

## IDENTIFIKASI KENYAMANAN TERMAL RUANG KELAS PADA BANGUNAN SEKOLAH MENENGAH ATAS (STUDI KASUS: SMA MUHAMMADIYAH KUDUS)

### Niken Sekar Larasati

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
d300190147@student.ums.ac.id

### Suryaning Setyowati

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
ss207@ums.ac.id

### ABSTRAK

*Indonesia berada di garis khatulistiwa beriklim tropis lembab dan suhu udara yang meningkat. Perubahan iklim sangat berpengaruh pada tingkat kenyamanan termal yang dirasakan oleh manusia dan juga lingkungan sekitar. Penelitian kenyamanan termal ini dilakukan di sekolah swasta dengan studi kasus sekolah SMA Muhammadiyah Kudus pada ruang kelas untuk menilai tingkat kesesuaian standar kenyamanan termal dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Tingkat kesesuaian ini juga berpengaruh dalam kinerja siswa dan guru terhadap konsentrasi, produktivitas dan tetap merasa nyaman dengan kondisi kenyamanan bangunan yang ada. Metode yang dilakukan adalah penggabungan metode kualitatif dan kuantitatif menganalisis data lapangan berdasarkan teori kenyamanan dan pengukuran lapangan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa tingkat kesesuaian kenyamanan termal ruang kelas ada yang sesuai dan ada yang tidak memenuhi standar SNI 03-6572-2001 kenyamanan termal yang ada dari segi temperatur suhu, kelembaban dan kecepatan angin. Hal ini diakibatkan oleh beberapa faktor seperti adanya atap dari lapangan indoor, orientasi bangunan yang menghadap ke timur dan lubang ventilasi jendela yang ada.*

### KEYWORDS:

Kenyamanan Termal; Ruang Kelas; Sekolah

### PENDAHULUAN

Indonesia terletak di garis khatulistiwa beriklim tropis lembab dengan tingkat kelembaban melebihi 80%, suhu udara mencapai 35°C, dan radiasi matahari yang ekstrim (menyengat). Dimana terjadi secara bertahap dari faktor perubahan iklim seperti suhu udara, kelembaban, tekanan atmosfer, kondisi awan, intensitas sinar matahari, curah hujan, dan angin. Sehingga manusia menginginkan kondisi yang nyaman untuk melakukan segala aktivitas, khususnya kenyamanan secara termal. Iklim, orientasi bangunan, lingkungan sekitar semuanya dapat mempengaruhi besarnya kenyamanan termal yang dirasakan oleh manusia.

Penelitian mengenai kenyamanan termal telah banyak dilakukan dengan berbagai kondisi iklim dan objek yang berbeda-beda. Menyimpulkan bahwa berdasarkan seluruh responden mahasiswa ruang kelas dengan suhu nyaman/netral berada pada angka

27.40°C suhu udara ( $T_a$ ) (Delyuzi, Erwin, & Pratama, 2019).

Sekolah menengah atas (SMA) adalah jenjang pendidikan menengah atas yang bersifat formal, non-formal dan informal di Indonesia yang ditempuh selama tiga tahun mulai dari kelas 1 sampai kelas 3 atau dikenal dengan kelas 10 sampai kelas 12. Salah satunya sekolah SMA Muhammadiyah Kudus merupakan sekolah swasta yang bersifat formal terletak di tengah pusat perkotaan dan pusat pendidikan tepatnya di Jalan KHR. Asnawi, Kota Kudus, Jawa Tengah. Sekolah ini memiliki gaya bangunan sederhana arsitektur modern minimalis, memiliki lapangan *indoor* beberapa ruang kelas. Namun, terdapat permasalahan di beberapa ruang kelas yang disebabkan oleh adanya lapangan *indoor*, kurangnya vegetasi di lingkungan sekolah dan bagian belakang sekolah dekat dengan permukiman. Sehingga cahaya matahari, sirkulasi udara dan angin yang masuk berkurang serta terhambat.

