

EVALUASI KUALITAS UDARA DAN KENYAMANAN TERMAL PADA AREA SELASAR SD IT NUR HIDAYAH SURAKARTA, AKIBAT BUANGAN PANAS AC

Muhammad Irfan Khasani

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
d300220043@student.ums.ac.id

Dhani Mutiari

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
dm125@ums.ac.id

ABSTRAK

Selasar sekolah merupakan ruang sirkulasi sekaligus area aktivitas pengguna, sehingga tingkat kenyamanan termal menjadi aspek penting yang perlu diperhatikan. Pada bangunan sekolah di daerah iklim tropis, kondisi kenyamanan termal selasar sangat dipengaruhi oleh lingkungan mikro di sekitarnya. Salah satu faktor yang dapat menurunkan kenyamanan tersebut adalah paparan buangan panas dari unit pendingin udara (AC) yang di arahkan langsung ke area selasar. Keberadaan buangan panas ini berpotensi meningkatkan suhu udara, menurunkan kualitas udara, serta mengurangi kenyamanan pengguna. Kondisi serupa dijumpai pada selasar SD IT Nur Hidayah Surakarta, dimana unit kondensor AC terpasang menghadap area sirkulasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas udara dan tingkat kenyamanan termal pada selasar SD IT Nur Hidayah Surakarta yang terdampak buangan panas AC. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif dengan pengukuran langsung parameter lingkungan termal, meliputi suhu udara, kelembaban relatif, dan kecepatan angin. Pengambilan data dilakukan selama tiga hari pada waktu pagi, siang, dan sore. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu udara rata-rata selasar mencapai sekitar 29°C, kelembaban relatif berada pada kisaran 70%, dan kecepatan angin mendekati 0 m/s. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/MENKES/PER/V/2011 serta standar kenyamanan termal Badan Standardisasi Nasional, kondisi tersebut belum sepenuhnya memenuhi kriteria kenyamanan termal.

KEYWORDS:

Kenyamanan termal;selasar sekolah; buangan panas AC; ventilasi alami; lingkungan mikro

PENDAHULUAN

Kondisi lingkungan sekolah merupakan faktor penting yang mempengaruhi proses pembelajaran. Lingkungan fisik sekolah, termasuk fasilitas dan kondisi bangunan dapat mempengaruhi tingkat kenyamanan dan keamanan siswa selama proses pembelajaran. Meskipun demikian, tantangan dapat muncul jika lingkungan sekolah mengalami masalah seperti kekurangan fasilitas, kondisi fisik yang buruk, atau kondisi udara yang kurang sehat. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang keterkaitan lingkungan sekolah dengan memperbaiki dan meningkatkan lingkungan sekolah, dapat diharapkan bahwa

motivasi belajar bagi siswa akan meningkat, membawa dampak positif pada prestasi akademis dan perkembangan pribadi mereka.

Pedoman kenyamanan termal menurut (BSN, 2020) menjelaskan bahwa kondisi lingkungan termal ditentukan oleh suhu udara, kelembaban, kecepatan angin, serta paparan radiasi panas. Pada ruangan semi terbuka seperti selasar, menggunakan model kenyamanan adaptif juga dianggap sesuai untuk menilai persepsi kenyamanan pengguna. Maka diperlukan evaluasi menyeluruh terhadap seluruh parameter tersebut untuk memperoleh gambaran tingkat kenyamanan sebenarnya pada selasar sekolah

yang menerima paparan panas dari buangan AC.

Dalam kondisi tersebut, selasar didesain agar memiliki udara yang baik dan suhu yang nyaman. Namun, di sekolahan SD IT tersebut buangan AC menghadap langsung ke area selasar. Akibatnya, udara panas hasil buangan AC meningkatkan temperatur udara disekitar selasar dan mengganggu kenyamanan pengguna. Buangan AC yang tidak dikelola dengan tepat membuat udara pada selasar panas, menurunkan kualitas udara, dan mengubah kenyamanan termal pada bangunan.

