

KAJIAN PENGGUNAAN VENTILASI ALAMI TERHADAP KENYAMANAN TERMAL RUANG KELAS

(Studi Kasus : Sdn Pondok Jagung 1 Tangerang Selatan)

Abdullah Yeny¹, Muhammad Syarif Hidayat²

Program Studi Teknik Arsitektur, Universitas Mercu Buana, Jakarta

Email: ¹abdullaheny@gmail.com; ²syarifhidayat@mercubuana.ac.id

ABSTRAK

Manusia menginginkan kondisi yang nyaman dalam melaksanakan aktivitas. Salah satu kenyamanan yang penting adalah kenyamanan termal. Kenyamanan termal dapat mempengaruhi kinerja penghuni bangunan. Hal ini disebabkan kondisi panas yang berlebih dapat mengakibatkan rasa letih dan kantuk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kenyamanan termal para siswa dalam ruang kelas serta untuk mengetahui seberapa besar pengaruh bukaan terhadap kenyamanan termal siswa di ruang kelas. Objek dari penelitian ini adalah tiga ruang kelas di SDN Pondok Jagung 1, Kota Tangerang Selatan. Kelas yang diteliti adalah dua kelas di lantai satu dan satu kelas di lantai dua. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif dan kuantitatif yang digunakan sebagai metode pengumpulan data. Yaitu berupa kuesioner (Kualitatif) dan pengukuran kenyamanan termal menggunakan alat pengukuran (kuantitatif) berupa kecepatan angin (Anemometer Vane Probe), pengukuran suhu permukaan (Infrared Thermometer) dan pengukuran kelembapan ruangan. (Dry and Wet). Pengukuran yang dilakukan menggunakan tiga eksperimen yaitu dengan ventilasi tertutup semua, ventilasi terbuka menyilang dan ventilasi terbuka semua. Dari hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa semakin banyak ventilasi yang terbuka maka semakin rendah nilai PMV yang diperoleh karena suhu udara akan semakin dingin. Kemudian semakin banyak ventilasi yang dibuka maka nilai PPD (%) akan semakin menurun. Sehingga banyaknya ventilasi pada ruangan akan mempengaruhi kenyamanan termal ruangan. Sedangkan nilai kenyamanan termal yang diperoleh adalah kelas 3A dan 3B belum memenuhi kenyamanan termal. Namun kelas 4A adalah kelas yang paling mendekati zona Kenyamanan termal.

Kata Kunci: Kenyamanan Termal, PMV, Ruang Kelas

ABSTRACT

Humans want comfortable conditions in carrying out activities. One important comfort is thermal comfort. Thermal comfort can affect the performance of building occupants. This is due to excessive heat conditions can cause fatigue and drowsiness. This study aims to determine the effect of thermal comfort of students in the classroom and to find out how much influence the openings to the thermal comfort of students in the classroom. The object of this research is three classrooms in SDN Pondok Jagung 1, Kota Tangerang Selatan. The researches are two classes on the first floor and one class on the second floor. The method used in this research is qualitative and quantitative method used as data collection method. Namely the questionnaire (Qualitative) and thermal comfort measurements using measurement tools (quantitative) in the form of wind speed (Anemometer Vane Probe), measurement of surface temperature (Infrared Thermometer) and humidity measurement of the room. (Dry and Wet). Measurements were made using three experim- entes: all closed ventilation, open cross ventilation and all open ventilation. From these results it can be concluded that the more open ventilation, the lower the PMV values is obtained because the air temperature will be more cooling. Then the more ventilation opened then the value of PPD (%) will decrease further. So that the ventilation in the room will affect the thermal comfort of the room. While the thermal comfort value obtained is class 3A and 3B have not fulfilled thermal comfort. However class 4A is the class closest to the Thermal comfort zone.

Keywords: Thermal Comfort, PMV, Classroom

PENDAHULUAN

Dalam melaksanakan aktivitas, manusia umumnya menginginkan kondisi yang nyaman (Rahmadani, 2011), khususnya nyaman secara termal. Hal ini juga berlaku untuk ruangan kelas, karena kenyamanan termal dapat mempengaruhi kinerja siswa di dalam kelas (Foong, 2008). Hal ini disebabkan kondisi panas yang berlebih dapat mengakibatkan rasa letih, kantuk, dan meningkatkan jumlah angka kesalahan kerja (Grandjean, 1986 dalam Rahmadani, 2011). Oleh karena itu, kenyamanan termal di dalam ruangan kelas sangat penting untuk diperhatikan.

Aktivitas utama yang dilakukan di dalam ruangan kelas adalah belajar. Menurut Marsidi dan Ch. Desi Kusmindari (2009) dalam Rahmadani (2011), salah satu pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam mendukung proses belajar mengajar adalah lingkungan belajar, tempat terjadinya proses belajar mengajar, dimana salah satu variabel yang menjadi pertimbangan adalah kondisi iklim di dalam ruangan kelas.

Menurut artikel yang dibuat kompas.com (9 Mei 2012), salah satu sekolah percontohan di Kota Tangerang Selatan adalah SDN Pondok Jagung 1 yang merupakan sekolah pertama yang didirikan di Kota Tangerang Selatan. SDN Pondok Jagung 1 terletak di Jl. Raya Serpong, Kelurahan Pd. Jagung, Kecamatan Serpong Utara, Kota Tangerang Selatan, Provinsi Banten, merupakan sekolah yang memiliki banyak peminat didaerah sekitar, maka dari itu peneliti ingin mengetahui apakah sekolah percontohan ini sudah sesuai standar dari Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 24 Tahun 2007 tentang Standar Sarana Dan Prasarana Sekolah / Madrasah Pendidikan Umum, demi mencapainya tujuan bangunan belajar mengajar yang baik terutama untuk keadaan termal didalam kelas.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, penelitian ini mendapatkan rumusan masalah yaitu tentang kenyamanan ruang kelas yang tidak hanya sesuai dengan standar ukuran sirkulasi kelas yang memadai tetapi juga dilihat aspek kenyamanan siswa belajar didalam ruangan. Kenyamanan termal menjadi salah satu permasalahan dalam ruang kelas untuk mengotimalkan kegiatan siswa didalamnya. Kurangnya kenyamanan termal pada ruang kelas sering menyebabkan turunnya kualitas belajar siswa. Maka dari rumusan masalah penelitian ini didapati pertanyaan yaitu:

1. Bagaimana sensasi kenyamanan termal para siswa dalam ruang kelas?
2. Bagaimana pengaruh bukaan ventilasi terhadap kenyamanan siswa?

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui, mengevaluasi dan mengkaji penggunaan ventilasi alami terhadap kondisi termal yang terjadi diruang kelas SDN Pondok Jagung 1 Tangerang Selatan, apakah sesuai atau tidak dengan standar kenyamanan termal yang sudah ada.

Adapun tujuan dari penelitian ini tentu saja berkaitan dengan kenyamanan termal ruang. Berikut adalah tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kenyamanan termal para siswa dalam ruang kelas dan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh bukaan ventilasi terhadap kenyamanan termal siswa di ruang kelas.

Manfaat dari Penelitian ini adalah diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan, sebagai informasi dan masukan mengenai standarisasi kenyamanan ruang kelas yang berkaitan dengan sistem bukaan yang baik bagi bangunan sekolah. Diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi dinas pendidikan dalam tahap pembangunan Sekolah Dasar di wilayahnya, dalam kaitan dengan kenyamanan termal pada ruang belajar mengajar.

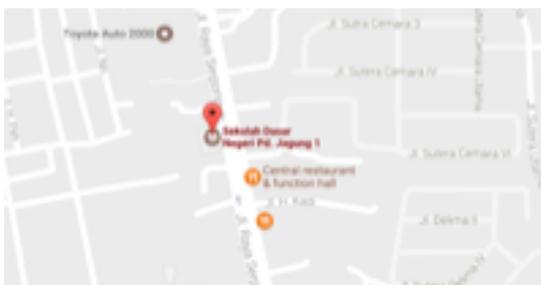
METODOLOGI

Metode pada penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu metode pengumpulan data dan metode pengolahan data. Metode yang digunakan untuk pengumpulan data adalah metode kualitatif dan kuantitatif. Metode kualitatif berupa pengumpulan hasil kuesioner dari responden pada tiap kelas. Sedangkan untuk metode kuantitatif dengan pengukuran suhu udara, suhu radiant, kecepatan angin dan kelembaban udara secara langsung di lapangan menggunakan dry and wet, infrared thermometer dan anemometer.