Oleh karena itu, penelitian ini akan melihat persepsi pengguna terhadap standar kenyamanan dalam ruang kelas dan mengetahui tingkat kenyamanan termal dari segi temperatur suhu udara, kelembaban udara, dan kecepatan angin dengan kesesuaian standar yang ada pada ruang kelas setelah melewati masa pasca pandemi covid-19 dengan waktu yang berbeda-beda serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Sehingga kedepannya dapat dijadikan rekomendasi penyesuaian ruang kelas yang dirasa nyaman bagi siswa atau pelajar yang dapat membantu proses belajar mengajar yang lebih baik.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Kenyamanan Termal**

Kenyamanan termal adalah keadaan mental manusia dengan menunjukkan kepuasan terhadap lingkungan termal (Nugroho, 2011). Kenyamanan bangunan adalah keadaan yang memberikan rasa nyaman dan aman bagi penggunanya (Karyono, 2001). Kenyamanan termal adalah kondisi alam yang dapat mempengaruhi individu yang dapat diubah dengan arsitektur (Snyder & Catanese, 1989). Manusia berada dalam kondisi nyaman ketika tidak merasa perlu menaikkan atau menurunkan suhu di dalam ruangan (McIntyre, 1980). Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kondisi nyaman terhadap tingkat kenyamanan termal secara optimal seperti suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin dan radiasi matahari. Dan juga terdapat pengaruh dari manusia seperti pakaian, bentuk tubuh, makanan dan minuman, umur, serta jenis kelamin.

### **Suhu Udara**

Tingkat kenyamanan termal sangat ditentukan oleh suhu udara. Menurut penelitian seorang dokter berasal dari Jerman pada abad ke-19, manusia bisa dikatakan nyaman dengan suhu tubuh sekitar 37°C dan apabila melebihi atau menurunnya suhu standar akan mengalami ketidaknyamanan bahkan kematian. Suhu udara di satu daerah atau ruangan dengan ruang lainnya sangat berbeda. Hal ini terkait dengan arah masuk sinar matahari, tinggi rendahnya lokasi, arah

keluar masuk angin, arus laut dan lamanya penyinaran.

Batas kenyamanan untuk keadaan khatulistiwa di Indonesia berkisar antara 19°C TE-26°C TE dengan pembagian antara lain: Suhu 26°C TE, tubuh manusia sudah mulai berkeringat; Suhu 26°C TE-30°C TE, daya tahan tubuh dan kemampuan aktivitas manusia mulai menurun; Suhu 30°C TE-35°C TE, keadaan lingkungan menjadi tidak terkendali; dan Suhu 35°C TE-36°C TE, keadaan lingkungan yang tidak dapat dibayangkan lagi (Lippsmeier, 1997).

### **Suhu Radiasi**

Suhu radiasi adalah panas yang dihasilkan oleh radiasi objek yang memancarkan panas. Salah satunya adalah radiasi matahari yang yang berpengaruh besar terhadap sensasi termal.

### **Kelembaban Udara**

Kelembaban udara adalah jumlah uap air di udara, sedangkan kelembaban relatif adalah perbandingan antar jumlah uap air di udara dengan jumlah uap air yang maksimum yang dapat ditampung di udara pada suhu tertentu (Nasir dkk, 2017). Di Indonesia, musim hujan memiliki kelembaban udara paling tinggi dan musim kemarau paling rendah. Dalam hal ini faktor kelembaban udara, yaitu radiasi matahari, suhu udara, tinggi rendahnya lokasi, angin, dan kerapatan udara.

### **Kecepatan Angin**

Kecepatan angin didefinisikan sebagai masuknya aliran udara yang bergerak secara horizontal pada ketinggian 2 m di atas permukaan tanah. Tergantung pada kondisi suhu udara kering di dalam ruangan dengan kecepatan udara yang dapat ditingkatkan hingga lebih dari 0,25 m/s.

Kecepatan udara bisa diubah menjadi lebih besar dari 0,25 m/s tergantung dari keadaan suhu udara kering dalam ruangan. Sedangkan, untuk kecepatan udara dengan pembagian seperti kecepatan udara 0,25m/s, nyaman tanpa merasakan adanya gerakan udara; 0,25-0,5m/s, nyaman dengan gerakan udara yang dirasakan; 1,0-1,5m/s, aliran udara ringan hingga tidak menyenangkan dan kecepatan udara melebihi 1,5m/s, kondisi tidak nyaman dan tidak menyenangkan (Lippsmeier, 1997).

