

# Evaluasi Kenyamanan Termal Ruang Kuliah IKIP PGRI Wates Kulon Progo DIY

Sativa<sup>a\*</sup>, Putri Salsa Adilline

<sup>a</sup>Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

Keywords:  
Lecture Hall  
Natural Ventilation  
Thermal Comfort

Kata kunci:  
Ruang Kuliah  
Ventilasi Alami  
Kenyamanan Termal

## ABSTRACT

*Thermal comfort is one of the factors that affect the comfort level of the occupants of the room, because if it is not up to standard it can reduce work productivity. This study was conducted to find out how the thermal conditions of the lecture hall at the IKIP PGRI Wates Yogyakarta campus were. This study uses a quantitative descriptive method. The data was obtained through field observations to obtain the value of air temperature, wind speed, humidity, and the value of hourly air change (ACH). The data from the measurement and calculation analysis were then compared with the standards of SNI 03-6572-2001 and EnREI 1991. This study found that: (1) the percentage of ventilation openings met the standard of SNI 03-6572-2001, (2) the thermal comfort index which includes air temperature, wind speed, humidity, and ACH do not meet the standards of thermal comfort according to SNI 03-6572-2001 and EnREI 1991, (3) there are differences in the values of air temperature, humidity, and wind speed between open and closed windows. To support maximum air flow, it is recommended that the window opening type be replaced with a casement side hung type. In addition, the outlet opening on the east side can be added with curtains to reduce solar radiation which can increase air temperature.*

## ABSTRAK

Kenyamanan termal adalah salah satu faktor yang berpengaruh pada tingkat kenyamanan penghuni ruangan, karena jika tidak sesuai standar dapat mengurangi produktivitas kerja. Kajian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana kondisi termal ruang kuliah Kampus IKIP PGRI Wates Yogyakarta. penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Data diperoleh melalui observasi lapangan untuk mendapatkan nilai temperatur udara, kecepatan angin, kelembapan udara, serta nilai pergantian udara per jam (ACH). Data hasil pengukuran dan analisis perhitungan kemudian dibandingkan dengan standar SNI 03-6572-2001 dan EnREI 1991. Studi ini menemukan bahwa: (1) prosentase bukaan ventilasi ruang telah memenuhi standar SNI 03-6572-2001, (2) indeks kenyamanan termal yang meliputi temperatur udara, kecepatan angin, kelembapan udara, dan ACH belum memenuhi standar kenyamanan termal sesuai SNI 03-6572-2001 dan EnREI 1991, (3) terdapat perbedaan nilai temperatur udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin antara jendela terbuka dan jendela tertutup. Untuk mendukung agar aliran udara lebih maksimal, disarankan tipe bukaan jendela diganti dengan tipe *casement side hung*. Selain itu, bukaan outlet pada sisi timur dapat ditambahkan tirai untuk mengurangi radiasi matahari yang dapat meningkatkan suhu udara.



This is an open access article under the [CC-BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.

## 1. Pendahuluan

Salah satu aktivitas utama di kampus adalah belajar mengajar. Belajar merupakan pekerjaan mental dimana dalam menjalaninya dibutuhkan kemampuan kognitif. Kognitif sendiri merupakan aktivitas mental yang berhubungan dengan penalaran, ingatan, persepsi, pikiran,

serta pengolahan informasi untuk memperoleh pengetahuan dan memecahkan masalah. Nyamannya ruang belajar tentu akan mendorong produktivitas belajar mahasiswa. Jika produktivitas, belajar mahasiswa tinggi maka proses belajar mahasiswa akan baik dan sesuai dengan apa yang diharapkan. Salah satu aspek

\*Corresponding author.

E-mail: [sativa@uny.ac.id](mailto:sativa@uny.ac.id)

<https://doi.org/10.21831/inersia.v17i2.46751>

Received 31 December 2021; Revised 31 December 2021; Accepted 31 December 2021

Available online 31 December 2021

kenyamanan ruang adalah kenyamanan termal, yang berpengaruh pada produktivitas kerja termasuk belajar mengajar di kampus IKIP PGRI Wates Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta.

