



Pengaruh Radiasi Matahari terhadap Kondisi Termal Ruang Kelas SMP Negeri 3 Galang

Moh. Eran^{1*}, Nurmiah²

^{1,2} Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Universitas Pohuwato, Jl. Trans Sulawesi No 147 Kab.Pohuwato, Gorontalo, Indonesia

Article Info: Submitted: Mei, 2026 Reviewed: Mei, 2026 Accepted: 30 Juni 2026	Abstract <i>Classrooms in tropical climates are prone to thermal discomfort due to high solar radiation exposure. This study aims to analyze the thermal conditions of classrooms at SMP Negeri 3 Galang through field measurements and solar thermal mapping. Measurements were conducted at 07.30, 10.00, and 12.00 Central Indonesian Time using a Digital Thermohygrometer HTC-2 and a thermal camera. Results showed that classroom temperatures ranged from 29°C to 32°C with relative humidity of 72–78%, all exceeding the comfort zone established by SNI 03-6572-2001 of 22.8°C–25.8°C and humidity of 40–60%. Thermal imaging revealed uneven surface temperature distribution with differences reaching 29.2°C between measurement points. The thermal discomfort was attributed to the absence of shading elements, low thermal insulation building materials, and suboptimal natural ventilation. Architectural design interventions including sun shading devices, cross ventilation optimization, and vegetation planting are recommended to create a more conducive learning environment.</i>
Keywords: Kata kunci 1; Kenyamanan termal Kata Kunci 2; Solar thermal Kata Kunci 3. Ruang kelas	
Koresponden Penulis: Moh. Eran Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Universitas Pohuwato, Jl. Trans Sulawesi No 147 Kab.Pohuwato, Gorontalo, Indonesia Email: moheran69@gmail.com	
	Abstrak Ruang kelas di iklim tropis rentan mengalami ketidaknyamanan termal akibat paparan radiasi matahari yang tinggi. Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi termal ruang kelas SMP Negeri 3 Galang melalui pengukuran lapangan dan penggambaran solar thermal. Pengukuran dilakukan pada pukul 07.30, 10.00, dan 12.00 WITA menggunakan Thermometer Higrometer Digital HTC-2 dan kamera termal. Hasil pengukuran menunjukkan suhu ruang kelas berkisar antara 29°C hingga 32°C dengan kelembaban 72–78%, seluruhnya melampaui zona nyaman SNI 03-6572-2001 sebesar 22,8°C–25,8°C dan kelembaban 40–60%. Citra termal memperlihatkan distribusi suhu permukaan tidak merata dengan selisih mencapai 29,2°C antar titik. Ketidaknyamanan termal disebabkan oleh absennya elemen <i>shading</i>, material bangunan berinsulasi rendah, dan ventilasi yang tidak optimal. Diperlukan intervensi desain berupa <i>sun shading</i>, ventilasi silang, dan penanaman vegetasi untuk menciptakan lingkungan belajar yang kondusif. <i>This is an open access article under the CC BY license.</i> 

PENDAHULUAN

Bangunan sekolah di Indonesia, khususnya di daerah beriklim tropis, pada umumnya belum dirancang secara khusus untuk merespons kondisi termal lingkungan secara optimal. Sejumlah penelitian empiris menyimpulkan bahwa hampir seluruh ruang kelas di berbagai sekolah di Indonesia tidak memenuhi standar kenyamanan termal yang

ditetapkan (Hamzah et al., n.d.). Rata-rata suhu udara di dalam ruang kelas pada jam pelajaran aktif berkisar antara 27 hingga 33 derajat Celsius, bahkan dapat mencapai 35 derajat Celsius pada siang hari, jauh melampaui batas nyaman yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia, yakni antara 18 hingga 26 derajat Celsius. Kondisi termal yang tidak memenuhi standar ini menjadi permasalahan serius yang perlu mendapat perhatian lebih dalam perancangan dan pengelolaan bangunan pendidikan. Dalam konteks pembelajaran intensif di era modern, keberadaan ruang kelas yang mampu memberikan kenyamanan termal yang optimal menjadi suatu kebutuhan mendesak. Ketika suhu ruang terlalu tinggi atau kelembapan tidak terkontrol, mahasiswa cenderung mengalami penurunan fokus, cepat lelah, bahkan mengalami gangguan kesehatan ringan. Sebaliknya, kondisi termal yang sesuai standar dapat meningkatkan performa akademik dan partisipasi aktif mahasiswa (Najwatun et al., 2025). Kenyamanan termal merupakan aspek penting dalam perancangan bangunan dan ruang luar pada iklim tropis, yang dicirikan oleh suhu udara tinggi dan intensitas radiasi matahari yang kuat (Mutmainnah & Pratiwi, 2025).