Selanjutnya metode pengolahan data menggunakan metode analisa deskriptif korelasi yaitu dengan membandingkan atau menghubungkan hasil dari pengukuran berupa suhu udara, suhu radiant, kecepatan angin dengan hasil kuesioner berupa tingkat kenyamanan termal.

Objek Penelitian

Lokasi objek penelitian adalah ruang kelas SDN Pondok Jagung 1 yang terletak di, Jl. Raya Serpong, Kelurahan Pondok Jagung, Kecamatan Serpong Utara, Kota Tangerang Selatan, Banten. SDN Pondok Jagung 1 di renovasi pada tahun 2006 kemudian mulai direnovasi kembali pada tahun 2012 dan ditetapkan sebagai sekolah percontohan di Kota Tangerang Selatan. Sekolah SDN Pondok Jagung 1 Tangerang Selatan didirikan di lahan seluas 1500 m².



Gambar 1. Lokasi penelitian

Sumber: Google Maps, 2017

Orientasi bangunan adalah tampak depan menghadap arah timur. Bangunan ini berhimpit di ketiga sisi bangunan yaitu sisi utara, sisi selatan dan sisi barat bangunan. Bangunan dengan dua lantai ini memiliki sebelas kelas dengan satu ruang guru, satu ruang UKS, satu ruang lab komputer, satu ruang kepala sekolah, tiga toilet dan satu perpustakaan. Fasad bangunan digunakan sebagai bukaan bangunan berupa jendela dan juga pintu. Bukaan bangunan berfungsi sebagai sirkulasi udara dalam bangunan.



Gambar 2. Tampak Objek penelitian

Sumber: Dok Pribadi, 2017

Bangunan dengan dua lantai ini memiliki sebelas kelas dengan satu ruang guru, satu ruang UKS, satu ruang lab komputer, satu ruang kepala sekolah, tiga toilet dan satu perpustakaan. Fasad bangunan digunakan sebagai bukaan bangunan berupa jendela dan juga pintu. Bukaan bangunan berfungsi sebagai sirkulasi udara dalam bangunan. Penelitian dilakukan

pada dua kelas yang berada pada lantai satu dan lantai dua gedung. Berikut merupakan letak dan keterangan kondisi tiga ruang kelas yang dilakukan penelitian.

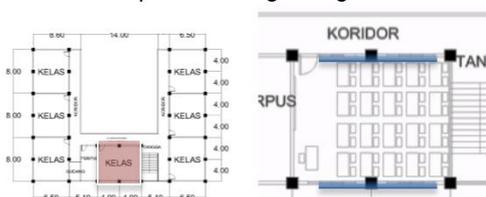
Kelas 3A



Gambar 3. Ruang Kelas 3A

Sumber: Dok Pribadi, 2017

Kelas 3A terletak di lantai dua gedung, letaknya berada ditengah bangunan sehigga hanya berhimpit pada kedua sisinya. Ketinggian kelas adalah 3.5 m dengan luas ruangan 52m² (6,5 m x8m). Terdapat masing-masing dua bukaan pada kedua sisi bangunana yaitu sisi timur dan sisi utara, ruang kelas didukung dengan satu papan tulis, satu lemari, satu meja guru, satu kursi guru, 20 meja siswa dan 40 kursi siswa. Warna ruangan didominasi dengan warna krem pada dinding ruang kelas.



Gambar 4. Lokasi Kelas 3A

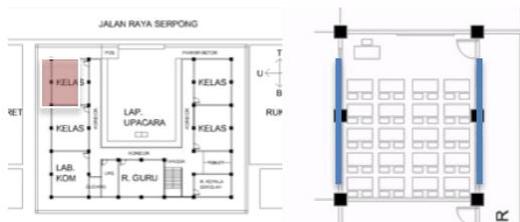
Sumber: Dok Pribadi, 2017

Kelas 3B

Kelas 3B terletak di lantai satu gedung, letaknya berada di ujung bangunan sehigga hanya berhimpit dengan satu ruang disebelahnya. Ketinggian kelas adalah 3.5 m dengan luas ruangan 52m² (6,5 m x8m). Terdapat masing-masing dua bukaan pada kedua sisi bangunana yaitu sisi utara dan sisi selatan.. Warna ruangan didominasi dengan warna krem pada dinding ruang kelas.



Gambar 5. Ruang Kelas 3B
Sumber: Dok Pribadi, 2017



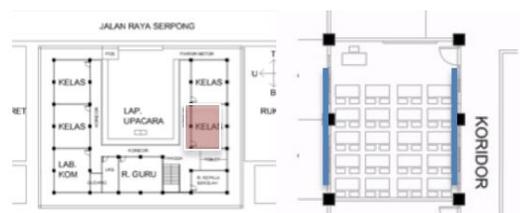
Gambar 6. Lokasi Kelas 3B
Sumber: Dok Pribadi, 2017

Kelas 4A

Kelas 4A terletak di lantai satu gedung, letaknya berada di tengah bangunan sehingga hanya berhimpit dengan dua ruang disebelahnya. Ketinggian kelas adalah 3.5 m dengan luas ruangan 52m² (6,5 m x8m). Terdapat masing- masing dua bukaan pada kedua sisi bangunan yaitu sisi utara dan sisi selatan. Terdapat masing- masing dua bukaan pada kedua sisi bangunan yaitu sisi timur dan sisi utara, ruang kelas didukung dengan satu papan tulis, satu lemari, satu meja guru, satu kursi guru, 20 meja siswa dan 40 kursi siswa. Warna ruangan didominasi dengan warna krem pada dinding ruang kelas.



Gambar 7. Ruang Kelas 4A
Sumber: Dok Pribadi, 2017



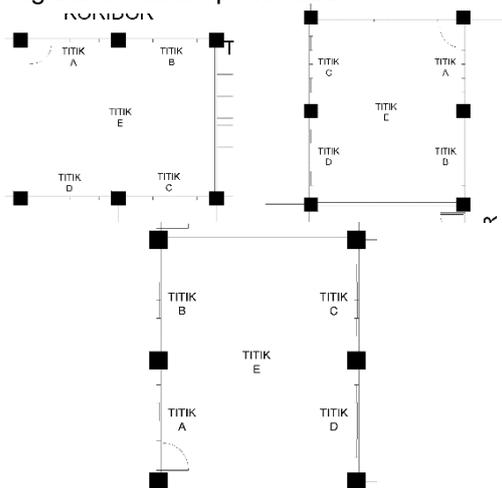
Gambar 8. Lokasi Kelas 4A
Sumber: Data Pribadi, 2017

Area meja baca (warna hijau) terletak disisi kanan ruang dengan letak berdekatan dengan bukaan. Area ini memiliki 41 meja baca.

Pengukuran

Waktu pengukuran dilakukan selama tiga hari yaitu dari hari senin sampai dengan rabu. Pengukuran dilakukan mulai dari pukul 07.00 sampai dengan pukul 13.00 dalam satu hari. Pengukuran dilakukan setiap satu jam sekali. Pengukuran dilakukan dengan tiga metode pengukuran yaitu kecepatan angin, suhu permukaan dan kelembaban udara.

Penentuan pengukuran kelas berdasarkan analisa ruangan paling nyaman dan ruangan tidak nyaman. Analisa tersebut ditentukan berdasarkan tata letak ruangan berdasarkan orientasi bangunan. Titik ukur dilakukan pada dua ruang kelas, ruang kelas berada pada lantai satu dan lantai dua bangunan. Berikut ini merupakan titik pengukuran dalam penelitian:



Gambar 9. Titik Ukur
Sumber: Data Pribadi, 2017

Pengukuran dilakukan dengan beberapa teknik pengukuran dengan membuka jendela pada ruang kelas. Pengukuran dilakukan dengan teknik pengukuran seperti berikut ini:

- Seluruh bukaan jendela ditutup
- Seluruh bukaan jendela dibuka
- Jendela terbuka A dan D (Menyilang)

Setiap teknik pengukuran dilakukan dalam satu hari pada tiap kelas. Jadi, setiap satu hari melakukan satu Eksperimen sesuai dengan teknik tersebut.