Hasil penelitian (Kurnia et al., 2025) suhu dan kelembaban di ruang kelas diperoleh data bahwa nilai suhu melebihi batas kenyamanan termal menurut standar (BSN, 2020), yaitu suhu ideal 27,1°C dengan kelembaban relative 60% dalam beberapa waktu, suhu di dalam ruangan mencapai 31°C, yang membuat ketidaknyamanan termal bagi pengguna ruang. Hal ini menurunkan konsentrasi mahasiswa, mengganggu proses pembelajaran, bahkan dalam jangka Panjang dapat berdampak pada Kesehatan seperti kelelahan atau dehidrasi ringan. kondisi seperti ini menunjukkan bahwa ruang kelas belum memenuhi standar kenyamanan termal dan perlu mendapat perhatian desain.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas udara dan kenyamanan termal pada area selasar sebuah sekolahan yang mengalami kenaikan suhu pada selasar yang diakibatkan buangan panas AC. Evaluasi ini dilakukan dengan mengukur berbagai kondisi lingkungan fisik, seperti suhu udara, kelembaban relative, kecepatan angin, dan konsentrasi CO₂, kemudian menganalisis menggunakan acuan standar internasional serta respon dari pengguna. Hasil penelitian ini diharapkan dapat ditemukan solusi penyesuaian letak unit AC luar dan rekomendasi bagi perbaikan desain dan Tindakan teknis.

TINJAUAN PUSTAKA

Kenyamanan Termal

Kenyamanan termal adalah merupakan kondisi seseorang yang merasa puas dengan lingkungan termal disekitarnya, tanpa keinginan untuk melakukan perubahan terhadap suhu sekitar. Dalam kenyamanan termal melibatkan tiga aspek, yaitu fisik, fisiologis, dan psikologis, kenyamanan termal terjadi Ketika tubuh mampu mempertahankan keseimbangan panas dengan lingkungannya tanpa memerlukan usaha tambahan seperti berkeringat berlebihan dan menggigil (Syamsiyah & Nur Izzati, 2021).

Menurut ASHARE (Mora et al., 2021) Standard 55, kenyamanan termal didefinisikan sebagai kondisi psikologis yang menciptakan penerimaan dan kepuasan manusia terhadap lingkungan termalnya, yang terbentuk dari interaksi antara parameter lingkungan dan karakteristik individu pengguna ruang ASHARE, (2021). Standar ini menjelaskan bahwa kenyamanan termal dipengaruhi oleh enam variable utama, meliputi suhu udara, suhu radiasi rata-rata, kelembaban relatif, kecepatan udara, tingkat metabolisme aktivitas manusia, serta tingkat isolasi pakaian, yang secara kolektif menentukan keseimbangan panas tubuh. ASHARE Standar 55 juga menegaskan bahwa pergerakan udara memiliki peran yang signifikan dalam meningkatkan kenyamanan termal, khususnya pada bangunan di wilayah beriklim panas dan lembab, karena aliran udara membantu proses pelepasan panas tubuh melalui mekanis konveksi dan evaporasi keringat. Selain itu, standar ini mengakomodasikan konsep kenyamanan termal adaptif pada ruang yang mengandalkan ventilasi alami atau bersemi terbuka.

Kenyamanan termal mempunyai tiga pemaknaan:

1. pendekatan *Thermophysiological*, memandang bahwa tingkat nyaman atau ketidaknyamanan termal ditentukan oleh respons fisiologis tubuh, khususnya aktivitas sinyal saraf dari reseptor termal yang terdapat pada kulit dan system saraf pusat (otak)
2. pendekatan *beat balance* (keseimbangan

panas), kenyamanan termal dicapai Ketika jumlah tubuh setara dengan panas yang diterima dari lingkungan. Jika keseimbangan ini tidak terpenuhi misalnya tubuh menjadi panas dan mulai berkeringat berlebihan maka tingkat kenyamanan menurun.