Kualitas belajar siswa dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah kondisi lingkungan fisik ruang belajar (Sari et al., 2025). Penelitian yang dilakukan oleh (Muhaimin et al., 2023) menegaskan bahwa kondisi termal ruang kelas yang tidak nyaman secara langsung menurunkan konsentrasi, motivasi, dan performa akademik siswa. Ketidaknyamanan akibat panas berlebih menyebabkan siswa mengalami kelelahan lebih cepat, kesulitan berkonsentrasi, serta penurunan produktivitas selama kegiatan pembelajaran berlangsung. Dalam konteks pendidikan dasar dan menengah, di mana kualitas lingkungan belajar sangat menentukan hasil capaian akademik, persoalan kenyamanan termal tidak dapat diabaikan begitu saja oleh pihak sekolah maupun pengambil kebijakan.

Salah satu faktor utama yang menentukan kondisi termal di dalam ruang kelas adalah radiasi matahari yang masuk melalui selubung bangunan, terutama melalui bukaan seperti jendela dan ventilasi. Penelitian yang dilakukan oleh (Sari et al., 2025) menunjukkan bahwa perbedaan intensitas panas matahari yang masuk dari sisi barat dan timur bangunan menyebabkan perbedaan suhu dan tingkat ketidaknyamanan yang signifikan di antara ruang-ruang kelas yang ada. Radiasi matahari yang masuk secara langsung melalui kaca jendela akan memanaskan permukaan interior ruang dan meningkatkan suhu udara di dalam ruang kelas. Pada jam pelajaran siang hari, kondisi ini menjadi semakin parah karena intensitas radiasi matahari mencapai puncaknya, sehingga siswa yang berada di ruang kelas yang menghadap barat atau timur akan merasakan ketidaknyamanan termal yang lebih tinggi.

Orientasi bangunan terhadap arah matahari merupakan salah satu elemen desain arsitektur yang sangat berpengaruh terhadap kinerja termal bangunan. Menurut (Lestari, 2022) dalam penelitiannya mengenai lingkungan termal ruang kelas di Kota Pontianak, perlindungan terhadap radiasi matahari dan peningkatan kecepatan udara menjadi strategi desain yang paling potensial dalam mencapai kenyamanan termal ruangan. Bangunan yang memiliki orientasi menghadap barat atau timur akan menerima paparan radiasi matahari secara langsung dalam durasi yang lebih lama, sehingga beban termal yang diterima lebih tinggi dibandingkan bangunan yang berorientasi utara-selatan. Dalam konteks ini, penggambaran solar thermal atau pemetaan distribusi panas matahari pada selubung bangunan menjadi alat analisis yang sangat berguna dalam memahami pola penerimaan panas pada setiap bidang fasad bangunan sekolah.

Investigasi kondisi termal ruang kelas melalui pengukuran lapangan menggunakan alat thermal meter memberikan gambaran aktual mengenai parameter-parameter termal yang ada di dalam ruangan. Parameter utama yang perlu diukur meliputi suhu udara, suhu radiasi rata-rata, kelembapan relatif, dan kecepatan udara. Penelitian (Razak et al., 2019) menggunakan pendekatan kombinasi kuantitatif dan kualitatif dengan alat environmental meter untuk mengetahui kondisi termal di dalam dan di luar ruang kelas sekolah di Kota Banjarmasin. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa pada pukul delapan hingga sepuluh pagi, lebih dari tujuh puluh persen siswa sudah merasakan ketidaknyamanan termal meskipun jam pelajaran baru dimulai. Temuan ini menunjukkan betapa pentingnya pengukuran lapangan sebagai dasar evaluasi kondisi termal yang riil dan akurat di dalam ruang kelas.

Penggambaran solar thermal atau solar mapping merupakan metode analisis yang digunakan untuk memetakan dan memvisualisasikan distribusi penerimaan radiasi matahari pada setiap permukaan bangunan berdasarkan posisi geografis, orientasi bangunan, dan waktu sepanjang hari. Metode ini memberikan informasi yang komprehensif mengenai bagian-bagian bangunan yang paling rentan terhadap paparan radiasi matahari berlebih, sehingga dapat menjadi dasar rekomendasi teknis untuk perbaikan desain maupun penerapan elemen peneduh yang tepat. Menurut penelitian Jurnal (Lestari, 2022), bangunan sekolah yang memiliki desain bukaan besar dan terbuka pada beberapa sisi bangunan berpotensi mengalami akumulasi panas yang signifikan di dalam ruang kelas, terutama pada jam-jam siang hari saat intensitas radiasi matahari berada pada titik tertinggi.