### Insulasi Pakaian

Bahan atau jenis pakaian yang dipakai seseorang dapat mempengaruhi kenyamanan termal. Panas yang akan dikeluarkan oleh manusia saat mengenakan pakaian yang terbuat dari bahan tipis dan biasanya digunakan dalam kondisi cuaca panas. Sedangkan panas akan keluar dari kulit manusia jika pakaian yang dikenakan berbahan tebal.

### Aktivitas

Aktivitas manusia dapat menghasilkan kalor yang akan dilepaskan menuju lingkungan baik aktivitas berat maupun ringan. Semakin banyak manusia melakukan aktivitas fisik, semakin panas di dalam tubuhnya. Sebab manusia secara normal memiliki permukaan kulit  $1,7\text{m}^2$ .

### Standar Kenyamanan Termal

Menurut Menteri Kesehatan No.261/MENKES/SK/II/1998, temperatur ruangan yang berkisar antara  $18^{\circ}\text{C}$ - $26^{\circ}\text{C}$  dan laju ventilasi angin ruangan yang sehat sebesar  $0,15\text{m/s}$ - $0,25\text{m/s}$ . Berdasarkan standar yang ditetapkan oleh SNI 03-6572-2001, ada tiga kategori tingkatan temperatur yang sesuai untuk orang di Indonesia. Kecepatan udara yang baik berdasarkan SNI 03-6572-2001 adalah  $0,25\text{ m/s}$ .

**Tabel 1. Batas Kenyamanan Termal Menurut SNI 03-6572-2001**

Kategori	Temperatur Efektif (TE)	Kelembaban Udara (RH)
Sejuk Nyaman Ambang Atas	$20,5^{\circ}\text{C} - 22,8^{\circ}\text{C}$	50%
	$24^{\circ}\text{C}$	80%
Nyaman Optimal Ambang Atas	$22,8^{\circ}\text{C} - 25,8^{\circ}\text{C}$	70%
	$28^{\circ}\text{C}$	
Hangat Nyaman Ambang Atas	$25,8^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$	60%
	$31^{\circ}\text{C}$	

(Sumber: SNI, 2001)

### Faktor yang Mempengaruhi Kenyamanan Ruang Kelas

Kenyamanan termal dipengaruhi oleh faktor klimatis dan fisiologis pengguna ruang, serta lingkungan dalam maupun luar ruangan. Sehingga sensasi termal ruangan semakin tidak nyaman dan kurang kondusif. Terdapat bukaan ventilasi alami yang menjadi solusi pendekatan arsitektur terhadap kondisi lingkungan luar dan dalam ruangan.

Pada orientasi bangunan arah barat dan timur tidak dapat dihindari karena matahari bersirkulasi langsung ke dalam ruangan melalui bukaan berupa ventilasi atau kaca yang dapat menaikkan suhu udara. Bukaan ventilasi harus diposisikan menghadap arah angin yang masuk ke dalam bangunan atau ruangan dengan ketinggian manusia beraktivitas. Elemen arsitektur dan lansekap untuk pelindung dari matahari yang dapat menurunkan temperatur suhu udara di sekitarnya.

### Ruang Kelas

Ruang kelas, menurut Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No. 24 Tahun 2007, merupakan tempat pembelajaran teori dan praktik tanpa menggunakan peralatan khusus. Di dalam ruang kelas biasanya terdiri dari berbagai peralatan yang harus ada seperti meja, kursi, lemari, papan tulis dan barang tambahan ruang lainnya dengan menyesuaikan kebutuhan pengguna ruang.

Ruang kelas memiliki syarat kelayakan dan standar tertentu misalnya standar luas ruang kelas adalah  $9\text{m} \times 8\text{m}$ , pencahayaan alami, sirkulasi udara, kapasitas maksimum 32 siswa dengan luas ruang kelas minimum rasio per siswa adalah  $2\text{m}^2$ .

### METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian deskriptif kualitatif dalam menganalisis data-data lapangan dengan cara pengumpulan data primer dan data sekunder. Namun, penelitian ini menetapkan penggabungan pendekatan kualitatif dan kuantitatif.

Batasan dalam penelitian ini untuk mengetahui tingkat kenyamanan termal dan kesesuaian terhadap standar temperatur suhu udara, kelembaban udara dan kecepatan angin. Teknik yang digunakan dalam penelitian

ini sebagai berikut: (1) Pengumpulan Data, melakukan dengan cara observasi langsung di lokasi objek penelitian untuk mendapatkan gambaran yang jelas dan fakta tentang suatu hal yang akan di teliti, pengisian kuisisioner terhadap siswa yang berada di objek penelitian dalam ruang kelas mengenai apa yang dirasakan, mendokumentasikan objek penelitian dan studi literatur sebagai pembanding acuan teori. (2) Analisis Data, teknik ini mendata hasil pengukuran objek penelitian di lapangan menggunakan alat ukur seperti: (a) Alat tulis, sebagai mencatat data primer saat melakukan penelitian. (b) Kamera, untuk mendokumentasikan objek penelitian. (c) Alat Ukur, menggunakan alat ukur anemometer sebagai alat ukur kecepatan angin dan suhu udara.



**Gambar 1. Anemometer Benetech GM816**  
(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022)

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di sekolah menengah atas (SMA) swasta yaitu SMA Muhammadiyah Kudus, Jawa Tengah tepatnya pada beberapa ruang kelas tertentu yang memiliki permasalahan terkait dengan kenyamanan termal. Penulis memilih objek lokasi tersebut karena lokasi ini strategis dalam pengumpulan data yang terkait dengan fokus penelitian yang akan penulis teliti.



**Gambar 2. Peta Lokasi Objek Penelitian**  
(Sumber: Google Maps, 2022)



**Gambar 3. Tampak Depan Objek Penelitian**  
(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022)



**Gambar 4. Tampak Samping Kiri Objek Penelitian**  
(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022)

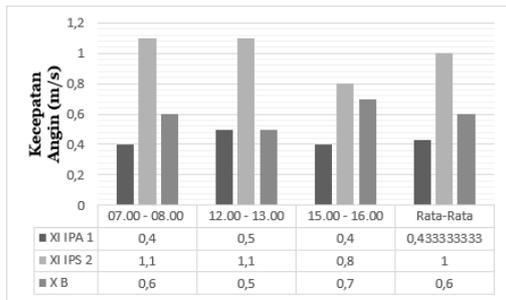
Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2022 tepatnya pada tanggal 21-23 November 2022 dengan waktu pengukuran dan pengamatan yang berbeda-beda. Waktu pengukuran dibagi menjadi 3 zona yaitu pagi hari pukul 07.00-08.00 WIB, siang hari pukul 12.00-13.00 WIB, dan sore hari 15.00-16.00 WIB.

## HASIL dan PEMBAHASAN

### Gambaran Umum

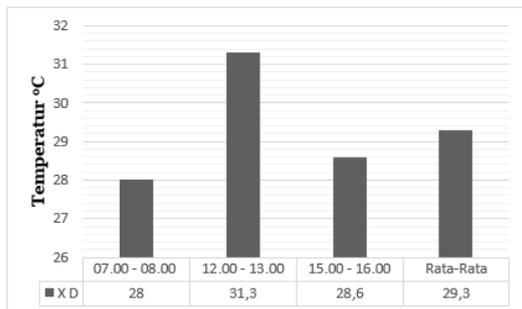
Sekolah SMA Muhammadiyah Kudus merupakan sekolah swasta yang didirikan pada Juli 1961 yang memiliki luas tanah  $\pm 1.700\text{m}^2$ . Posisi sekolah tersebut menghadap ke arah timur, memiliki gaya arsitektur modern minimalis, bertingkat 2 dan 3 lantai dan mempunyai 12 ruang kelas. Pada penelitian ini hanya mengambil 6 ruang kelas saja untuk membandingkan hasil tingkat kenyamanan termal yaitu lantai 1 kelas 12 IPA 2 dan 12 IPS 2 menghadap ke selatan, lantai 2 kelas 1 IPA 1 dan 10 B menghadap ke selatan serta kelas 11 IPS 2 menghadap ke timur, dan lantai 3 kelas 10 D menghadap ke selatan.