- pendekatan psikologis memahami kenyamanan termal sebagai persepsi subjektif yang dipengaruhi oleh kebiasaan, pengalaman, dan preferensi masing – masing individu (Muhaimin, 2023).

STANDAR KUALITAS UDARA DALAM DAN LUAR RUANGAN

Penelitian ini mengacu pada dua regulasi utama sebagai dasar penilaian kenyamanan termal, yaitu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/MENKES/PER/V/2011 dan standar Kenyamanan Termal SNI-6390_2020 (BSN, 2020). Berdasarkan permenkes tersebut, kondisi lingkungan direkomendasikan mencakup suhu udara pada rentan 18 - 30°C, kelembaban 40 – 60%, dan laju ventilasi 0,15 – 0,25%. Sementara itu, standar SNI 6390:2020 memberikan kriteria kenyamanan termal yang spesifik terkait batas suhu nyaman, kelembaban, dan pergerakan udara sebagai acuan evaluasi kondisi termal ruang bangunan sebagai berikut

Table 1. Standar Kenyamanan Termal

Parameter	Nilai Rekomendasi	Keterangan
Suhu Udara	24-27°C	Kisaran kenyamanan
Kelembaban Relatif	40-60%	Maksimal 70%
Kecepatan udara (semi outdoor)	0,3-0,8 m/s	Selasar, teras, hall

(Sumber: standar SNI 6390:2020)

Pada wilayah beriklim khatulistiwa seperti Indonesia, rentan kenyamanan termal berada pada kisaran suhu efektif 19°C hingga 26°C. Ketika suhu mencapai sekitar 26°C tubuh manusia mulai menunjukkan respon fisiologis berupa peningkatan produksi keringat. Pada rentan suhu 26-30°C, daya tahan suhu serta

kemampuan beraktivitas secara bertahap mengalami penurunan. Apabila suhu meningkat hingga 30-35°C, kondisi lingkungan menjadi sulit dikendalikan dan sangat tidak nyaman. Pada suhu ekstrem, yaitu 35-36°C, lingkungan termal berada pada kondisi yang hampir tidak dapat ditoleransi oleh manusia (Lippsmeier).

Faktor yang mempengaruhi selasar

Kenyamanan termal dipengaruhi oleh faktor fisiologis dan klimatis pengguna ruang, dan kualitas lingkungan pada area dalam dan luar bangunan. Ketidaksamaan faktor – faktor tersebut dapat menyebabkan ruang terasa kurang nyaman dan tidak mendukung aktivitas. Untuk mengurangi ketidaknyamanan tersebut, ventilasi alami menjadi strategi arsitektural yang efektif, karena memperlancar sirkulasi udara dan menyesuaikan keadaan termal ruangan dan lingkungan sekitar.

Pada area selasar, kenyamanan termal menjadi lebih sulit Ketika ada sumber panas dari luar, seperti buangan AC yang mengarah langsung ke area selasar atau ruangan semi-indoor. Buangan AC ini mempercepat peningkatan suhu lingkungan secara cepat, mengganggu pola aliran udara, dan menurunkan efektivitas ventilasi udara alami dalam menjaga kesejukan. Dampak dari buangan AC tersebut selasar terasa lebih panas, kualitas udara menurun, dan tingkat kenyamanan bagi pengguna menjadi berkurang. Karena itu, penataan ulang arah buangan AC menjadi Langkah penting untuk mewujudkan selasar yang lebih nyaman dan tetap mendukung aktivitas di lingkungan sekolah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menganalisis data lapangan yang diperoleh melalui pengumpulan data primer dan sekunder dengan mengkombinasikan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kualitatif dilakukan melalui observasi langsung terhadap objek penelitian serta pengukuran pada titik-titik yang telah ditentukan. Selain itu, wawancara dengan guru dan siswa serta dokumentasi berupa pengambilan foto dilakukan untuk melengkapi data hasil pengamatan lapangan.