Kuesioner

Kuesioner adalah salah satu cara untuk mengumpulkan data dalam sebuah penelitian survai. Hasil dari kuesionair ini kemudian dirubah dalam bentuk tabel, angka dan data statistik yang kemudian diuraikan dalam suatu kesimpulan (Setyowati, 2013). Hasil yang diperoleh kemudian dianalisa hingga diperoleh hasil berupa zona kondisi temperatur, kelembaban, dan pergerakan udara serta kondisi kenyamanan. Contoh zona pengelompokan hasil kuesionair pada pergerakan udara dan kenyamanan thermal antara lain :

- Pergerakan Udara
- Kenyamanan Termal
- Jumlah Kuesioner

Metode Analisa Data

Metode analisa data yang digunakan adalah deskriptif dengan menjelaskan hasil dari pengumpulan data yang telah diperoleh. Data pengukuran yang telah diperoleh kemudia dianalisa dan hasil pengukuran suhu udara, nilai rata-rata Radiant, kecepatan udara, tingkat metabolisme, level pakain dan kelembapan dianalisa dengan menggunakan *CBE thermal Comfort Tool*. *CBE thermal Comfort Tool* digunakan untuk menganalisa indek kenyamanan termal dalam ruangan. Hasil yang diperoleh dari CBE berbentuk grafik dengan nilai PMV, PPD, Sensasi dan nilai SET.

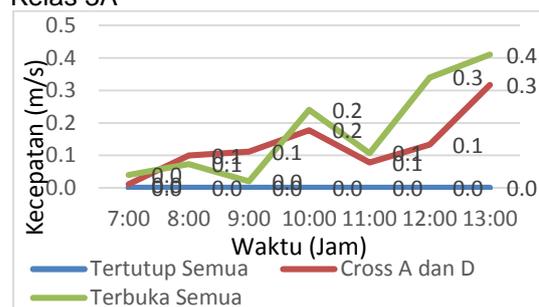
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Eksperimen Ventilasi

Hasil pengukuran suhu udara, suhu radiant, kelembaban udara dan kecepatan angin berbeda-beda antara titik pengukura dan antar kelas. Setiap kelas melakukan 1 Eksperimen untuk setiap harinya dengan waktu pengukuran pukul 07.00-13.00. hasil dari pengukuran tersebut adalah

- **Eksperimen Ventilasi Terhadap Kecepatan Angin**

Kelas 3A

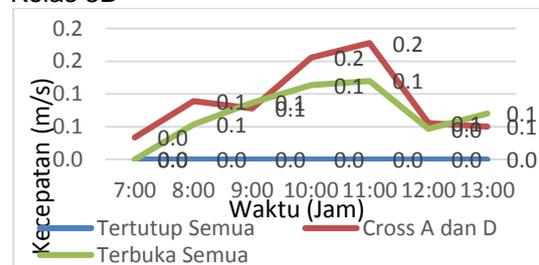


Gambar 10. Kec. Angin Tiap Eksperimen Kelas 3A

Sumber: Data Pribadi, 2017

Eksperimen 1 (ventilasi tertutup semua) tidak ada angin yang masuk ke dalam ruangan (0.0 m/s). Sedangkan untuk Eksperimen 2 dengan ventilasi terbuka menyilang diperoleh nilai kecepatan angin tertinggi yaitu 0.3 m/s pada pukul 13.00. dan Eksperimen 3 dengan seluruh ventilasi terbuka semua memperoleh nilai tertingginya adalah 0.4 m/s pada pukul 13.00. Dengan perolehan nilai tersebut maka disimpulkan bahwa Eksperimen 1 tidak terdapat kecepatan angin sama sekali. Sedangkan Eksperimen 3 merupakan Eksperimen yang mempunyai nilai kecepatan angin tertinggi.

Kelas 3B

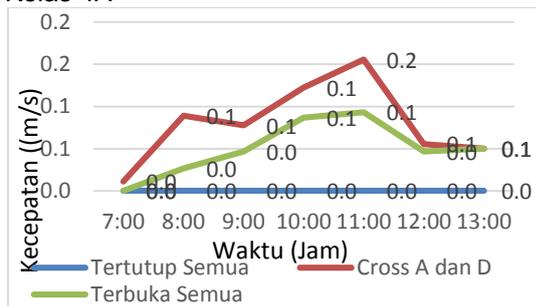


Gambar 11. Kec. Angin Tiap Eksperimen Kelas 3B

Sumber: Data Pribadi, 2017

Eksperimen 1 (ventilasi tertutup semua) tidak ada angin yang masuk ke dalam ruangan (0.0 m/s). Sedangkan untuk Eksperimen 2 dengan ventilasi terbuka menyilang diperoleh nilai kecepatan angin tertinggi yaitu 0.2 m/s pada pukul 10.00 dan 11.00. Sedangkan pada Eksperimen 3 dengan seluruh ventilasi terbuka semua memperoleh nilai tertingginya adalah 0.1 m/s pada pukul 08.00, 09.00, 10.00, 11.00 dan 13.00. Dengan perolehan nilai tersebut maka disimpulkan bahwa Eksperimen 1 tidak terdapat kecepatan angin sama sekali. Sedangkan Eksperimen 2 merupakan Eksperimen yang mempunyai nilai kecepatan angin tertinggi.

Kelas 4A



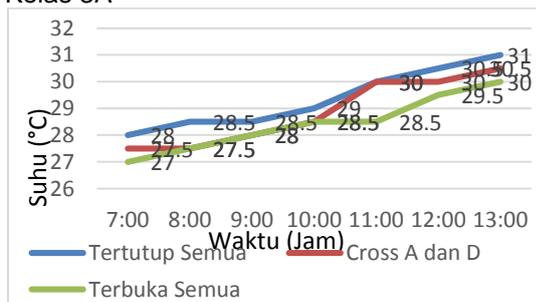
Gambar 12. Kec. Angin Tiap Eksperimen Kelas 4A

Sumber: Data Pribadi, 2017

Eksperimen 1 (ventilasi tertutup semua) tidak ada angin yang masuk ke dalam ruangan (0.0 m/s). Sedangkan untuk Eksperimen 2 dengan ventilasi terbuka menyilang diperoleh nilai kecepatan angin tertinggi yaitu 0.2 m/s pada pukul 11.00. Sedangkan pada Eksperimen 3 dengan seluruh ventilasi terbuka semua memperoleh nilai tertingginya adalah 0.1 m/s pada pukul 10.00, 11.00 dan 13.00. Dengan perolehan nilai tersebut maka disimpulkan bahwa Eksperimen 1 tidak terdapat kecepatan angin sama sekali. Sedangkan Eksperimen 2 merupakan Eksperimen yang mempunyai nilai kecepatan angin tertinggi.

- **Eksperimen Ventilasi Terhadap Suhu Udara**

Kelas 3A



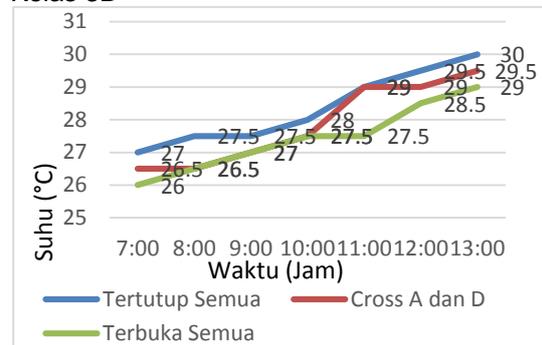
Gambar 13. Suhu Udara Tiap Eksperimen Kelas 3A

Sumber: Data Pribadi, 2017

Suhu udara kelas 3A dalam tiga Eksperimen yang berbeda dapat diketahui bahwa suhu terendah ada pada Eksperimen 3 (ventilasi terbuka semua) yaitu 27 °C sedangkan nilai suhu udara tertinggi ada pada Eksperimen 1 (Ventilasi Tertutup semua) dengan nilai suhu udara 31 °C. dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai suhu udara tertinggi ada pada Eksperimen 1

(ventilasi tertutup semua), kemudian Eksperimen 2 dan Eksperimen 3

Kelas 3B

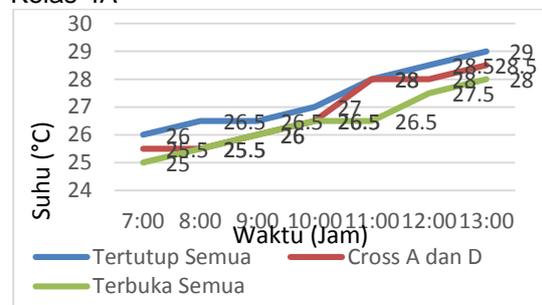


Gambar 14. Suhu Udara Tiap Eksperimen Kelas 3B

Sumber: Data Pribadi, 2017

Suhu udara kelas 3B dalam tiga Eksperimen yang berbeda dapat diketahui bahwa suhu terendah ada pada Eksperimen 3 (ventilasi terbuka semua) yaitu 26 °C sedangkan nilai suhu udara tertinggi ada pada Eksperimen 1 (Ventilasi Tertutup semua) dengan nilai suhu udara 30 °C. dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai suhu udara tertinggi ada pada Eksperimen 1 (ventilasi tertutup semua), kemudian Eksperimen 2 (Ventilasi menyilang) dan Eksperimen 3 (Ventilasi terbuka semua).