SMP Negeri 3 Galang merupakan salah satu sekolah menengah pertama yang terletak di wilayah yang memiliki karakteristik iklim tropis lembab dengan intensitas radiasi matahari yang tinggi sepanjang tahun. Sebagai sebuah bangunan pendidikan yang digunakan secara aktif setiap hari kerja, kualitas lingkungan termal di dalam ruang kelas sangat menentukan kenyamanan dan efektivitas proses pembelajaran para siswa. Berdasarkan observasi awal, bangunan sekolah ini memiliki orientasi dan desain bukaan yang berpotensi menyebabkan masuknya radiasi matahari secara berlebihan ke dalam ruang kelas, terutama pada jam-jam pelajaran siang hari. Kondisi ini diperkirakan

menyebabkan suhu ruangan melebihi batas kenyamanan termal yang ditetapkan oleh standar yang berlaku, sehingga mengganggu proses pembelajaran yang berlangsung di dalamnya.

Penelitian mengenai kondisi termal bangunan sekolah di Indonesia masih terbilang minim, terutama yang mengombinasikan pengukuran lapangan dengan penggambaran solar thermal secara terpadu. Sebagian besar penelitian yang ada baru sebatas melakukan evaluasi kenyamanan termal berbasis kuesioner persepsi pengguna atau pengukuran parameter termal secara parsial tanpa mengaitkannya secara langsung dengan pola distribusi radiasi matahari pada bangunan yang diteliti (Hamzah et al., n.d.)(Lestari, 2022). Padahal, pemahaman yang komprehensif mengenai hubungan antara distribusi radiasi matahari pada selubung bangunan dan kondisi termal di dalam ruang kelas sangat diperlukan untuk menghasilkan rekomendasi perbaikan yang tepat sasaran dan aplikatif. Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan menyajikan analisis terpadu antara pengukuran termal lapangan dan penggambaran solar thermal pada bangunan SMP Negeri 3 Galang.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh radiasi matahari terhadap kondisi termal ruang kelas di SMP Negeri 3 Galang melalui dua pendekatan, yakni pengukuran lapangan menggunakan alat thermal meter dan penggambaran solar thermal pada selubung bangunan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif dan akurat mengenai kondisi termal aktual yang dialami oleh siswa dan guru di dalam ruang kelas, serta mengidentifikasi bagian-bagian bangunan yang paling rentan terhadap paparan radiasi matahari berlebih. Lebih jauh, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah bagi pengembangan strategi perancangan dan peningkatan kinerja termal bangunan sekolah di kawasan beriklim tropis, khususnya sebagai acuan bagi perbaikan desain bangunan SMP Negeri 3 Galang agar dapat menciptakan lingkungan belajar yang lebih nyaman, sehat, dan kondusif bagi seluruh penggunanya.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kenyamanan Termal dan Relevansinya dalam Lingkungan Belajar

Kenyamanan termal didefinisikan sebagai kondisi pikiran yang mengekspresikan kepuasan seseorang terhadap lingkungan termalnya. Definisi ini mencakup tiga aspek utama, yakni aspek fisik, fisiologis, dan psikologis yang saling memengaruhi satu sama lain (ASHRAE Standard 55 dalam (Lestari, 2022)). Secara fisik, kenyamanan termal ditentukan oleh empat parameter lingkungan, yaitu suhu udara, suhu radiasi rata-rata, kelembaban relatif, dan kecepatan udara. Sementara itu, faktor individu seperti tingkat aktivitas metabolisme dan jenis pakaian yang dikenakan juga turut berperan dalam membentuk persepsi kenyamanan termal seseorang (Sari et al., 2025).

Di Indonesia, standar kenyamanan termal ruang dalam diatur melalui Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6572-2001 mengenai Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung. Berdasarkan standar tersebut, rentang suhu udara yang nyaman berada di antara 20 hingga 26 derajat Celsius dengan kelembaban relatif antara 40 hingga 60 persen. Sementara itu, penelitian-penelitian empiris di bangunan sekolah Indonesia menunjukkan bahwa suhu aktual di ruang kelas berkisar antara 27 hingga 33 derajat Celsius selama jam pelajaran aktif, bahkan dapat mencapai 35 derajat Celsius pada siang hari (Hamzah et al., n.d.). Kondisi ini melampaui ambang batas standar yang ditetapkan dan berdampak langsung pada kenyamanan siswa dan guru.

Dalam konteks pembelajaran, kenyamanan termal memegang peranan yang sangat krusial (Muhaimin et al., 2023). menegaskan bahwa suhu ruang kelas yang melampaui batas kenyamanan akan menyebabkan siswa lebih cepat lelah, mengalami penurunan konsentrasi, dan mengalami gangguan produktivitas belajar. Penelitian yang dilakukan pada siswa sekolah menengah pertama di Kota Tarakan menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara suhu ruangan dan tingkat konsentrasi belajar siswa, di mana ruang kelas dengan suhu yang lebih tinggi menghasilkan skor konsentrasi yang lebih rendah. Temuan ini menegaskan bahwa pengelolaan kondisi termal ruang kelas bukan sekadar persoalan kenyamanan fisik semata, melainkan juga menyentuh aspek kualitas dan efektivitas proses pendidikan secara keseluruhan.