Pendekatan kuantitatif dilakukan dengan mengolah data pengukuran lingkungan termal yang diperoleh selama periode pengamatan. Survei penelitian dilaksanakan selama tiga hari, yaitu Kamis – Sabtu, dengan menggunakan alat ukur Mastech MS6300. Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis dengan membandingkan terhadap standar kenyamanan termal yang berlaku untuk menentukan apakah kondisi objek penelitian telah memenuhi kenyamanan termal. Selain itu, analisis juga dilakukan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi termal pada objek yang diamati



Gambar 1. mastech MS6300

(sumber: <https://darmasakti.com/jual/mastech-ms6300>)

Tempat penelitian

Penelitian ini dilakukan pada sebuah sekolah dasar (SD) swasta yaitu SD IT Nur Hidayah Surakarta, Jawa Tengah. Penelitian ini difokuskan pada area selasar yang mengalami permasalahan terkait kenyamanan termal. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada pertimbangan strategis, yaitu kesesuaian objek dengan tujuan penelitian serta kemudahan dalam memperoleh data yang relevan untuk analisis.

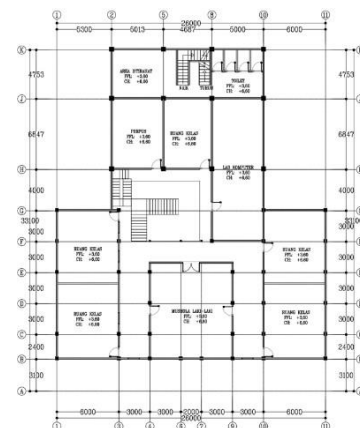


Gambar 2. Peta lokasi objek penelitian
(sumber: google earth 2025)



Gambar 3. SD IT Nur Hidayah
(sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Penentuan titik pengukuran dilakukan pada lokasi-lokasi tertentu yang dinilai representatif terhadap kondisi lingkungan termal objek penelitian.



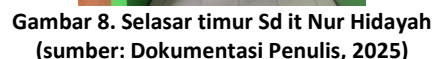
Gambar 4. Denah Sd it Nur Hidayah
(sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Sistem penghawaan pada setiap ruangan menggunakan penghawaan buatan seperti AC dan kipas angin. Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2025 tepatnya pada tanggal 11-13 Desember 2025 dengan waktu pengukuran dan pengamatan bervariasi. Pelaksanaan pengukuran dibagi menjadi 3 zona yaitu pagi, siang, dan sore sekaligus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum

Sekolah SD IT Nur Hidayah Surakarta merupakan sekolah swasta berbasis Islam terpadu yang menyelenggarakan pendidikan tingkat dasar. Bangunan ini didirikan pada



Pengukuran dilapangan dilakukan 3 kali sehari antara pagi, siang, dan sore hari pada waktu 11-13 Desember 2025 pengukuran dilakukan pada waktu dan kondisi yang berbeda. Pengambilan data pada tahap pertama dilaksanakan pada hari Kamis, 11 Desember 2025 di selasar bagian utara dengan cuaca cerah pada pagi hari pukul 09.00 – 10.00 WIB, cuaca sedikit mendung di siang hari pukul 13.00 – 14.00 WIB dan cuaca sore hari cerah pukul 15.00 – 16.00 WIB.