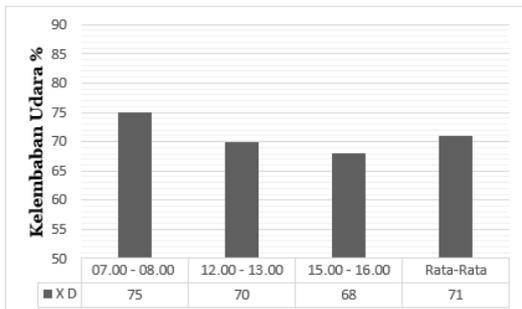


Gambar 11. Grafik Kecepatan Angin Lantai 2 (Sumber: Analisis Penulis, 2022)

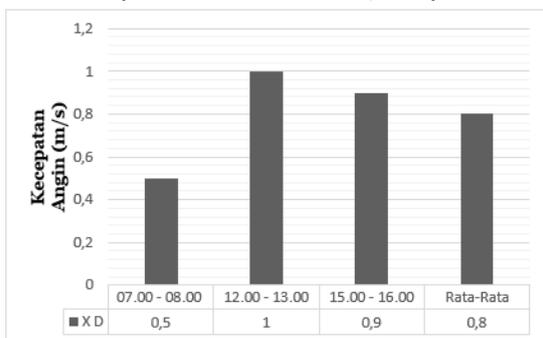
Pada pengukuran ketiga dilakukan pada hari Rabu, 23 November 2022 di lantai 3 yaitu ruang kelas 10 D saat pagi hari pukul 07.00-08.00 dengan cuaca berawan, saat siang hari pukul 12.00-13.00 dengan cuaca berawan tebal dan saat sore hari pukul 15.00-16.00 dengan cuaca hujan sedang.



Gambar 12. Grafik Temperatur Udara Lantai 3 (Sumber: Analisis Penulis, 2022)



Gambar 13. Grafik Kelembaban Udara Lantai 3 (Sumber: Analisis Penulis, 2022)



Gambar 14. Grafik Kecepatan Angin Lantai 3 (Sumber: Analisis Penulis, 2022)

Selama 3 hari pengukuran data di lapangan menghasilkan rata-rata di setiap hasil pengukuran dengan waktu dan cuaca yang berbeda-beda.

Tabel 2. Rata-Rata Hasil Pengukuran Selama 3 Hari

No.	Ruang Kelas	Rata-rata Tingkat Kenyamanan Termal		
		Suhu Ruang (°C)	Kelembaban Udara (%)	Kecepatan Angin
1.	12 IPA 2	28.5	80	0.43
2.	12 IPS 2	29.6	76	0.9
3.	11 IPA 1	28.2	81	0.43
4.	11 IPS 2	30.3	72	1
5.	10 B	29.2	76	0.6
6.	10 D	29.3	71	0.8

(Sumber: Analisis Penulis, 2022)

Cuaca dan waktu pengukuran yang berbeda-beda sangat berpengaruh terhadap temperatur suhu udara, kelembaban udara dan kecepatan angin. Suhu udara yang tertinggi terjadi saat cuaca cerah berawan pada pagi hari menjelang siang hari. Kelembaban cenderung meningkat saat cuaca berawan dan curah hujan ringan-sedang yang mengakibatkan kecepatan angin menjadi rendah.

Berdasarkan hasil kuisioner, siswa pengguna ruang kelas merasa lebih nyaman secara termal pada saat pintu dan jendela terbuka. Hal ini dikarenakan saat pintu dan jendela tertutup rapat tidak ada angin atau sirkulasi udara yang masuk ke dalam ruang kelas.