Untuk mengawali penelitian, dilakukan observasi jajak pendapat awal selama dua minggu pada hari kerja, dari 60 responden yang merupakan mahasiswa dan staff akademis. Dari observasi melalui kuesioner tersebut, diketahui bahwa kualitas udara di ruang kuliah IKIP PGRI banyak dikeluhkan oleh pengguna. Sebagian besar keluhan yang masuk berkaitan dengan temperatur ruangan yang tinggi sehingga menimbulkan rasa tidak nyaman dalam beraktivitas. Selain itu Sebagian responden juga menyampaikan bahwa fasilitas penunjang kualitas udara ruang kurang maksimal. Keadaan seperti ini tentu mengganggu konsentrasi proses belajar mengajar.

Berdasarkan observasi awal tersebut, dilakukan kajian lebih lanjut yang bertujuan untuk menggali dengan lebih mendalam bagaimana kenyamanan termal di ruang kuliah Kampus IKIP PGRI Wates Kulonprogo Yogyakarta. Detail dari tujuan tersebut adalah untuk mengetahui: (a) luas bukaan sistem ventilasi ruang kuliah IKIP PGRI Wates ditinjau dari SNI 03-6572- 2001; (b) nilai temperatur udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin ruang ditinjau dari SNI 03-6572-2001; (c) pergantian udara dalam ruang ditinjau dari standar kenyamanan EnREI-1991; (d) perbedaan nilai temperatur udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin dalam ruang antara jendela terbuka dan jendela tertutup.

## 2. Kajian Teori

### 2.1. Kenyamanan Termal

Standar 55-1992 ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*), mendeskripsikan kenyamanan termal (thermal comfort) sebagai keadaan pikiran manusia yang mengekspresikan kepuasan terhadap lingkungan sekitar [1].

Prinsip dari kenyamanan termal yaitu tercapainya keseimbangan antara suhu tubuh manusia dengan suhu sekitarnya. Jika terdapat perbedaan yang signifikan antara suhu tubuh manusia dengan lingkungan maka akan menimbulkan ketidaknyamanan yang diwujudkan melalui kepanasan atau kedinginan yang dirasakan tubuh. Berikut ini adalah beberapa hal yang mempengaruhi kenyamanan termal [2].

#### 2.1.1 Temperatur Udara

Temperatur udara merupakan panas atau dinginnya suatu udara. Satuan temperatur udara terdiri dari *Celcius*,

*Reamur*, *Fahrenheit*, dan *Kelvin*. Penyebab utama terjadinya perbedaan temperatur udara adalah perbedaan intensitas radiasi panas matahari yang diterima.

#### 2.1.2 Kelembapan Udara

Kelembapan udara di sebuah tempat akan mempengaruhi terjadinya perpindahan panas dari dan menuju tubuh. Lingkungan dengan kelembapan yang tinggi akan mencegah terjadinya penguapan keringat dari kulit. Sementara itu lingkungan yang panas menyebabkan keringat yang menguap sedikit karena kelembapan tinggi.

#### 2.1.3 Kecepatan Angin

Kecepatan angin merupakan kecepatan aliran udara yang bergerak secara mendatar dan horizontal pada ketinggian di atas tanah. Karakteristik permukaan yang dilalui menjadi faktor yang mempengaruhi kecepatan angin. Jika udara dalam ruang tertutup tidak bergerak maka akan menyebabkan penggunaannya merasa kaku maupun berkeringat. Kecepatan udara berubah sepanjang waktu.

#### 2.1.4 Radiasi Termal

Radiasi panas matahari menimbulkan udara dan permukaan bumi panas. Pantulan panas pada siang hari dan reradiasi panas pada malam hari dari permukaan bumi akan meningkatkan suhu udara di atasnya.

Adapun alat ukur kenyamanan termal yang sering digunakan adalah:

##### 1. Termometer

Untuk mengetahui besarnya temperatur udara suatu ruangan biasanya dilakukan dengan menggunakan alat yang secara umum dikenal dengan Termometer. Termometer sendiri yaitu suatu alat yang digunakan untuk mengukur suhu udara maupun perubahan suhu.

##### 2. Hygrometer

Untuk mengetahui nilai kelembapan ruang digunakan alat yang disebut dengan *Hygrometer*.