Kelas 4A



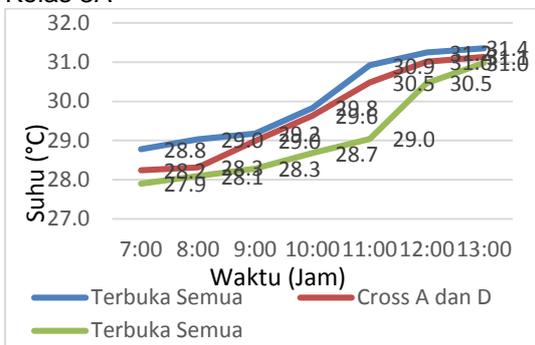
Gambar 15. Suhu Udara Tiap Eksperimen Kelas 3B

Sumber: Data Pribadi, 2017

Suhu udara kelas 4A dalam tiga Eksperimen yang berbeda dapat diketahui bahwa suhu terendah ada pada Eksperimen 3 (ventilasi terbuka semua) yaitu 25 °C sedangkan nilai suhu udara tertinggi ada pada Eksperimen 1 (Ventilasi Tertutup semua) dengan nilai suhu udara 29 °C. dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai suhu udara tertinggi ada pada Eksperimen 1 (ventilasi tertutup semua), kemudian Eksperimen 2 (Ventilasi menyilang) dan Eksperimen 3 (Ventilasi terbuka semua).

• **Eksperimen Ventilasi Terhadap Suhu Radiant**

Kelas 3A

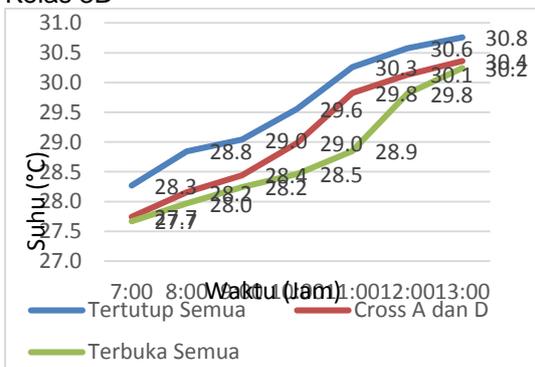


Gambar 16. Suhu Radiant Tiap Eksperimen Kelas 3A

Sumber: Data Pribadi, 2017

Suhu Radiant kelas 3A dalam tiga Eksperimen yang berbeda dapat diketahui bahwa suhu Radiant terendah ada pada Eksperimen 3 (ventilasi terbuka semua) pukul 07.00 yaitu 27.9 °C sedangkan nilai suhu Radiant tertinggi ada pada Eksperimen 1 (Ventilasi Tertutup semua) pukul 13.00 dengan nilai suhu udara 31.4 °C. dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai suhu Radiant tertinggi ada pada Eksperimen 1 (ventilasi tertutup semua), kemudian Eksperimen 2 dan Eksperimen 3

Kelas 3B



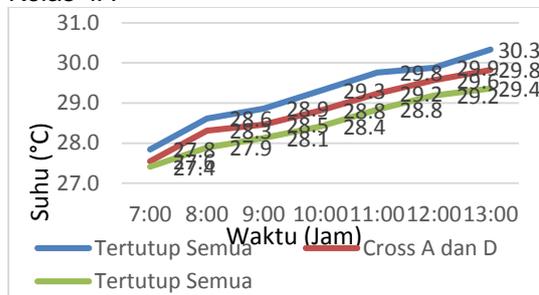
Gambar 17. Suhu Radiant Tiap Eksperimen Kelas 3B

Sumber: Data Pribadi, 2017

Suhu Radiant kelas 3B dalam tiga Eksperimen yang berbeda dapat diketahui bahwa suhu Radiant terendah ada pada Eksperimen 3 (ventilasi terbuka semua) dan Eksperimen 2 (Ventilasi meyilang) pukul 07.00 yaitu 27.7 °C sedangkan nilai suhu Radiant tertinggi ada pada Eksperimen 1 (Ventilasi Tertutup semua) pukul 13.00 dengan nilai suhu udara 30.8°C. dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai suhu

Radiant tertinggi ada pada Eksperimen 1 (ventilasi tertutup semua), kemudian Eksperimen 2 (Ventilasi menyilang) dan Eksperimen 3 (Ventilasi terbuka semua).

Kelas 4A



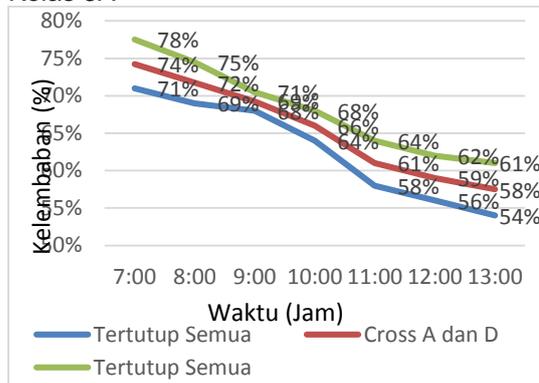
Gambar 18. Suhu Radiant Tiap Eksperimen Kelas 4A

Sumber: Data Pribadi, 2017

Suhu Radiant kelas 4A dalam tiga Eksperimen yang berbeda dapat diketahui bahwa suhu Radiant terendah ada pada Eksperimen 3 (ventilasi terbuka semua) pukul 07.00 yaitu 27.4 °C sedangkan nilai suhu Radiant tertinggi ada pada Eksperimen 1 (Ventilasi Tertutup semua) pukul 13.00 dengan nilai suhu udara 30.3°C. dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai suhu Radiant tertinggi ada pada Eksperimen 1, kemudian Eksperimen 2 dan Eksperimen 3.

• **Eksperimen Ventilasi Terhadap Kelembaban Udara**

Kelas 3A



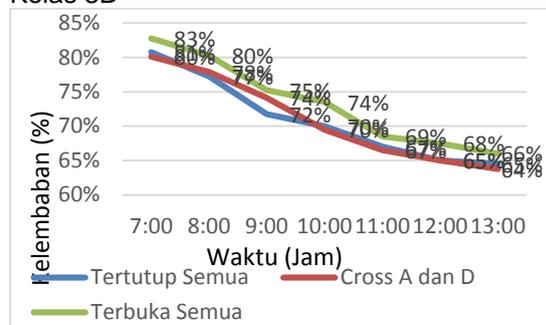
Gambar 19. Kelembaban Udara Tiap Eksperimen Kelas 3A

Sumber: Data Pribadi, 2017

Eksperimen 1 (ventilasi tertutup semua) memiliki kelembaban terendah yaitu 54% pada pukul 13.00. Sedangkan untuk Eksperimen 2 dengan ventilasi terbuka menyilang diperoleh nilai kelembaban terendah yaitu 58% pada pukul 13.00. Sedangkan pada Eksperimen 3 dengan seluruh ventilasi terbuka semua memperoleh nilai kelembaban terendah adalah 61% pada

pukul 13.00. Dengan perolehan nilai tersebut maka disimpulkan bahwa Eksperimen 1 memiliki nilai kelembaban terendah, kemudian diikuti dengan Eksperimen 2 dan nilai kelembaban tertinggi pada Eksperimen 3.