### Tingkat Kesesuaian Kenyamanan Termal Ruang Kelas

Pada sekolah menengah atas (SMA) Muhammadiyah Kudus berdasarkan rata-rata hasil pengukuran dari 6 ruang kelas yang diambil pada lantai 1 sampai lantai 3 selama 3 hari terdapat ruang kelas yang mengalami permasalahan mengenai kenyamanan termal. Ruang kelas tersebut adalah kelas 12 IPA 2 dan 11 IPA 1 yang dinyatakan bahwa rata-rata temperatur suhu udara terendah yaitu 28,5°C dan 28,2 °C daripada suhu udara rata-rata di ruang kelas lainnya. Hal ini menyatakan bahwa ruang kelas tersebut tidak memenuhi standar kenyamanan termal yaitu SNI 03-6572-2001 dengan suhu nyaman optimal antara 22,8 °C-25,8 °C karena sudah melebihi batas ambang atas suhu nyaman optimal dan menurut Lippmeier, sudah masuk kategori suhu 26°C

TE-30°C TE yaitu daya tahan tubuh dan kemampuan aktivitas manusia mulai menurun.

Pada kelembaban udara ruang kelas saat cuaca berawan hingga hujan sedang yang paling lembab dan tinggi di kelas 11 IPA 1 yang dinyatakan bahwa 81% sehingga tidak memenuhi standar kenyamanan termal yaitu SNI 03-6572-2001 karena sudah melebihi batas ambang atas sejuk nyaman. Sedangkan rata-rata kelembaban udara di dalam ruang kelas lainnya sudah memenuhi standar kenyamanan termal yaitu SNI 03-6572-2001.

Pada rata-rata hasil pengukuran kecepatan angin yang paling rendah di ruang kelas 12 IPA 2 dan 11 IPA 1 yaitu 0,43 m/s, namun sudah sesuai dengan standar menurut Lippmeier yang masuk ke dalam kategori nyaman dan pergerakan udara terasa yaitu 0,25-0,5m/s dan juga kecepatan angin yang baik dari standar SNI 03-6572-2001 yaitu 0,25m/s.

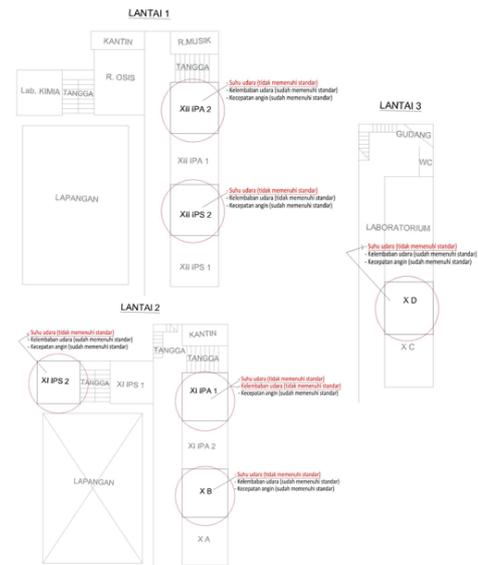
#### Faktor yang Mempengaruhi Kenyamanan Termal

Kenyamanan termal dipengaruhi oleh tertutupnya keluar masuknya sirkulasi udara akibat atap dari lapangan *indoor*, orientasi bangunan yang menghadap ke timur, dan lubang ventilasi jendela yang ada. Bangunan bagian depan sekolah yang tinggi menyebabkan ruang kelas yang berada di belakang bangunan bagian depan sekolah tersebut terhalang oleh radiasi cahaya matahari dan sirkulasi udara. Sehingga kondisi ruang kelas terasa lembab dan sensasi termal ruangan semakin tidak nyaman dan tidak kondusif. Lubang ventilasi yang kecil juga menyebabkan kurangnya sirkulasi udara yang masuk dan kurangnya vegetasi di area sekitar ruang kelas.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan rata-rata hasil pengukuran data di lapangan selama 3 hari dengan standar kenyamanan termal dari 6 ruang kelas yang diambil di lantai 1 sampai lantai 3 dengan perubahan cuaca cerah berawan hingga curah hujan sedang. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kesesuaian kenyamanan termal pada bangunan sekolah SMA Muhammadiyah Kudus khususnya ruang kelas adalah terdapat ruang kelas yang sudah sesuai memenuhi standar

kenyamanan yang ada dan ada yang tidak memenuhi standar kenyamanan termal yang ada.