##### 3. Thermo-Hygrometer

*Thermo-Hygrometer* merupakan alat yang memiliki dua indikator pengukuran, yaitu *thermometer* dan *hygrometer*. *Thermometer* berfungsi untuk mengukur temperatur udara sedangkan *hygrometer* berfungsi untuk mengukur kelembapan *Relative Humidity* (RH).

##### 4. Anemometer

*Anemometer* merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin maupun mengukur arah. Baling-baling yang terdapat pada anemometer akan bergerak ketika terkena tiupan angin dan bergerak sesuai arah angin.

Di dalam peraturan SNI 03-6572-2001, dijelaskan beberapa standar Kenyamanan Termal berikut [3]:

##### 1. Temperatur udara kering

Sejuk nyaman = 20,5°C – 22,8°C  
 Nyaman optimal = 22,8°C – 25,8°C  
 Hangat nyaman = 25,8°C – 27,1°C

2. Kelembapan udara relatif

Kelembapan udara relatif untuk daerah tropis dianjurkan antara 40% - 50%. Jika jumlah penghuni ruangan padat, seperti ruang pertemuan maka kelembapan relative yang diperbolehkan antara 55%-60%.

3. Pergerakan udara (kecepatan udara)

Kecepatan udara yang jatuh di atas kepala tidak boleh lebih besar dari 0,25 m/detik dan sebaiknya lebih kecil dari 0,15 m/detik. Kecepatan udara dapat lebih besar dari 0,25 m/detik tergantung temperatur udara rancangan.

4. Radiasi permukaan yang panas

Sebaiknya temperatur radiasi udara dibuat sama dengan temperatur udara kering ruangan

2.2. Ventilasi Alami

Ventilasi alami merupakan pergantian udara yang terjadi secara alami, dimana tidak membutuhkan peralatan mekanis seperti mesin penyejuk udara (*air conditioning* (AC)) dalam prosesnya [4]. Ventilasi alami bertujuan menyediakan udara segar ke dalam ruangan guna mengurangi kadar polusi udara, membantu pendinginan bangunan secara pasif, dan mengurangi jumlah energi yang terpakai pada bangunan.

Di Indonesia, terdapat standar ventilasi alami [3] yang menjelaskan bahwa jumlah bukaan ventilasi tidak boleh kurang dari 5% terhadap luas lantai ruangan yang membutuhkan ventilasi. Selain itu, arah ventilasi menghadap ke: (1) Halaman ber dinding dengan ukuran yang sesuai, atau daerah yang terbuka keatas, (2) Teras terbuka, pelataran parkir, atau sejenis, (3) Ruang yang bersebelahan. Adapun fungsi bukaan ventilasi adalah untuk mendistribusikan oksigen, mengalirkan tiupan angin, dan mendinginkan ruangan.

2.3. Pergantian Udara Per Jam

Pergantian udara per-jam (ACH, *Air Change per Hour*) merupakan jumlah pergantian seluruh udara di dalam ruang dengan udara di luar ruang dalam jangka waktu setiap jam [4]. Untuk menghitung pertukaran udara per-jam (ACH) pada ruangan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$ACH = \left(\frac{Q}{V}\right) \times 3600 \tag{1}$$

Q adalah tingkat penghawaan alami (m<sup>3</sup>/s) dan V adalah volume ruangan (m<sup>3</sup>).

Tingkat penghawaan alami (Q) diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$Q = 0,025 \times A \times v \tag{2}$$

A adalah luas bukaan (m<sup>2</sup>), V adalah kecepatan angin pada bukaan (m/s), dan 0,025 adalah faktor pengali.

Tabel 1. Standar Pergantian Udara per Jam [5]

Tujuan	Standar kebutuhan (ACH)	Standar kebutuhan (liter/detik m <sup>2</sup> )
Kesehatan	0,5 – 1	0,4 – 0,8
Kenyamanan	1 - 5	0,8 - 4

3. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Data yang diperoleh dianalisis dengan beberapa standar terkait seperti penjelasan pada bagian di atas. Lebih lanjut terkait dengan objek studi pada penelitian ini disajikan pada pembahasan berikut:

3.1. Objek Studi

Pengukuran dilakukan pada 2 ruang kuliah di lantai 2 dan 1 ruang kuliah di lantai 1 Kampus IKIP PGRI Wates. 3 ruang kuliah yang dijadikan objek diberi kode secara berurutan R1, R2, dan R3. Masing-masing ruang kuliah memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Objek pengukuran yang dipilih dalam kajian ini dapat dilihat pada Gambar 1.