Tabel 1. Standar Parameter Kenyamanan Termal Berdasarkan SNI 03-6572-2001

Parameter Termal	Rentang Nyaman (SNI)	Satuan
Suhu Udara (Ta)	20 – 26	°C
Kelembaban Relatif (RH)	40 – 60	%

Sumber: Badan Standardisasi Nasional, (03-6572-2001, 2001)

2.2 Radiasi Matahari sebagai Faktor Dominan Beban Termal Bangunan

Panas matahari memasuki bangunan melalui dua mekanisme utama, yaitu secara langsung melalui bidang transparan seperti kaca jendela dan secara tidak langsung melalui konduksi pada dinding dan atap bangunan yang menyerap panas (Sari et al., 2025). Pada bangunan sekolah dengan desain bukaan yang besar, masuknya radiasi matahari secara langsung melalui jendela menjadi penyebab utama akumulasi panas yang berlebihan di dalam ruang kelas, terutama pada siang hari.

Berdasarkan SNI 03-6389-2020 tentang Konservasi Energi pada Selubung Bangunan Gedung, nilai OTTV maksimum yang diperbolehkan adalah 35 watt per meter persegi (Sari et al., 2025). menyatakan bahwa besarnya panas yang masuk melalui bukaan dapat dihitung menggunakan formula yang mempertimbangkan luas bukaan, Solar Factor (SF) berdasarkan orientasi fasad, dan Shading Coefficient (SC) dari material kaca yang digunakan. Standar kenyamanan termal untuk kategori hangat nyaman menurut SNI 03- 6572-2001 adalah 25,8OC – 27,1OC dengan tingkat kelembapan udara 50%-60% dan kecepatan udara 0-15 - 0,25 m/detik. Standar tersebut berlaku untuk berbagai fungsi bangunan termasuk bangunan umum untuk kegiatan sekolah lanjutan (Azizah & Yanis, n.d.).

2.3 Pengaruh Orientasi Bangunan dan Elemen Peneduh terhadap Kondisi Termal

Orientasi bangunan merupakan salah satu keputusan desain arsitektur paling mendasar yang menentukan seberapa besar dan kapan selubung bangunan menerima paparan radiasi matahari langsung. Di kawasan beriklim tropis, rekomendasi umum desain pasif adalah memanjangkan massa bangunan pada sumbu timur-barat sehingga bidang fasad terluas menghadap utara dan selatan yang menerima paparan matahari lebih sedikit (Hamzah et al., n.d.). Namun dalam praktiknya, banyak bangunan sekolah di Indonesia yang memiliki orientasi yang tidak ideal akibat keterbatasan lahan, peraturan tata kota, atau pertimbangan estetika semata tanpa memperhatikan aspek termal. Akibatnya, bidang fasad yang menghadap barat atau timur terbuka secara penuh terhadap radiasi matahari selama berjam-jam setiap harinya.

Keberadaan elemen peneduh (shading device) pada fasad bangunan merupakan strategi pasif yang terbukti efektif dalam mengurangi beban termal akibat radiasi matahari. Penelitian yang dilakukan oleh (Safyan et al., 2024) mengenai pengaruh shading vegetatif terhadap kinerja termal bangunan sekolah menemukan bahwa tanaman yang lebat di sekitar bangunan mampu menurunkan suhu lingkungan sekitar bangunan sebesar 2 hingga 3,5 derajat Celsius dibandingkan area terbuka tanpa tanaman. Sementara penelitian (Sari et al., 2025) menunjukkan bahwa bangunan sekolah yang tidak dilengkapi dengan sistem peneduh pada bukaannya menghasilkan nilai radiasi panas area bukaan yang jauh lebih tinggi, karena nilai Shading Coefficient diasumsikan sama dengan satu yang berarti tidak ada reduksi radiasi sama sekali.

METODOLOGI

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental berbasis pengukuran lapangan (field measurement). Pendekatan ini dipilih karena bertujuan untuk memperoleh data termal yang aktual, terukur, dan dapat dianalisis secara numerik guna menggambarkan kondisi termal riil yang dialami oleh pengguna ruang kelas SMP Negeri 3 Galang. Selain pengukuran lapangan, penelitian ini juga menerapkan metode penggambaran solar thermal untuk memetakan distribusi radiasi matahari pada selubung bangunan secara visual dan kuantitatif. Kombinasi kedua metode ini memungkinkan analisis yang komprehensif mengenai hubungan antara paparan radiasi matahari pada fasad bangunan dan kondisi termal yang terjadi di dalam ruang kelas.