**Gambar 15. Keterangan Tingkat Kesesuaian Standar Kenyamanan Termal Ruang Kelas (Sumber: Analisis Penulis, 2022)**

Temperatur suhu udara dan kelembaban udara rata-rata keduanya lebih tinggi dari standar SNI 03-6572-2001 kenyamanan yang ada. Kecepatan angin cenderung lebih tinggi dari standar SNI 03-6572-2001 yaitu 0,25m/s. Berdasarkan hasil kuisisioner terhadap siswa yang berada di dalam ruang kelas mengalami sensasi panas saat perubahan cuaca, temperatur suhu udara yang meningkat serta masuknya sirkulasi angin ke dalam ruang kelas yang dirasakan kurang akibat adanya atap dari lapangan *indoor*, lubang ventilasi dan jendela yang lebih tinggi dan ukuran ventilasi yang kurang lebar, fasilitas kipas yang tidak memadai, kurangnya vegetasi serta lingkungan luar ruang kelas yang masih bersifat lembab dan gelap. Hal ini merupakan faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal ruang kelas yang berada di sekolah tersebut.

#### Saran

Bangunan bisa dikatakan nyaman optimal dari segi kenyamanan termal dalam hal temperatur suhu udara, kelembaban udara dan kecepatan angin harus sesuai dengan standar kenyamanan secara maksimal. Bangunan sekolah terutama pada ruang kelas tersebut dinyatakan tidak nyaman, apabila sirkulasi udara dan keluar masuknya angin ke dalam bangunan kurang maksimal. Hal ini

dapat diperbaiki dengan sistem penghawaan secara alami dan buatan seperti perbaikan pada ukuran ventilasi ruang kelas, penambahan jendela di bagian luar ruang kelas yang bersifat lembab dan peninggian atap dari lapangan *indoor*. Sehingga dapat memperbaiki pergerakan sirkulasi udara dan temperatur suhu udara ke masing-masing ruang kelas yang akan meningkatkan kenyamanan termal secara maksimal. Selain itu, dengan menambahkan vegetasi seperti pepohonan di area halaman atau di sekitar lapangan *indoor* dan beberapa tanaman kecil untuk menurunkan suhu ruangan dan juga material alami yang lebih banyak menyerap panas. Kondisi di ruang kelas ini sudah ada kipas angin, namun perlu adanya perbaikan fasilitas seperti kipas angin yang bergerak secara perlahan atau lambat untuk memperluas pergerakan udara di dalam ruang kelas bangunan tersebut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Nugroho, Agung Murti. (2011). Preliminary Study of Thermal Environment in Malaysia's Terrace Houses. *Journal of Economics and Engineering*, 2(1).
- Delyuzir, R. D., Erwin, E., & Pratama, R. (2019). Kenyamanan Termal Ruang Kelas Mahasiswa. *Arsitekta: Jurnal Arsitektur dan Kota Berkelanjutan*, 1(1), 1-6.
- Karyono, T.H. 2001. Teori dan Acuan Kenyamanan Termis dalam Arsitektur, Jakarta: Catur Libra Optima.
- Lippsmeier, G. (1997). *Bangunan Tropis*. (S. Nasution, Penerj.) Jakarta: Erlangga.
- Mcintyre, D.A. (1980). "Indoor Climate". London: Applied Science.
- Nasional, B. S. (2001). SNI 03-6572-2001 Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung.
- Nasir, Abujamin A. et al. (2017). *Klimatologi Dasar: Landasan Pemahaman Fisika Atmosfer dan Unsur-Unsur Iklim* (1<sup>st</sup> ed.). Bogor: IPB Press.
- Snyder, James C. & Catanese, Anthony J. 1989. *Introduction to Architecture*, Jakarta: Erlangga.