Gambar 3. Anemometer digital

Tabel 2. Spesifikasi Ketepatan Thermo-Hygrometer Digital [6]

	Jarak	Resolusi	Ketepatan
Kelembaban	5% - 95% RH	0,01% RH	± 3% RH
Temperatur	0°C - 50°C 32°C - 122°F	0,01	0,8010°C 1,5°F
Suhu Mencair	(-25,3°C) – (48,9 °C)	0,01	-

Tabel 3. Spesifikasi Ketepatan Anemometer Digital [6]

Ukuran	Jarak	Resolusi	Ketepatan
m/s	0,4 – 25 m/s	0,1 m/s	± (2% + 2d)
km/h	1,4 – 90 km/h	0,1 km/h	
mile/h	0,9 – 55,9 mile/h	0,1 mile/h	
knots	0,8 – 48,8 knots	0,1 knots	
ft/min	80 – 4930 ft/min	10 ft/min	± (2% + 20 ft/min)
Temperatur °C	0°C - + 50°C	0,1°C	0,8°C
Temperatur °F	32°F – 122°F	0,1°F	1,5°F

### 3.3. Metode Pengumpulan Data

#### 3.3.1. Data Primer

Data primer yaitu data yang diperoleh dengan cara melakukan pengukuran langsung pada objek penelitian. Parameter pengukuran sendiri yaitu temperature udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin dalam ruangan.

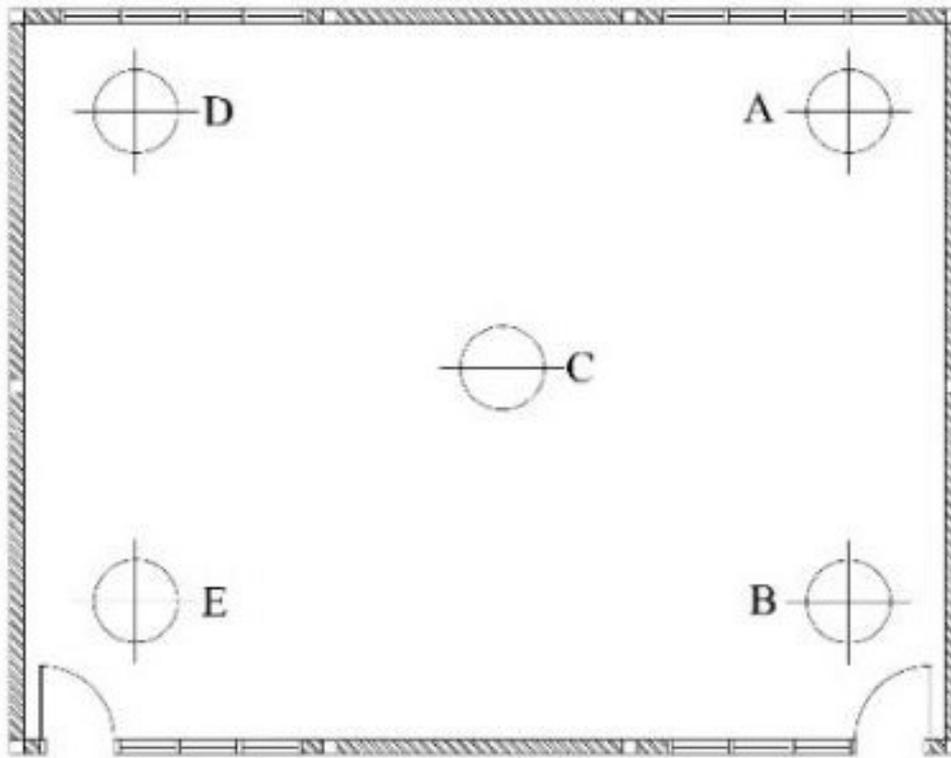
Berikut ini metode pengumpulan data primer dalam proyek ini: (1) Pengukuran temperatur udara dan kelembapan udara di dalam ruangan menggunakan *Thermo-Hygrometer* digital, (2) Pengukuran kecepatan angin di dalam ruangan menggunakan *Anemometer* Digital.