3.2 Lokasi dan Waktu Pengukuran

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 3 Galang yang terletak di Kabupaten Tolitoli, Sulawesi Tengah. Lokasi ini dipilih karena memiliki karakteristik iklim tropis dengan intensitas radiasi matahari yang tinggi sepanjang tahun, serta memiliki permasalahan kondisi termal ruang kelas yang perlu dikaji secara ilmiah. Pengukuran dilakukan selama 1 hari kerja di hari Senin pada 3 waktu berbeda yang mewakili dinamika kegiatan belajar yaitu pukul 07.30 WITA, pukul 10.00 WITA, dan pukul 12.00 WITA.

3.3 Variabel Penelitian

Penelitian ini melibatkan dua kelompok variabel utama. Variabel bebas (independen) adalah radiasi matahari yang ditinjau dari aspek orientasi matahari terhadap bukaan dan ventilasi bangunan, nilai Solar Factor (SF) per arah mata angin berdasarkan SNI (03-6572-2001, 2001). Variabel terikat (dependen) adalah kondisi termal di dalam ruang kelas yang meliputi suhu udara, kelembapan relatif. Selain itu, terdapat variabel kontrol yang dijaga konsistensinya

selama pengukuran, yaitu waktu pengukuran, ketinggian penempatan alat ukur, dan kondisi ruang kelas pada saat pengukuran berlangsung (jendela terbuka dalam kondisi normal operasional). Hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat dianalisis untuk mengetahui sejauh mana radiasi matahari yang diterima setiap bukaan dan ventilasi bangunan memengaruhi kondisi termal ruang kelas di dalamnya.

Tabel 2. Variabel Penelitian dan Alat Ukur yang Digunakan

Jenis Variabel	Variabel	Indikator	Alat Ukur / Acuan
Bebas (Independen)	Radiasi Matahari	Orientasi fasad, SF, WWR	Kamera temperatur
Terikat (Dependen)	Suhu Udara (Ta)	Nilai °C per titik dan waktu	Termohigrometer digital
Terikat (Dependen)	Kelembaban Relatif (RH)	Nilai % per titik dan waktu	Termohigrometer digital
Kontrol	Kondisi Operasional Ruang	Jendela normal	Observasi lapangan

Sumber: Penulis, 2026

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Pengukuran termal lapangan dilakukan menggunakan perangkat thermal meter yang terdiri dari termohigrometer digital untuk mengukur suhu udara dan kelembaban relatif secara bersamaan. Alat ini dipilih karena memiliki tingkat akurasi yang memadai untuk keperluan penelitian termal bangunan dan mudah dioperasikan di lapangan. Selain alat ukur termal, penelitian ini juga menggunakan Kamera temperatur untuk menentukan orientasi setiap fasad bangunan secara akurat, serta kamera dokumentasi untuk merekam kondisi eksisting bangunan dan ruang kelas. Berikut gambar 1 alat yang digunakan:



Gambar 1. HTC-2 Thermometer

3.6 Prosedur Pengukuran Termal Lapangan

Pengukuran termal lapangan dilaksanakan selama 1 jam pada 3 waktu dimulai pukul 07.30, 10.00, dan 12.00 WITA. Dilakukan pada hari Senin tanggal 15 Juni 2026. Untuk memperoleh data yang representatif dan menghindari bias akibat kondisi cuaca yang tidak menentu pada satu hari pengukuran saja. Alat ukur termohigrometer ditempatkan pada ketinggian 1 meter dari permukaan lantai, yang merupakan ketinggian rata-rata posisi tubuh manusia saat duduk belajar di kelas. Pada ruang kelas ditetapkan satu titik pengukuran yang tersebar secara merata di dalam ruangan, yaitu di tengah ruang kelas. Setiap waktu pengukuran dilakukan selama satu jam, data yang diambil adalah nilai rata-rata hasil pengukuran. Kondisi jendela dibiarkan dalam keadaan terbuka normal sebagaimana kondisi operasional sehari-hari selama jam pelajaran berlangsung, sehingga data yang diperoleh merepresentasikan kondisi aktual yang dialami oleh siswa dan guru.

3.7 Teknik Analisis Data

Hasil pengukuran kemudian dibandingkan secara komparatif dengan batas kenyamanan termal yang ditetapkan oleh SNI 03-6572-2001, yaitu suhu udara antara 20 hingga 26 derajat Celsius dan kelembaban relatif antara 40 hingga 60 persen, untuk menentukan apakah kondisi termal ruang kelas memenuhi atau melampaui standar yang berlaku. Selanjutnya, dilakukan analisis korelasi antara nilai beban radiasi matahari hasil penggambaran solar thermal dengan data suhu ruang kelas, untuk mengidentifikasi sejauh mana radiasi matahari berkontribusi terhadap peningkatan suhu di dalam ruang kelas. Data disajikan dalam bentuk tabel ringkasan hasil pengukuran, grafik variasi suhu terhadap waktu, serta peta solar thermal yang memvisualisasikan distribusi panas pada selubung bangunan,

sehingga memudahkan pembaca dalam memahami pola hubungan antara radiasi matahari dan kondisi termal ruang kelas secara komprehensif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Site plan Lokasi Penelitian