Diagram 27. Temperature Humidity

TEMPERATURE °C

	09.00-10.00	13.00-14.00	15.00-16.00
SUHU	27,8	29,5	32
SUHU TITIK 2	30	28,2	29,5

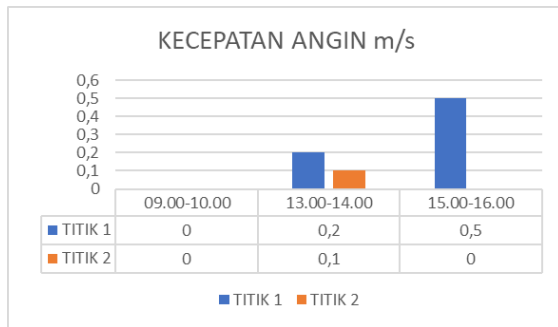
■ SUHU ■ SUHU TITIK 2

KELEMBABAN %

	09.00-10.00	13.00-14.00	15.00-16.00
■ KELEMBABAN	72,7	72,9	71,9
■ KELEMBABAN TITIK 2	73	72,7	72

■ KELEMBABAN ■ KELEMBABAN TITIK 2

1720 | SIAR VII 2026 : SEMINAR ILMIAH ARSITEKTUR



Pada pengukuran kedua dilakukan pada hari Jumat, 12 Desember 2025 di selasar bagian selatan saat pagi hari pukul 09.0 – 10.00 WIB, dengan cuaca cerah, saat siang hari pukul 13.00 – 14.00 WIB dengan cuaca cerah dan saat sore hari pukul 15.00 – 16.00 dengan cuaca sedikit mendung.

Diagram 4. Temperature Hari ke 2

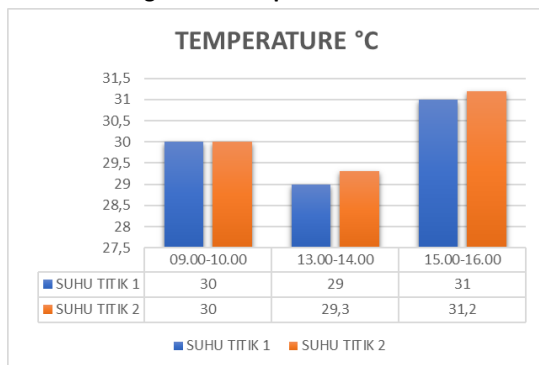


Diagram 5. Kelembaban Hari ke 2

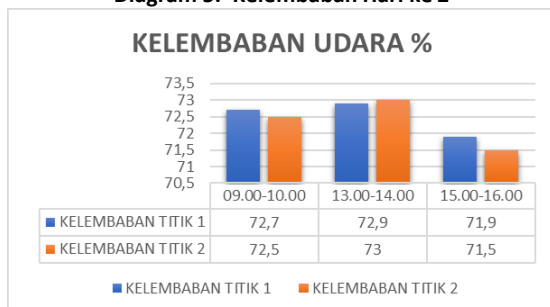
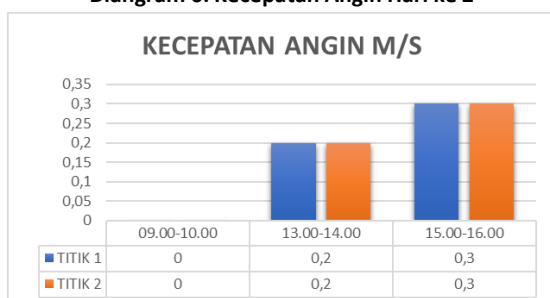


Diagram 6. Kecepatan Angin Hari ke 2



Pada pengukuran ketiga dilakukan pada hari Sabtu, 13 Desember 2025 di selasar bagian timur saat pagi hari pukul 09.00 – 10.00 WIB, dengan cuaca cerah, saat siang hari pukul 13.00 – 14.00 WIB dengan cuaca cerah dan saat sore hari pukul 15.00 – 16.00 dengan cuaca sedikit mendung.