Berikut ini mekanisme pengumpulan data primer pada penelitian ini:

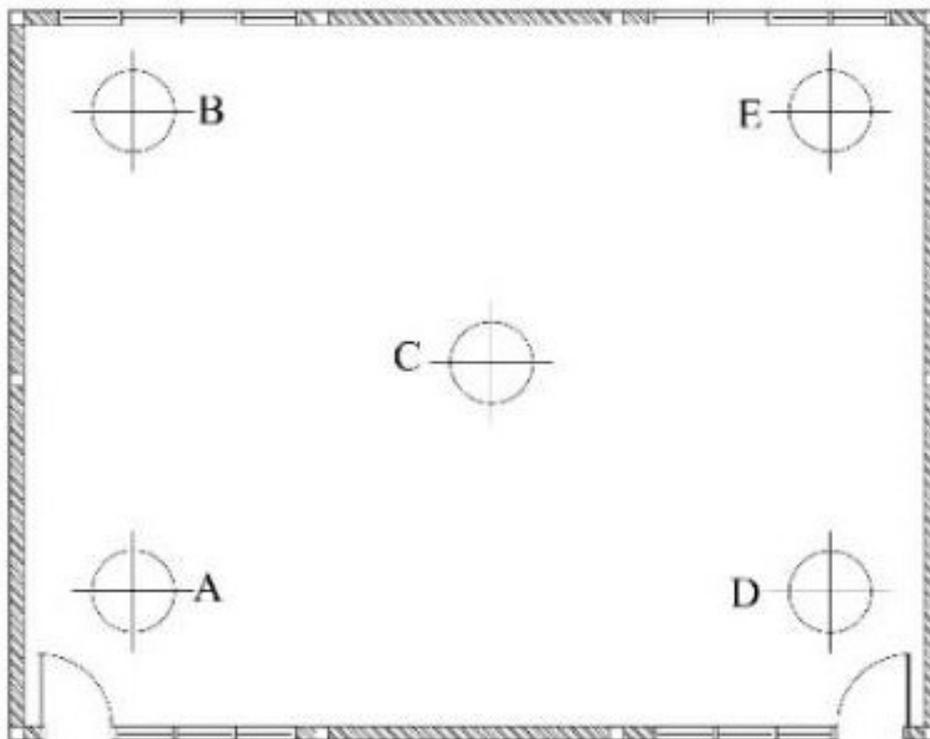
1. Sebelum pengambilan data, alat pengukuran dan tabel data hasil pengukuran disiapkan.
2. Pengukuran dilakukan selama 3 hari berturut-turut
3. Pengukuran dilakukan pada 5 titik pengukuran pada masing-masing objek
4. Pengukuran dilakukan pukul 08.00 – 16.00 WIB dengan interval satu jam
5. Alat pengukuran diletakkan 1,1 meter dari muka lantai
6. Dilakukan pengambilan data variable ruang kelas yang meliputi luas ruang kelas dan luas bukaan ventilasi

3.3.2. Data Sekunder

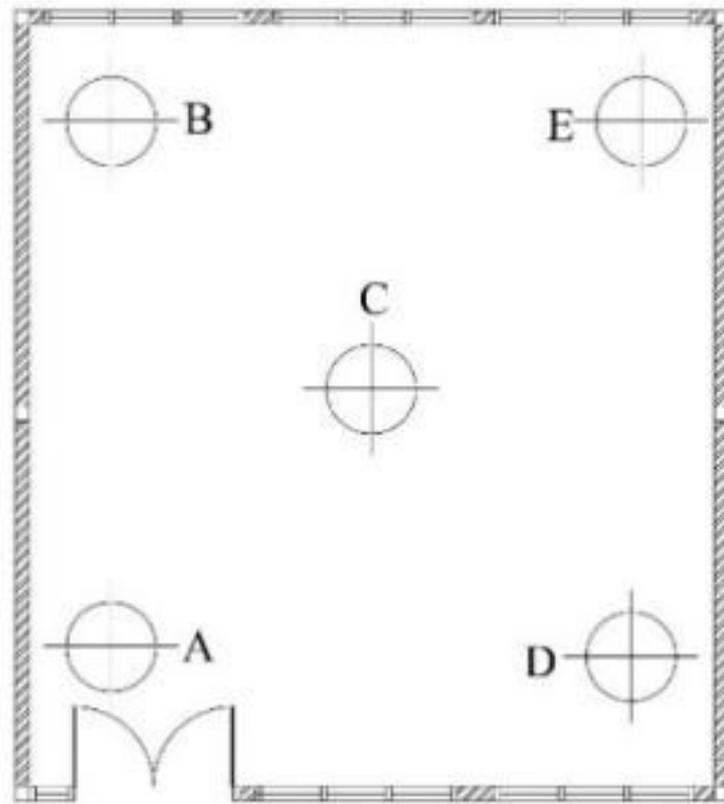
Data sekunder yaitu data hasil perhitungan Pergantian Udara per Jam (ACH) menggunakan rumus ACH.



