings Journal.
- Indraganti, M and Rao, K.D. 2010. Effect of age, gender, economic group and tenure on thermal comfort: A field study in residential buildings in hot and dry climate with seasonal variations. Energy and Building Journal.
- Kim, J and de Dear, R. 2012. Impact of Different Building Ventilation Modes on Occupant Expectations of The Main IEQ Factors. Building and Environment Journal.
- Prianto, E. 2003. Design Jendela yang Tanggap Terhadap Tuntutan Kenyamanan Penghuni. BP UNDIP: Semarang
- Prianto, E. 2012. Dasar-Dasar Teori Kenyamanan Termal. Buku Ajar Fisika Bangunan Arsitektur UNDIP. Semarang.
- Sugini. 2012. The Effectiveness of The PMV Model in Predicting The Quality of Thermal Comfort in Learning Environments in A Warm Humid Tropical Zone. International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS.

Ter Mors, S; Hensen, J.L.M; Loomans,
M.G.L.C. and Boerstra, A.C. 2011.
Adaptive thermal comfort in primary

school classrooms: Creating and
validating PMV-based comfort charts.
Building and Environment Journal.