Diagram 7. Temperature Hari ke 3

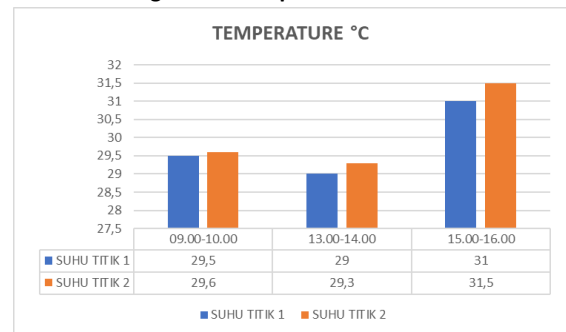


Diagram 8. Kelembaban Hari ke 3

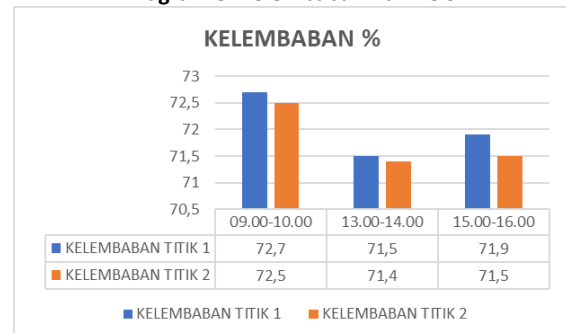
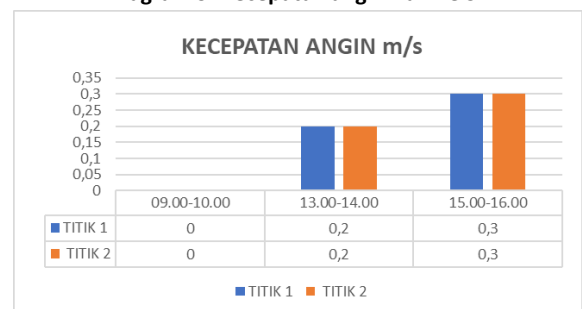


Diagram 9. Kecepatan angin Hari ke 3



Berdasarkan hasil pengukuran lapangan yang dilakukan selama 3 hari, diperoleh nilai rata-rata parameter lingkungan sebagai hasil pengamatan. disetiap hasil pengukuran diperoleh pada berbagai kondisi yang berbeda. Variasi cuaca serta waktu pengambilan data memberikan pengaruh terhadap temperatur suhu udara, kelembaban

dan kecepatan angin. Suhu udara tinggi terjadi pada siang hari menuju sore hari. Kelembaban cenderung meningkat karena udara yang masuk sangat jarang dan kecepatan angin yang sangat rendah.

Hasil dari pengukuran yang dilakukan 3 hari dilapangan menunjukkan bahwa rata-rata suhu udara di area selasar mencapai 29°C, dengan kelembaban udara relative sebesar 70% dan kecepatan angin 0 m/s. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/MENKES/PER/V/2011, kondisi lingkungan yang direkomendasikan mencakup suhu udara 18-30°C, kelembaban relative 40-60%, kecepatan angin 0,15-0,25 m/s. Dengan mengacu pada ketentuan tersebut, suhu udara selasar masih berada dalam kisaran yang diperbolehkan, namun tingkat kelembaban dan kecepatan angin menunjukkan bahwa kondisi tersebut belum sepenuhnya memenuhi standar Kesehatan lingkungan.

Menurut Standar Kenyamanan Termal Indonesia SNI T-14-1993-03, suhu udara yang melebihi 26°C menandakan awal terjadinya peningkatan produksi keringat pada tubuh manusia, yang berimplikasi pada menurunnya tingkat kenyamanan termal. Sementara itu, kelembaban relative 80% masih termasuk dalam batas yang ditoleransi, sehingga nilai kelembaban 70% pada selasar masih berada dalam ambang yang diizinkan. Namun demikian, kombinasi antara suhu udara yang cukup tinggi, kelembaban yang besar, dan tidak adanya pergerakan udara menyebabkan kondisi termal selasar cenderung panas dan kurang nyaman bagi pengguna.

Secara keseluruhan, kondisi termal pada selasar dapat diklasifikasikan sebagai kurang nyaman, khususnya pada saat aktivitas pengguna meningkat. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan melalui optimalisasi ventilasi alami, pengaturan Kembali arah dan posisi buangan unit AC guna menurunkan suhu udara dan meningkatkan kenyamanan termal pada area selasar.