Gambar 4. Titik pengukuran R1



Gambar 5. Titik pengukuran R2



Gambar 6. Titik pengukuran R3

3.3.3. Analisa data

1. Memeriksa semua data yang diperoleh
2. Memberi tanda (kode) pada pertanyaan yang telah diajukan dan data yang didapat
3. Tabulasi data, semua data yang telah diperoleh dan dikumpulkan peneliti serta telah diberi kode dikelompokkan dalam table-tabel yang kemudian dianalisa menggunakan parameter yang telah ditentukan. Dalam studi ini, digunakan SNI 03-6572-2001 dan EnREI 1991 sebagai standar acuan.

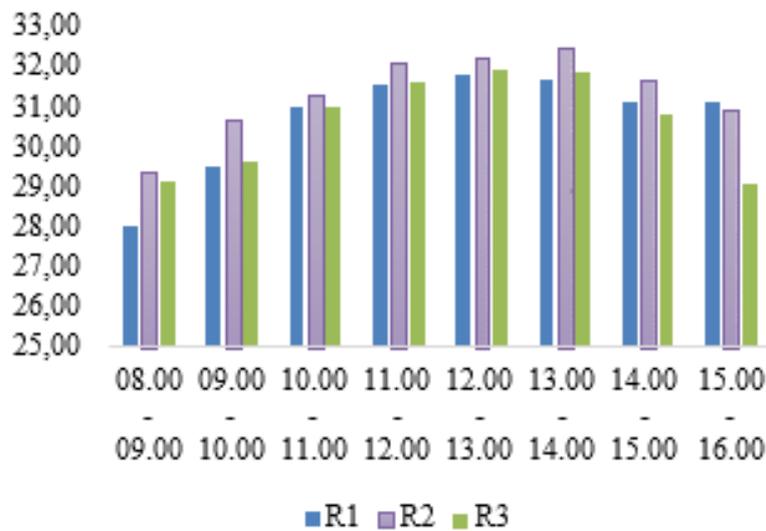
4. Hasil

4.1. Temperatur Udara

Tabel 4 menunjukkan bahwa pada semua ruang kuliah diperoleh hasil rata-rata suhu udara pada pukul 08.00 WIB – 09.00 WIB lebih dari 27°C. Sementara, mendekati tengah hari suhu udara relatif meningkat dan puncak tertinggi temperatur udara rata-rata terjadi pada pukul 12.00 WIB – 13.00 WIB dengan temperatur udara yang dapat mencapai 32°C. Berdasarkan data tersebut, temperatur udara pada seluruh ruang kuliah termasuk pada kategori tidak nyaman karena melebihi standar kenyamanan yang dianjurkan bagi daerah tropis yaitu 20,5°C – 27,1°C (SNI 03-6572-2001).

Tabel 4. Rata-rata Temperatur Udara

Waktu	Temperatur Udara (°C)		
	R1	R2	R3
08.00 - 09.00	28,00	29,39	29,15
09.00 - 10.00	29,55	30,70	29,62
10.00 - 11.00	31,03	31,31	31,01
11.00 - 12.00	31,55	32,12	31,66
12.00 - 13.00	31,84	32,28	31,91
13.00 - 14.00	31,71	32,50	31,88
14.00 - 15.00	31,11	31,73	30,84
15.00 - 16.00	31,16	30,93	29,06
Rata-rata	30,74	31,37	30,64