Gambar 2. Site plan SMP Negeri 3 Galang Kec. Galang Kabupaten Tolitoli

Lokasi penelitian berada di SMP Negeri 3 Galang, yang terletak di Trans Sulawesi Desa Aung Kec. Galang Kabupaten Tolitoli. Berdasarkan citra satelit yang ditampilkan pada Gambar 1, kompleks sekolah ini terdiri dari beberapa massa bangunan yang tersebar di atas lahan dengan vegetasi di sisi utara dan timur kawasan. Titik ukur pengambilan data termal ditandai secara khusus pada peta dan berada di salah satu ruang kelas di sisi barat kompleks sekolah, yang merupakan bangunan dengan atap berwarna merah/coklat khas bangunan sekolah negeri. Pemilihan ruang kelas ini sebagai titik ukur didasarkan pada pertimbangan bahwa ruangan tersebut merepresentasikan kondisi umum ruang belajar yang digunakan oleh peserta didik secara aktif setiap hari.

B. Kondisi Ruang Kelas

Objek penelitian adalah ruang kelas SMP Negeri 3 Galang. Pengamatan dilakukan pada tiga waktu pengukuran, yaitu pukul 07.30, 10.00, dan 12.00 WITA, peletakan alat pengukuran termal diletakkan di atas meja bagian tengah ruang kelas untuk menangkap dinamika perubahan kondisi termal ruang kelas sepanjang hari aktif pembelajaran. Secara umum, ruang kelas memiliki orientasi bangunan dengan bukaan jendela di sisi barat dan timur. Dinding ruang kelas dihiasi berbagai elemen dekoratif edukatif, sementara atap menggunakan material yang bersifat konduktif terhadap panas. Kondisi ini menjadi faktor penting dalam analisis kenyamanan termal, mengingat paparan radiasi matahari langsung dapat meningkatkan suhu permukaan secara signifikan.



Kondisi ruang kelas Pukul 07.30



Kondisi ruang kelas Pukul 10.00



Kondisi ruang kelas Pukul 12.00



Gambar 3. Kondisi ruang kelas dan peletakan Alat ukur termal

C. Proses Pengukuran Suhu dan Kelembaban ruang kelas menggunakan alat Thermal



Pukul 7.30



Pukul 10.00



Pukul 12.00

Gambar 4. Proses pengukuran

Pengukuran suhu dan kelembaban ruang kelas dilakukan menggunakan alat Thermometer Higrometer Digital tipe HTC-2, yaitu alat ukur yang mampu merekam secara bersamaan nilai suhu udara (°C) dan kelembaban relatif (%) di dalam ruangan. Pengukuran dilaksanakan pada tiga waktu yang berbeda, yaitu pukul 07.30, 10.00, dan 12.00, untuk memperoleh gambaran dinamika kondisi termal ruang kelas sepanjang jam aktif pembelajaran.

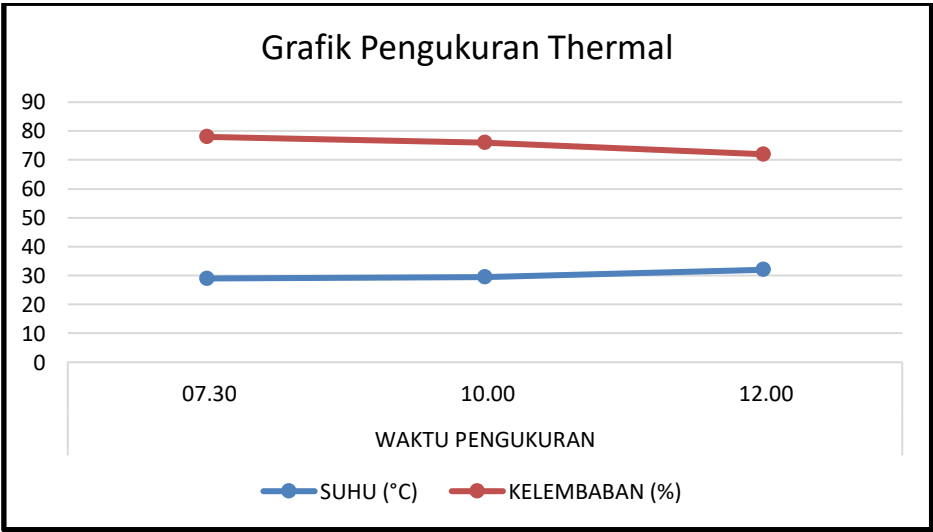
D. Rata-rata Hasil Pengukuran Suhu dan Kelembaban Ruang Kelas