Hasil wawancara dengan beberapa pengguna di lingkungan sekolah, kondisi termal pada selasar sekolah dirasakan berbeda-beda. Secara umum, suhu normal selasar dan lingkungan sekitarnya berkisaran

antara 23-28°C dan cenderung terasa sejuk. Namun pada saat pengamatan dilakukan dalam kondisi cerah, suhu udara naik sehingga Sebagian pengguna merasakan udara selasar terasa menjadi lebih panas.

Pembahasan

Dari hasil pengukuran selasar dan analisis yang dilakukan, SD IT NUR HIDAYAH termasuk kurang nyaman. Karena dipengaruhi oleh suhu udara, kelembaban relative, dan kecepatan angin yang terukur selama penelitian berlangsung. Selasar merupakan ruangan semi terbuka, kualitas kenyamanan termalnya tetap dipengaruhi oleh kondisi iklimat dan elemen fisik bangunan di sekitarnya.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kondisi termal selasar adalah paparan buangan AC yang diarahkan ke area sirkulasi. Pada kondisi operasional normal, suhu lingkungan sekolah masih berada pada kisaran yang dapat diterima. Namun, pada saat aktivitas AC meningkat, khususnya pada siang hari, terjadi akumulasi panas yang menyebabkan kenaikan suhu udara di selasar dan menurunkan tingkat kenyamanan pengguna. Penelitian Nugroho et (Jia et al., 2021) menyatakan bahwa area selasar sekolah yang terpapar langsung buangan AC dapat mengalami kenaikan suhu sebesar 2-4°C dibandingkan area yang tidak terpapar, sehingga menurunkan tingkat kenyamanan.

Selain peningkatan suhu udara, nilai kelembaban relative yang tinggi juga mempengaruhi terhadap penurunan kenyamanan termal. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/MENKES/PER/V2011(BERITA NEGARA, 2011), kelembaban relative yang direkomendasikan berada pada rentang 40-60%. Kelembaban yang melebihi rentan tersebut dapat menghambat proses penguapan keringat dan meningkatkan sensasi panas yang dirasakan pengguna, meskipun suhu udara masih berada dalam batas yang diperkenankan.

Ditinjau dari Standar Kenyamanan Termal Indonesia SNI T-14-1993-03, suhu udara di atas 26°C mengindikasikan kondisi dimana tubuh manusia mulai berkeringat dan

tingkat kenyamanan termal cenderung menurun. Meskipun kelembaban relatif masih berada dibawah ambang batas maksimum 80% yang ditetapkan dalam standar tersebut, kombinasi suhu udara yang tinggi, kelembaban relative yang besar, serta kecepatan angin yang rendah menyebabkan kondisi termal selasar selasar menjadi kurang nyaman.

Penelitian ini sama dengan temuan (Vyas et al., 2022) yang menyatakan bahwa akumulasi panas dari sistem pendingin pada ruang semi-terbuka dapat membentuk zona panas (heat spots) dan menurunkan kualitas lingkungan mikro, khususnya pada bangunan Pendidikan yang beriklim tropis. Oleh karena itu, diperlukan strategi mitigasi berupa pengaturan ulang posisi dan arah buangan panas AC, peningkatan efektivitas ventilasi alami untuk memperbaiki kondisi kenyamanan termal pada selasar SD IT.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis kondisi lingkungan termal, area selasar SD IT Nur Hidayah Surakarta menunjukan bahwa tingkat kenyamanan termal belum tercapai secara optimal. Nilai rata-rata suhu udara berada pada kisaran $\pm 29^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban relatif sekitar 70% dan kecepatan angin mendekati 0 m/s. meskipun suhu udara masih berada dalam rentang yang diperbolehkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/MENKES/PER/V/2011, tingginya kelembaban relatif serta minimnya pergerakan udara menyebabkan kondisi termal selasar cenderung kurang nyaman bagi pengguna, terutama pada aktivitas tinggi.