Kelas 3B

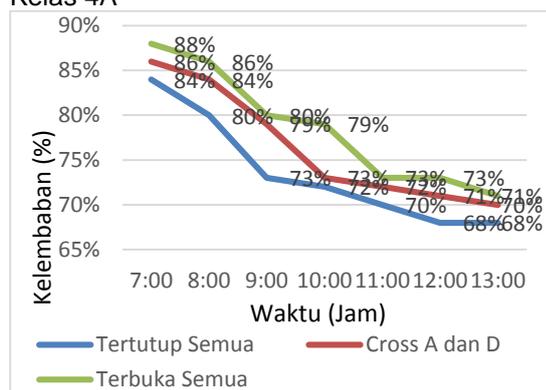


Gambar 20. Kelembaban Udara Tiap Eksperimen Kelas 3B

Sumber: Data Pribadi, 2017

Eksperimen 1 (ventilasi tertutup semua) memiliki kelembaban terendah yaitu 65% pada pukul 12.00 dan 13.00. Sedangkan untuk Eksperimen 2 dengan ventilasi terbuka menyilang diperoleh nilai kelembaban terendah yaitu 64% pada pukul 13.00. Sedangkan pada Eksperimen 3 dengan seluruh ventilasi terbuka semua memperoleh nilai kelembaban terendah adalah 66% pada pukul 13.00. Dengan perolehan nilai tersebut maka disimpulkan bahwa Eksperimen 2 memiliki nilai kelembaban terendah, kemudian diikuti dengan Eksperimen 1 dan nilai kelembaban tertinggi pada Eksperimen 3.

Kelas 4A



Gambar 21. Kelembaban Udara Tiap Eksperimen Kelas 4A

Sumber: Data Pribadi, 2017

Eksperimen 1 (ventilasi tertutup semua) memiliki kelembaban terendah yaitu 68% pada pukul 12.00 dan 13.00. Sedangkan untuk Eksperimen 2 dengan ventilasi terbuka menyilang diperoleh nilai kelembaban

terendah yaitu 70% pada pukul 13.00. Sedangkan pada Eksperimen 3 dengan seluruh ventilasi terbuka semua memperoleh nilai kelembaban terendah adalah 71% pada pukul 13.00. Dengan perolehan nilai tersebut maka disimpulkan bahwa Eksperimen 1 memiliki nilai kelembaban terendah, kemudian diikuti dengan Eksperimen 2 dan nilai kelembaban tertinggi pada Eksperimen 3.

Perbandingan Pengukuran Eksperimen Ventilasi

• Pengaruh Ventilasi Terhadap Kecepatan Angin

Eksperimen 1 (Ventilasi Tertutup Semua)

Tabel 1. Kecepatan Angin Eksperimen 1

Jam	Kecepatan Angin Eksperimen 1 (m/s)		
	3A	3B	3C
7:00	0.0	0.0	0.0
8:00	0.0	0.0	0.0
9:00	0.0	0.0	0.0
10:00	0.0	0.0	0.0
11:00	0.0	0.0	0.0
12:00	0.0	0.0	0.0
13:00	0.0	0.0	0.0

Sumber: Data Pribadi, 2017

Pengukuran kecepatan angin dengan Eksperimen 1 (Ventilasi tertutup semua) sama sekali tidak menghasilkan adanya angin pada seluruh kelas (3A, 3B dan 4A).

Eksperimen 2 (Ventilasi Menyilang)

Tabel 2. Kecepatan Angin Experiemen 2

Jam	Kecepatan Angin Eksperimen (2 m/s)		
	3A	3B	3C
7:00	0.0	0.0	0.0
8:00	0.1	0.1	0.1
9:00	0.1	0.1	0.1
10:00	0.2	0.2	0.1
11:00	0.1	0.2	0.2
12:00	0.1	0.1	0.1
13:00	0.3	0.1	0.1

Sumber: Data Pribadi, 2017

Kecepatan angin dengan experien 2 (Ventilasi terbuka menyilang) menghasilkan kecepatan angin tertinggi yaitu 0.3 m/s pada kelas 3A pukul 13.00. selanjutnya kecepatan tiap kelas dengan waktu yang berbeda menghasilkan nilai kecepatan angin antara 0 m/s sampai dengan 2 m/s. Kelas 4A merupakan kelas terendah yang menghasilkan kecepatan angin.

Eksperimen 3 (Ventilasi Terbuka Semua)

Tabel 3. Kecepatan Angin Experimen 3

Jam	Kecepatan Angin Eksperimen 3 (m/s)		
	3A	3B	3C
7:00	0.0	0.0	0.0
8:00	0.1	0.1	0.0
9:00	0.0	0.1	0.0
10:00	0.2	0.1	0.1
11:00	0.1	0.1	0.1
12:00	0.3	0.0	0.0
13:00	0.4	0.1	0.1

Sumber: Data Pribadi, 2017

Kecepatan angin dengan experien 3 (Ventilasi terbuka semua) menghasilkan kecepatan angin tertinggi yaitu 0.4 m/s pada kelas 3A pukul 13.00. Selanjutnya kecepatan kelas 3B dan 4A dengan waktu yang berbeda menghasilkan nilai kecepatan angin antara 0 m/s sampai dengan 1 m/s. Kelas 4A merupakan kelas terendah yang menghasilkan kecepatan angin dan kelas 3A adalah kelas dengan kecepatan angin terbesar.

- Pengaruh Ventilasi Terhadap Suhu Udara

Eksperimen 1 (Ventilasi Tertutup Semua)

Tabel 4. Suhu Udara Experimen 1

Jam	Suhu Udara Eksperimen 1 (°C)			Suhu	
	3A	3B	4A	Koridor (°C)	Luar (°C)
7:00	28	27.5	27	29	29.2
8:00	28.5	27.5	27.5	29.7	31.8
9:00	28.5	28	28	30.6	33.3
10:00	29	28.5	28.5	32.3	36.9
11:00	30	30	28.5	33.8	37.3
12:00	30.5	30	29.5	34.5	39.1
13:00	31	30.5	30	39.2	40.2

Sumber: Data Pribadi, 2017

Semua, suhu udara tertinggi ada pada kelas 3A dengan suhu udara tertingginya 31 °C. Kemudian kelas 3B dengan suhu udara 30,5 °C dan suhu udara kelas 4A dengan nilai 30 °C. Dari ketiga kelas tersebut dapat di disimpulkan bahwa kelas 3A memiliki nilai suhu udara tertinggi. Selanjutnya dibandingkan dengan suhu koridor tertinggi yaitu 39.2 °C dan suhu luar 40,2 °C. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sushu ruangan lebih rendah dari suhu koridor dan suhu luar ruangan.

Eksperimen 2 (Ventilasi Menyilang)

Tabel 5. Suhu Udara Experimen 2

Jam	Suhu Udara Eksperimen 2 (°C)			Suhu	
	3A	3B	4A	Koridor (°C)	Luar (°C)
7:00	27.5	26.5	25.5	28.6	28.9
8:00	27.5	26.5	25.5	29.5	31.6
9:00	28	27	26	30.4	32.9
10:00	28.5	27.5	26.5	32.1	35.5
11:00	30	29	28	33.6	36.8
12:00	30	29	28	34.2	38.7
13:00	30.5	29.5	28.5	38.8	39.5

Sumber: Data Pribadi, 2017

Suhu udara tertinggi ada pada kelas 3A dengan suhu udara tertingginya 30.5 °C. Kemudian kelas 3B dengan suhu udara 29.5 °C dan suhu udara kelas 4A dengan nilai 28.5°C. Dari ketiga kelas tersebut dapat di disimpulkan bahwa kelas 3A memiliki nilai suhu udara tertinggi. Selanjutnya dibandingkan dengan suhu koridor tertinggi yaitu 38.8 °C dan suhu luar 39.5 °C. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sushu ruangan lebih rendah dari suhu koridor dan suhu luar ruangan.