Tabel 3 Hasil Pengukuran

TEMPERATUR	WAKTU PENGUKURAN		
	07.30	10.00	12.00
SUHU (°C)	29	29,5	32
KELEMBABAN (%)	78	76	72

Sumber: Penulis, 2025

Berdasarkan tabel diatas, terdapat kecenderungan peningkatan suhu dan penurunan kelembaban seiring bertambahnya waktu. Suhu terendah tercatat pada pukul 07.30 sebesar 29°C, kemudian meningkat menjadi 29,5°C pada pukul 10.00, dan mencapai puncaknya pada pukul 12.00 sebesar 32°C. Sebaliknya, kelembaban relatif mengalami penurunan dari 78% pada pagi hari menjadi 72% pada siang hari. Menurut standar kenyamanan termal yang ditetapkan oleh SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung, zona nyaman optimal untuk iklim tropis berada pada rentang suhu 22,8°C – 25,8°C dengan kelembaban 40–60%. Dengan demikian, seluruh hasil pengukuran pada ketiga waktu tersebut telah melampaui batas zona nyaman, mengindikasikan bahwa kondisi termal ruang kelas SMP Negeri 3 Galang belum memenuhi standar kenyamanan termal bagi pengguna, khususnya peserta didik.



Gambar 5. Grafik hasil Pengukuran termal ruang kelas

Grafik pada Gambar 4 menampilkan dua kurva yang merepresentasikan perubahan suhu udara (°C) ditunjukkan oleh garis biru dan kelembaban relatif (%) ditunjukkan oleh garis merah pada tiga waktu pengukuran, yaitu pukul 07.30, 10.00, dan 12.00.

1. Tren Garis Suhu (Garis Biru)

Kurva suhu memperlihatkan pola kenaikan bertahap sepanjang waktu pengukuran:

- Pukul 07.30 → 29,0°C
- Pukul 10.00 → 29,5°C
- Pukul 12.00 → 32,0°C

Dari grafik terlihat bahwa garis suhu bergerak relatif landai antara pukul 07.30 hingga 10.00, yang berarti peningkatan suhu pada rentang waktu tersebut masih kecil (hanya 0,5°C). Namun, garis suhu kemudian menanjak lebih curam dari pukul 10.00 menuju pukul 12.00 dengan lonjakan sebesar 2,5°C. Hal ini mengindikasikan bahwa akumulasi panas di dalam ruang kelas meningkat secara signifikan menjelang siang hari, seiring dengan intensitas

radiasi matahari yang semakin tinggi dan panas yang tersimpan pada material bangunan mulai terdisipasi ke dalam ruang.

2. Tren Garis Kelembaban (Garis Merah)

Kurva kelembaban menunjukkan pola penurunan yang konsisten dari waktu ke waktu:

- Pukul 07.30 → 78%
- Pukul 10.00 → 75%
- Pukul 12.00 → 72%

Garis merah bergerak menurun secara bertahap dan relatif stabil, tanpa lonjakan yang tiba-tiba. Penurunan kelembaban ini merupakan respons fisika yang wajar terhadap kenaikan suhu udara semakin tinggi suhu, semakin besar kapasitas udara dalam menampung uap air, sehingga nilai kelembaban relatif yang terukur menjadi lebih rendah.

3. Hubungan Antara Kedua Kurva

Dari grafik terlihat jelas bahwa kedua kurva bergerak dalam arah yang berlawanan secara konsisten ketika garis suhu naik, garis kelembaban turun. Ini mencerminkan hubungan berbanding terbalik antara suhu dan kelembaban relatif di dalam ruang kelas. Meskipun kelembaban cenderung menurun, nilainya tetap berada pada kisaran 72–78%, yang masih jauh di atas batas nyaman. Kombinasi suhu tinggi dan kelembaban tinggi ini menciptakan kondisi panas lembap yang secara fisiologis sangat tidak nyaman, karena menghambat kemampuan tubuh untuk mendinginkan diri melalui penguapan keringat.