Mengacu pada standar kenyamanan termal yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN), suhu udara di atas 26°C menunjukan peningkatan beban panas tubuh yang berdampak pada penurunan kenyamanan termal. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh paparan langsung buangan panas unit kondensor AC serta keterbatasan ventilasi alami yang menghambat sirkulasi udara. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan melalui pengaturan ulang posisi dan arah buangan panas AC, optimalisasi ventilasi

alami, serta penerapan strategi desain pasif seperti penambahan elemen peneduh, guna meningkatkan kualitas lingkungan mikro dan kenyamanan termal selasar sekolah.

Saran

Berdasarkan temuan, diperlukan Langkah-langkah perbaikan untuk meningkatkan tingkat kenyamanan termal pada selasar SD IT Nur Hidayah Surakarta. Upaya utama yang direkomendasikan adalah **penataan Kembali posisi arah buangan panas unit kondensor AC** agar tidak langsung mengarah ke area selasar. Penempatan unit kondensor pada area yang lebih terbuka atau pengalihan arah hembusan panas ke zona dengan sirkulasi udara yang lebih baik diharapkan mampu menekan terjadinya akumulasi panas pada selasar.

Selain pengaturan system AC, **peningkatan efektifitas ventilasi alami** juga perlu dilakukan melalui penambahan atau perluasan bukaan pada area selasar guna meningkatkan aliran udara. Penerapan elemen arsitektural seperti ventilation louvers, kisi-kisi, maupun void vertical dapat membantu memperlancar sirkulasi udara dan mempercepat proses pembuangan panas. Di samping itu, penggunaan elemen peneduh berupa secondary skin, kanopi, atau vegetasi direkomendasikan untuk mengurangi paparan radiasi matahari langsung serta menurunkan suhu permukaan di area selasar.

DAFTAR PUSTAKA

- ASHRAE. (2021). *ASHRAE Standard 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineers.
- BERITA NEGARA, 1 (2011).
- BSN. (2020). *Konservasi Energi Sistem Tata Udara Bangunan Gedung. Sni 03-6390- 2020*, 1–39.
- Jia, L., Han, J., Chen, X., Li, Q., Lee, C., & Fung, Y. (2021). *Interaction between Thermal Comfort , Indoor Air Quality and Ventilation Energy Consumption of Educational Buildings : A Comprehensive Review*. 1–30.

- Kurnia, Haq, M. N. N., Nurtiara, & Martana, S.P. (2025). Analisis Kenyamanan Termal Pada Ruang Kelas Prodi Akuntansi 4307 Di Unikom. *Desa - Design and Architecture Journal*, 6(1), 25–37. <https://doi.org/10.34010/k4rj3851>
- Lippsmeier, G. (1997). *Bangunan tropis*. Jakarta: Erlangga.
- Mora, R., Rose, D. M., Eddy, J., Alspach, P. F., Smith, A. R., Williams, J. G., Barnaby, C. S., Burkhead, R. B., & Hanson, S. S. (2021). *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. 8400.
- Muhaimin, M. (2023). Urgensi Kenyamanan Termal dalam Perspektif Pembelajaran. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu Dan Pendidikan Geografi*, 7(1), 23–32. <https://doi.org/10.29408/geodika.v7i1.6451>
- Syamsiyah, N. R., & Nur Izzati, H. (2021). Strategi Kenyamanan Termal Masjid Al- Kautsar Kertonatan, Kartasura, Sukoharjo. *Langkau Betang: Jurnal Arsitektur*, 8(2), 98. <https://doi.org/10.26418/lantang.v8i2.45792>
- Vyas, S., Thamke, R., Tanwar, N., Waghela, D., & Khetree, S. (2022). A Review of Waste Heat Recovery from Air Conditioning System. 11(04), 152–157.