Eksperimen 3 (Ventilasi Terbuka Semua)

Tabel 6. Suhu Udara Experimen 3

Jam	Suhu Udara Eksperimen 3 (°C)			Suhu	
	3A	3B	4A	Koridor (°C)	Luar (°C)
7:00	27	26	25	28.7	29.1
8:00	27.5	26.5	25.5	29.4	31.3
9:00	28	27	26	30.3	32.8
10:00	28.5	27.5	26.5	31.8	35.2
11:00	28.5	27.5	26.5	33.5	36.7
12:00	29.5	28.5	27.5	34.3	38.8
13:00	30	29	28	38.5	39.1

Sumber: Data Pribadi, 2017

Suhu udara tertinggi ada pada kelas 3A dengan suhu udara tertingginya 30°C. Kemudian kelas 3B dengan suhu udara 29°C dan suhu udara kelas 4A dengan nilai 28°C. Dari ketiga kelas tersebut dapat di disimpulkan bahwa kelas 3A memiliki nilai suhu udara tertinggi. Selanjutnya dibandingkan dengan suhu koridor tertinggi yaitu 38.5°C dan suhu luar 39.1 °C. Dengan

demikian dapat disimpulkan bahwa suhu ruangan lebih rendah dari suhu koridor dan suhu luar ruangan.

- **Pengaruh Ventilasi Terhadap Suhu Radiant**

Eksperimen 1 (Ventilasi Tertutup Semua)

Tabel 7. Suhu Radiant Experiemen 1

Jam	Suhu Radiant (°C)		
	3A	3B	3C
7:00	28.8	28.3	27.8
8:00	29.0	28.8	28.6
9:00	29.2	29.0	28.9
10:00	29.8	29.6	29.3
11:00	30.9	30.3	29.8
12:00	31.2	30.6	29.9
13:00	31.4	30.8	30.3

Sumber: Data Pribadi, 2017

Suhu Radiant tertinggi ada pada kelas 3A dengan suhu Radiant 31.4°C. Kemudian kelas 3B dengan Radiant 30.8°C dan suhu Radiant kelas 4A dengan nilai 30.3°C. Namun suhu Radiant terendah ada pada kelas 4A dengan suhu 27.8°C, kemudian kelas 3B dengan suhu 28,3 °C dan kelas 3A dengan 28,8 °C. Dari ketiga kelas tersebut dapat di disimpulkan bahwa kelas 3A memiliki nilai suhu Radiant tertinggi

Eksperimen 2 (Ventilasi Menyilang)

Tabel 8. Suhu Radiant Experiemen 2

Jam	Suhu Radiant (°C)		
	3A	3B	3C
7:00	28.2	27.7	27.6
8:00	28.3	28.2	28.3
9:00	29.0	28.4	28.5
10:00	29.6	29.0	28.8
11:00	30.5	29.8	29.2
12:00	31.0	30.1	29.6
13:00	31.1	30.4	29.8

Sumber: Data Pribadi, 2017

Suhu Radiant tertinggi ada pada kelas 3A dengan suhu Radiant 31.1°C. Kemudian kelas 3B dengan Radiant 30.4°C dan suhu Radiant kelas 4A dengan nilai 29.8°C. Dari ketiga kelas tersebut dapat di disimpulkan bahwa kelas 3A memiliki nilai suhu Radiant tertinggi. Dari kelas 3B dan kelas 4A

Eksperimen 3 (Ventilasi Terbuka Semua)

Tabel 9. Suhu Radiant Experiemen 3

Jam	Suhu Radiant (°C)		
	3A	3B	3C
7:00	27.9	27.7	27.4
8:00	28.1	28.0	27.9
9:00	28.3	28.2	28.1
10:00	28.7	28.5	28.4
11:00	29.0	28.9	28.8
12:00	30.5	29.8	29.2
13:00	31.0	30.2	29.4

Sumber: Data Pribadi, 2017

Suhu Radiant tertinggi ada pada kelas 3A dengan suhu Radiant 31°C. Kemudian kelas 3B dengan Radiant 30.2°C dan suhu Radiant kelas 4A dengan nilai 29.4°C. Dari ketiga kelas tersebut dapat di disimpulkan bahwa kelas 3A memiliki nilai suhu Radiant tertinggi. Dari kelas 3B dan kelas 4A

- **Pengaruh Ventilasi Terhadap Kelembaban Radiant**

Eksperimen 1 (Ventilasi Tertutup Semua)

Tabel 10. Kelembaban Udara Experiemen 1

Jam	Kelembaban Udara (%)		
	3A	3B	3C
7:00	71%	81%	84%
8:00	69%	77%	80%
9:00	68%	72%	73%
10:00	64%	70%	72%
11:00	58%	67%	70%
12:00	56%	65%	68%
13:00	54%	65%	68%

Sumber: Data Pribadi, 2017

Kelas 3A memiliki nilai kelembaban terendah diantara seluruh kelas yaitu 54% pada pengukuran pukul 13.00. Sedangkan kelas 4A merupakan kelas tertinggi dalam pengukuran kelembaban udara dengan nilai kelembaban 84% pada waktu pengukuran pukul 07.00. Selanjutnya kelas 3B memiliki nilai kelembaban 65%-81%.

Eksperimen 2 (Ventilasi Menyilang)

Tabel 11. Kelembaban Udara Experiemen 2

Jam	Kelembaban Udara (%)		
	3A	3B	3C
7:00	74%	80%	86%
8:00	72%	78%	84%
9:00	69%	74%	79%
10:00	66%	70%	73%
11:00	61%	67%	72%
12:00	59%	65%	71%
13:00	58%	64%	70%

Sumber: Data Pribadi, 2017

Kelas 3A memiliki nilai kelembaban terendah diantara seluruh kelas yaitu 58% pada pengukuran pukul 13.00. Sedangkan kelas 4A merupakan kelas tertinggi dalam pengukuran kelembaban udara dengan nilai kelembaban 86% pada waktu pengukuran pukul 07.00. Selanjutnya kelas 3B memiliki nilai kelembaban 64%-80%.

Eksperimen 3 (Ventilasi Terbuka Semua)

Tabel 12. Kelembaban Udara Experiemen 3

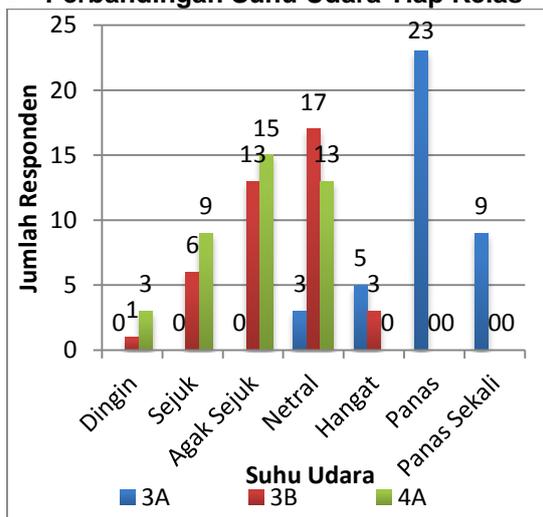
Jam	Kelembaban Udara (%)		
	3A	3B	3C
7:00	78%	83%	88%
8:00	75%	80%	86%
9:00	71%	75%	80%
10:00	68%	74%	79%
11:00	64%	69%	73%
12:00	62%	68%	73%
13:00	61%	66%	71%

Sumber: Data Pribadi, 2017

Kelas 3A memiliki nilai kelembaban terendah diantara seluruh kelas yaitu 61% pada pengukuran pukul 13.00. Sedangkan kelas 4A merupakan kelas tertinggi dalam pengukuran kelembaban udara dengan nilai kelembaban 88% pada waktu pengukuran pukul 07.00. Selanjutnya kelas 3B memiliki nilai kelembaban 66%-83%

Hasil Kuesioner

• Perbandingan Suhu Udara Tiap Kelas



Gambar 22. Pendapat tentang Suhu Udara

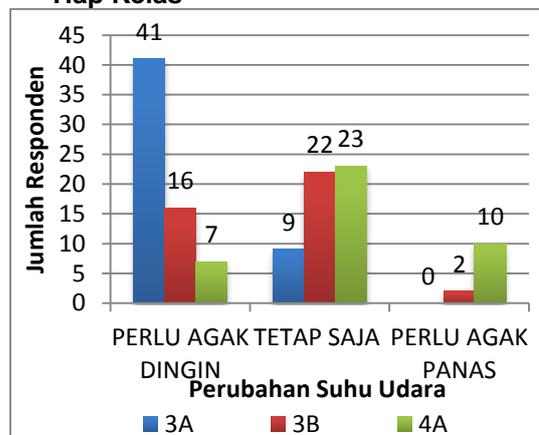
Sumber: Data Pribadi, 2017

Suhu udara terpanas menurut responden adalah suhu udara kelas 3A. Dengan sebanyak 23 responden (58 % responden) menjawab panas dengan suhu udara kelas 3A.