Gambar 7. Diagram rata-rata temperatur udara

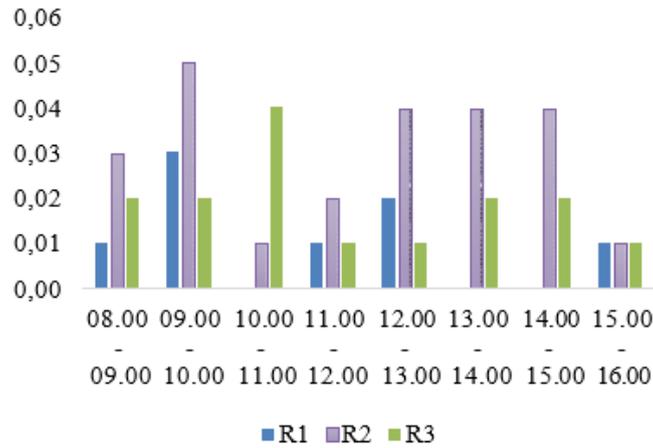
#### 4.2. Kecepatan Angin

Berdasarkan Tabel 5, di seluruh ruang kuliah, kecepatan angin yang terjadi relatif kecil yakni berada dibawah 0,1 m/s. Padahal aliran udara menjadi bagian penting untuk mencapai kenyamanan termal. Tanpa adanya aliran udara dalam ruang, maka ruangan akan menjadi cepat jenuh dan kualitas udara dalam ruang

menjadi tidak sehat karena tingginya konsentrasi CO<sub>2</sub> serta menipisnya kadar oksigen. Dengan aliran udara yang mendekati 0 m/s ruangan tidak akan mencapai kenyamanan suhu. Penghuni ruangan akan lebih berkeringat dan keringat tidak dapat menguap pada udara yang jenuh tanpa aliran udara. Menurut SNI 03-6572-2001 kecepatan angin yang ideal dalam suatu ruangan yaitu antara 0,15 m/s sampai 0,25 m/s.

Tabel 5. Rata-rata Kecepatan Angin

Waktu	Kecepatan Angin (m/s)		
	R1	R2	R3
08.00 - 09.00	0,01	0,03	0,02
09.00 - 10.00	0,03	0,05	0,02
10.00 - 11.00	0,00	0,01	0,04
11.00 - 12.00	0,01	0,02	0,01
12.00 - 13.00	0,02	0,04	0,01
13.00 - 14.00	0,00	0,04	0,02
14.00 - 15.00	0,00	0,04	0,02
15.00 - 16.00	0,01	0,01	0,01
Rata-rata	0,01	0,03	0,02



Gambar 8. Diagram rata-rata kecepatan angin

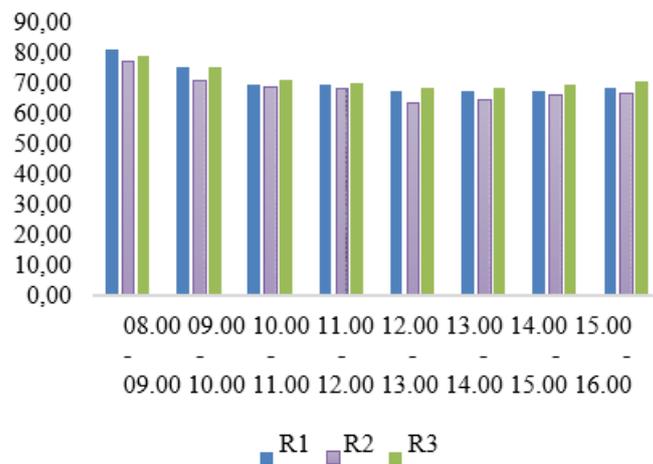
### 4.3. Kelembapan Udara

Kelembapan udara pada seluruh ruang kuliah yang diuji dapat dikategorikan pada kondisi kurang nyaman karena rata-rata kelembapan udara lebih dari 60% (Tabel 6)

dimana pada SNI 03-6572-2001 disebutkan bahwa kelembapan udara relatif ruangan yang dikategorikan nyaman yaitu 40% - 60%.