Pendapat suhu udara kelas 3B cenderung netral ke agak dingin dengan presentasi sebanyak 45% responden menjawab netral dan 32 % responden menjawab agak dingin.

Selanjutnya pendapat mengenai suhu udara kelas 4A dan 3B cenderung sama kearah agak dingin. Namun, suhu udara 4A lebih dingin dari suhu udara kelas 3B dengan presentasi 37% responden menjawab sejuk dan 32% responden menjawab netral dengan suhu udara kelas 4A.

• Perbandingan Perubahan Suhu Udara Tiap Kelas



Gambar 23. Pendapat tentang Perubahan Suhu Udara

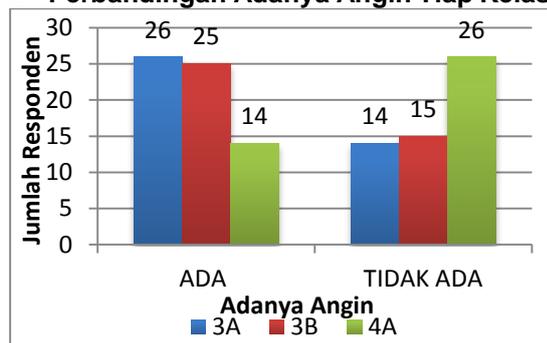
Sumber: Data Pribadi, 2017

Responden pada kelas 3A merasa perlu adanya perubahan suhu udara menjadi lebih dingin. Dengan presentasi 82% responden menjawab perlunya perubahan udara menjadi lebih dingin. Perlunya perubahan suhu juga disebabkan karena responden merasa panas dengan suhu udara saat ini.

Responden pada kelas 3B merasa tidak perlu ada perubahan suhu udara saat ini. Sebanyak 55% responden merasa tidak perlu ada perubahan suhu udara.

Sebanyak 57% responden menjawab tidak perlu perubahan suhu udara sedangkan 25% responden merasa perlunya perubahan suhu menjadi agak panas.

• **Perbandingan Adanya Angin Tiap Kelas**



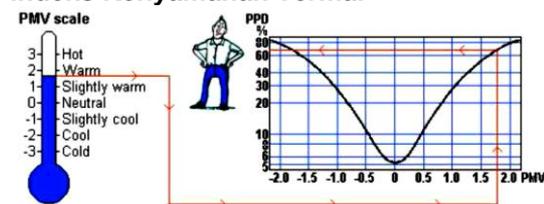
Gambar 24. Pendapat tentang Adanya Angin

Sumber: Data Pribadi, 2017

Perbandingan adanya angin pada kelas 3A dan 3B sangat tipis. Sebanyak 65% responden merasakan adanya angin pada kelas 3A sedangkan 62% responden merasakan adanya angin pada kelas 3B.

Kelas 4A menjadi satu- satunya kelas yang tidak merasakan adanya angin. Dengan presentasi sebanyak 65% responden tidak merasakan adanya angin pada kelas 4A.

Indeks Kenyamanan Termal



Gambar 12 Hubungan PMV dan PPD

Sumber : Sri dan Karyono 2014

• **Indek Kenyamanan Tiap Kelas**

Kelas 3A

Tabel 13. Indek Kenyamanan Kelas 3A

Eksperimen	PPD (%)	PMV	Sensasi Termal
1	57	1.61	Hangat
2	45	1.40	Agak Hangat
3	23	0.93	Agak Hangat

Sumber: Data Pribadi, 2017

Data hasil perhitungan seluruh Eksperimen menunjukkan bahwa tidak ada yang memenuhi kondisi nyaman ditetapkan berkisar antara $PMV = -0,5$ sampai dengan $+0,5$ Atau menunjukkan batas kondisi di bawah netral nol atau derajat kesejukan yang bisa diterima. Batas $+0,5$ menunjukkan batas di atas netral nol atau derajat kehangatan yang masih bisa diterima. Pada ruang kelas dengan tiga experiemen menghasilkan PMV sebesar 0.93, 1,40 dan 1,61 sehingga dapat di

simpulkan bahwa kenyamanan termal ruang kelas 3A SDN Pondok Jagung 1 Tangerang Selatan dengan tiga Eksperimen tersebut dirasa belum memenuhi standar kenyamanan ASHRAE 55-2013.

Kelas 3B

Tabel 14. Indek Kenyamanan Kelas 3B

Eksperimen	PPD (%)	PMV	Sensasi Termal
1	46	1.41	Agak Hangat
2	32	1.14	Agak Hangat
3	25	0.98	Agak Hangat

Sumber: Data Pribadi, 2017

Data hasil perhitungan seluruh Eksperimen menunjukkan bahwa tidak ada yang memenuhi kondisi nyaman ditetapkan berkisar antara $PMV = -0,5$ sampai dengan $+0,5$ Atau menunjukkan batas kondisi di bawah netral nol atau derajat kesejukan yang bisa diterima. Batas $+0,5$ menunjukkan batas di atas netral nol atau derajat kehangatan yang masih bisa diterima. Pada ruang kelas dengan tiga experiemen menghasilkan PMV sebesar 0.98, 1,14 dan 1,41 sehingga dapat di simpulkan bahwa kenyamanan termal ruang kelas 3B SDN Pondok Jagung 1 Tangerang Selatan dengan tiga Eksperimen tersebut dirasa belum memenuhi standar kenyamanan ASHRAE 55-2013.

Kelas 4A

Tabel 15. Indek Kenyamanan Kelas 4A

Eksperimen	PPD (%)	PMV	Sensasi Termal
1	33	1.15	Agak Hangat
2	23	0.93	Agak Hangat
3	18	0.80	Agak Hangat

Sumber: Data Pribadi, 2017

Data hasil perhitungan seluruh Eksperimen menunjukkan bahwa tidak ada yang memenuhi kondisi nyaman ditetapkan berkisar antara $PMV = -0,5$ sampai dengan $+0,5$ Atau menunjukkan batas kondisi di bawah netral nol atau derajat kesejukan yang bisa diterima. Batas $+0,5$ menunjukkan batas di atas netral nol atau derajat kehangatan yang masih bisa diterima. Pada ruang kelas dengan tiga experiemen menghasilkan PMV sebesar 0.80, 0,93 dan 1,15 sehingga dapat di simpulkan bahwa kenyamanan termal ruang kelas 4A SDN Pondok Jagung 1 Tangerang Selatan dengan tiga Eksperimen tersebut dirasa belum memenuhi standar kenyamanan ASHRAE 55-2013.

• Perbandingan Indeks Kenyamanan Kelas

Dari tiga eksperimen pada Kelas 3A menghasilkan PMV sebesar 0,93, 1,40 dan 1,61. Sedangkan tiga eksperimen pada Kelas 3B menghasilkan nilai PMV 1,14 dan PPD 32%. Pada ruang kelas dengan tiga eksperimen menghasilkan PMV sebesar 0,98, 1,14 dan 1,41. Tiga eksperimen lain pada Kelas 4A menghasilkan nilai PMV 0,93 dan PPD 23%. Pada ruang kelas dengan tiga eksperimen menghasilkan PMV sebesar 0,80, 0,93 dan 1,15 sehingga dapat disimpulkan bahwa kenyamanan termal ruang kelas 3A, 3B, dan 4A SDN Pondok Jagung 1 Tangerang Selatan dengan tiga Eksperimen tersebut dirasa belum memenuhi standar kenyamanan ASHRAE 55-2013.

Tabel 16. Perbandingan Indeks Kenyamanan Kelas

Kls	Nilai PMV Exp			Rata-rata nilai PMV	Indek Kenyamanan
	1	2	3		
3A	1,61	1,4	0,93	1,31	Agak Hangat
3B	1,41	1,14	0,98	1,17	Agak Hangat
4A	1,15	0,93	0,8	0,92	Agak Hangat

Sumber: Data Pribadi, 2017

Hasil Korelasi

Tabel 17. Hasil Korelasi

Kls	Hasil Kuesioner		Hasil CBE	
	Suhu Udara	Perubahan Suhu	PM V	Indek Kenyamanan
3A	Panas	Lebih dingin	1,31	Agak Hangat
3B	Netral	Tidak perlu	1,17	Agak Hangat
4A	Agak sejuk	Agak hangat	0,92	Agak Hangat

Sumber: Data Pribadi, 2017

Hasil dari kuesioner kelas 3A menunjukkan bahwa suhu udara yang dirasa responden panas dan dibutuhkan perubahan suhu menjadi lebih dingin lagi. Namun pada perhitungan CBE diperoleh PMV (1,31) yang berarti agak hangat. Dari kedua hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kelas 3A belum memenuhi kenyamanan termal.