Tabel 6. Rata-rata Kecepatan Angin

Waktu	Kelembapan Udara (%)		
	R1	R2	R3
08.00 - 09.00	81,01	77,65	78,97
09.00 - 10.00	75,11	71,18	75,42
10.00 - 11.00	69,71	69,11	70,87
11.00 - 12.00	69,78	68,31	70,23
12.00 - 13.00	67,14	63,89	68,14
13.00 - 14.00	67,17	64,72	68,24
14.00 - 15.00	67,42	66,42	69,47
15.00 - 16.00	68,70	66,98	70,56
Rata-rata	70,76	68,53	71,49



Gambar 9. Diagram rata-rata kelembapan udara

#### 4.4. Persentase Luas Bukaannya Ventilasi

Luas seluruh bukaan yang berfungsi sebagai sirkulasi udara pada R1 dan R2 yaitu 9,66 %. Sementara, luas seluruh bukaan yang dapat digunakan sebagai sirkulasi udara pada R3 yaitu 16,68 %. Nilai tersebut menunjukkan bahwa persentase bukaan pada seluruh ruang kuliah yang diuji memenuhi standar SNI 03-6572-2001 (tidak boleh kurang dari 5% terhadap luas lantai).

#### 4.5. Pergantian Udara Per Jam (ACH)

Berdasarkan perhitungan ACH pada masing-masing ruang kuliah di atas, didapat nilai ACH pada R1, R2,

dan R3 berturut turut yaitu (0,034), (0,09), dan (0,15). Nilai tersebut menunjukkan bahwa pergantian udara per jam (ACH) pada masing masing ruang kuliah jauh dari standar kenyamanan. Standar kenyamanan ACH menurut EnREI (Energy Related Environmental Issues) yaitu sebesar 1 – 5 ACH.

#### 4.6. Perbedaan Jendela Terbuka dan Tertutup

Pengambilan data pengukuran ruang dalam keadaan jendela tertutup seluruhnya hanya dilakukan pada R1 dan R2. Hal ini karena jendela nako pada R3 sudah tidak dapat ditutup disebabkan besi yang sudah berkarat. Nilai perbedaan jendela terbuka dan tertutup dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Perbedaan Jendela Terbuka dan Tertutup

Indeks Kenyamanan Termal	R1	R2
Temperatur Udara	0,158	0,004
Kecepatan Angin	0,003	0,022
Kelembapan Udara	0,05	0,23

Tabel 7 menunjukkan bahwa antara jendela terbuka dan jendela tertutup memberi pengaruh terhadap temperature udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin namun pengaruh yang diberikan sangat kecil.

#### 5. Simpulan

Berdasarkan pembahasan dan hasil pengukuran maupun analisa data yang dilakukan, diperoleh kesimpulan: (1) Persentase luas bukaan ventilasi pada ruang kuliah IKIP PGRI Wates telah memenuhi standar SNI 03- 6572-2001 yaitu tidak kurang dari 5% terhadap luas lantai.; (2) Berdasarkan data pengukuran yang telah dikumpulkan, maka dapat disimpulkan bahwa ruang kuliah IKIP PGRI Wates belum memenuhi standar kenyamanan termal SNI 03-6572-2001; (3) Berdasarkan perhitungan ACH (*Air Change per Hour*), dapat disimpulkan bahwa ACH dalam ruang kuliah IKIP PGRI Wates belum memenuhi standar kenyamanan ACH yang dianjurkan EnREI-1991; (4) Terdapat perbedaan nilai temperatur udara, kecepatan angin, dan kelembapan udara pada keadaan jendela

terbuka seluruhnya dan jendela tertutup seluruhnya. Namun, perbedaan yang terjadi bernilai sangat kecil.

#### Daftar Rujukan

- [1] American Society of Heating, Refrigerating and air-Conditioning Engineers. American Society of Heating, 1992.
- [2] N. L. Latifah, *Fisika Bangunan I*. Jakarta: Griya Kreasi, 2015.
- [3] Badan Standardisasi Nasional, *Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung (SNI 03- 6572-2001)*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional, 2002.
- [4] P. Satwiko, *Fisika Bangunan*. Yogyakarta: Andi Offset, 2009.
- [5] *Energy Related Environmental Issues*. 1991.
- [6] M. R. Ridho, "Kajian Kenyamanan Termal Ruang Gambar Paket Keahlian Teknik Gambar Bangunan SMK Negeri 2 Pengasih," Universitas Negeri Yogyakarta, 2015.