Sedangkan hasil kuesioner pada kelas 3B suhu udara yang dihasilkan adalah netral dan tidak memerlukan perubahan suhu udara. Namun CBE menghasilkan PMV 1,17 yang berarti kenyamanan yang dirasa agak hangat. Sehingga dari kesimpulan tersebut diperoleh bahwa responden merasa nyaman dengan kenyamanan termal kelas 3B namun dalam

CBE dirasa belum nyaman. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan bahwa responden sudah merasa nyaman dengan suhu udara ruang kelas dengan nilai rata-rata PMV 1,17 (Agak hangat).

Sedangkan pada kelas 4A, hasil kuesioner menunjukkan suhu udara agak sejuk dan diperlukan perubahan suhu udara menjadi agak hangat. Namun hasil CBE menunjukkan indeks kenyamanan pada kelas 4A adalah agak dingin. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan bahwa responden sudah merasa agak sejuk dengan suhu udara ruang kelas dengan nilai rata-rata 0,92 (agak hangat).

KESIMPULAN

Kesimpulan

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data yang telah dilakukan pada penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa.

- Kondisi Tingkat Kenyamanan Termal

Hasil dari kuesioner kelas 3A menunjukkan bahwa suhu udara yang dirasa responden panas dan dibutuhkan perubahan suhu menjadi lebih dingin lagi. Namun pada perhitungan CBE diperoleh PMV (1,31) yang berarti agak hangat. Dari kedua hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kelas 3A belum memenuhi kenyamanan termal. Sedangkan hasil kuesioner pada kelas 3B suhu udara yang dihasilkan adalah netral dan tidak memerlukan perubahan suhu udara. Namun CBE menghasilkan PMV 1,17 yang berarti kenyamanan yang dirasa agak hangat. Sehingga dari kesimpulan tersebut diperoleh bahwa responden merasa nyaman dengan kenyamanan termal kelas 3B namun dalam CBE dirasa belum nyaman. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan bahwa responden sudah merasa nyaman dengan suhu udara ruang kelas dengan nilai rata-rata PMV 1,17 (Agak hangat). Untuk kelas 4A, hasil kuesioner menunjukkan suhu udara agak sejuk dan diperlukan perubahan suhu udara menjadi agak hangat. Namun hasil CBE menunjukkan indeks kenyamanan pada kelas 4A adalah agak dingin. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan bahwa responden sudah merasa agak sejuk dengan suhu udara ruang kelas dengan nilai rata-rata 0,92 (agak hangat).

- Hasil dari pengaruh bukaan terhadap kenyamanan termal

Hasil pengukuran CBE pada kelas 3A dari Eksperimen 1 (ventilasi tertutup semua) menghasilkan nilai PMV 1.61. Dengan nilai PPD 57% maka sensasi termal yang dirasa

adalah hangat. Eksperimen 2 (Ventilasi meyilang) menghasilkan nilai PMV 1.40 dengan PPD 45% sensasi termal yang dirasa agak hangat. Eksperimen 3 (Ventilasi terbuka semua) menghasilkan nilai PMV 0.94 dan PPD 23% sensasi termal yang dirasa agak hangat. Hasil pengukuran CBE pada kelas 3B dari Eksperimen 1 (ventilasi tertutup semua) menghasilkan nilai PMV 1.41 %. Dengan nilai PPD 46% maka sensasi termal yang dirasa adalah agak hangat. Eksperimen 2 (Ventilasi meyilang) menghasilkan nilai PMV 1.14 dengan PPD 32% sensasi termal yang dirasa agak hangat. Eksperimen 3 (Ventilasi terbuka semua) menghasilkan nilai PMV 0.98 dan PPD 25% sensasi termal yang dirasa agak hangat. Selanjutnya pada kelas 4A dari Eksperimen 1 (ventilasi tertutup semua) menghasilkan nilai PMV 1.15 %. Dengan nilai PPD 33% maka sensasi termal yang dirasa adalah hangat. Eksperimen 2 (Ventilasi meyilang) menghasilkan nilai PMV 0,93 dengan PPD 23% sensasi termal yang dirasa agak hangat. Eksperimen 3 (Ventilasi terbuka semua) menghasilkan nilai PMV 0.80 dan PPD 18%.

Saran/Rekomendasi

- Ruang kelas 3A (Lantai 2) cenderung memerlukan perubahan suhu ruangan yang menjadi lebih dingin. Sehingga dibutuhkan tambahan bukaan pada ruang kelas. Dengan cara mengubah bukaan pasif menjadi bukaan aktif sehingga suhu udaranya dapat turun dan membuat siswa lebih nyaman. Bukaan perlu ditambahkan pada sisi timur ataupun barat.
- Orientasi ruang kelas kelas 3A (Lantai 2) juga mempengaruhi suhu permukaan ruang kelas yang cenderung tinggi oleh radiasi sinar matahari oleh karena itu dibutuhkan fiter berupa penyerapan radiasi sinar matahari pada bagian depan kelas yaitu sisi timur. Bagian bagian belakan kelas (sisi barat) juga seharusnya diberi fiter serupa, namun karena kegiatan belajar mengajar hanya berlangsung sampai pukul 12.00 maka fiter disisi barat dirasa tidak diperlukan karena sisi barat mendapatkan panas pada saat matahari mulai terbenam sedangkan ruang kelas sudah tidak digunakan untuk kegiatan belajar mengajar.

DAFTAR PUSTAKA

- Alahudin Dan Jayadi .2014. Kondisi Lingkungan Sekitar Terhadap Kenyamanan Termal Rumah Sewa (Studi Kasus Rumah Sewa Di Kel. Seringgu Jaya Merauke) *Jurnal Ilmiah Mustek Anim Ha* Vol.3 No. 1, April 2014 ISSN 2089-6697
- ASHRAE Handbook Of Fundamental, Chapter 8: Physiological Principles, Comfort, And Health, ASHRAE, USA. 1989.
- Corgnati, dkk 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, dkk 2007. Perception of the thermal environment in high school and university classrooms: Subjective preferences and thermal comfort. *Building and Environment*, 42(2), 951-959.
- Elmasry dkk 2013 A Study of Thermal Performance of Contemporary Technology-Rich Educational Spaces *Systemics, Cybernetics And Informatics* Volume 11 - Number 6 - Year 2013 ISSN: 1690-4524
- Fuller, Moore, (1993), *Environment Control System, Heating, Cooling, Lighting*, Mc Graw Hill Inch, Amerika Serikat.
- Hidayatullah & Hidayat 2015 Pengaruh Bukaan Terhadap Kenyamanan Termal Siswa Pada Bangunan SMP N 206 Jakarta Barat
- Karyono, Tri Harso. (2001). Report on Thermal Comfort and Building Energy Studies in Jakarta – Indonesia. *Building and Environment* 35 (2000) 77- 90.
- Kwok, Allison G, (1998), *Keeping Cool in The Tropics : Investigating a Naturally Ventilated House*, National Pasif Solar Conference, American Solar Energy Society, Albuquerque.
- Mclyntire, D.A, (1980), *Indoor Climate*, Applied Science Publishes LTD, London
- Mors, dkk. 2011. Adaptive thermal comfort in primary school classrooms: Creating and validating PMV-based comfort charts. *Building and Environment*, 46(12), 2454-2461.
- Rahmadani, Dewi 2011. Evaluasi Kenyamanan Termal Ruang Perkuliahan Di Universitas Andalas. Padang
- Rilatupa, James 2008, Aspek Kenyamanan Termal Pada Pengkondisian Ruang Dalam *Jurnal Sains Dan Teknologi EMAS*, Vol. 18, No. 3, Agustus 2008
- Sukawi, dkk 2013. "Potensi Ventilasi Atap terhadap Pendinginan Pasif Ruangan pada Pengembangan Rumah Sederhana Studi Kasus di Perumnas Sendang Mulyo Semarang". *Prosiding Temu Ilmiah IPLBI* 2013.