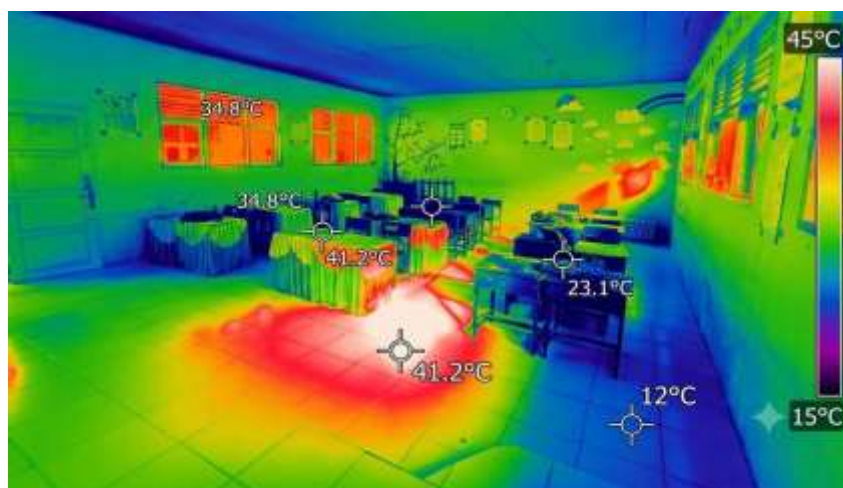
4. Posisi Nilai Terhadap Standar Kenyamanan

Apabila garis batas kenyamanan termal SNI 03-6572-2001 ditarik secara imajiner pada grafik, maka:

- Suhu nyaman berada pada rentang 22,8°C – 25,8°C, sementara seluruh nilai suhu yang terukur berada jauh di atas rentang tersebut (29°C – 32°C)
- Kelembaban nyaman berada pada rentang 40–60%, sementara seluruh nilai kelembaban yang terukur berada di atas rentang tersebut (72–78%)

Dengan demikian, grafik ini secara visual mempertegas bahwa kondisi termal ruang kelas SMP Negeri 3 Galang pada seluruh waktu pengukuran tidak memenuhi standar kenyamanan termal, dan kondisi semakin memburuk mendekati siang hari. Temuan ini menjadi dasar penting bagi rekomendasi perbaikan desain arsitektur dan sistem ventilasi ruang kelas.

E. Kondisi Solar Thermal pada Ruang Kelas



Gambar 6. solar thermal pukul 07.30



Gambar 7. solar thermal pukul 10.00



Gambar 8. solar thermal pukul 12.00

Pengukuran citra termal dilakukan pada tiga waktu berbeda, yaitu pukul 07.30, 10.00, dan 12.00, menggunakan kamera termal dengan skala suhu 15°C hingga 45°C. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa distribusi panas di dalam ruang kelas berubah secara signifikan dari waktu ke waktu, dengan kecenderungan peningkatan suhu dan perluasan zona panas yang terus berlangsung sepanjang hari.

Pada pukul 07.30, kondisi termal ruang kelas sudah menunjukkan ketidakmerataan yang mencolok sejak awal pagi. Titik terpanas terkonsentrasi pada area lantai sisi kiri yang terpapar langsung sinar matahari, mencapai 41,2°C, sementara lantai sisi kanan yang belum terkena paparan matahari hanya berada pada 12°C. Selisih suhu permukaan antara dua titik ini mencapai 29,2°C, yang mengindikasikan bahwa radiasi matahari pagi masuk secara bebas melalui jendela tanpa hambatan akibat tidak adanya tirai maupun shading device. Pada tahap ini, dampak termal masih relatif terbatas pada elemen-elemen yang langsung terpapar sinar matahari, dan sisi kanan ruangan masih menjadi area yang paling nyaman secara termal dengan suhu meja sekitar 23,1°C.

Memasuki pukul 10.00, panas tidak lagi hanya terkonsentrasi pada lantai, melainkan telah merambat ke permukaan meja belajar sisi kiri yang mencapai 41,2°C melalui mekanisme konduksi dan radiasi balik dari lantai. Area lantai panas pun semakin meluas seiring pergeseran posisi matahari menuju tengah hari. Panas juga mulai terdistribusi ke meja-meja di bagian tengah dan belakang ruangan (34,8°C) melalui konveksi udara, meskipun area tersebut tidak terpapar radiasi langsung. Meski kipas langit-langit terdeteksi beroperasi, keberadaannya belum mampu menurunkan suhu secara signifikan. Sisi kanan ruangan masih relatif lebih sejuk dibanding sisi kiri, namun perbedaannya mulai menyempit dibanding kondisi pagi hari.

Pada pukul 12.00, kondisi termal mencapai titik paling kritis. Fenomena paling mencolok adalah bergesernya zona panas ke sisi kanan ruangan, di mana meja yang sebelumnya menjadi titik terdingin kini justru mencatat suhu 41,2°C. Ini terjadi karena perubahan sudut datang matahari yang kini menyinari sisi kanan bangunan. Sementara itu, sisi kiri tetap mempertahankan suhu tinggi akibat akumulasi panas material yang telah berlangsung sejak pagi. Jendela yang semestinya berfungsi sebagai elemen ventilasi kini justru berbalik menjadi sumber radiasi panas

tambahan bagi ruang kelas. Suhu udara ruangan secara keseluruhan telah mencapai 32°C, jauh melampaui ambang batas kenyamanan termal, dan hampir seluruh permukaan elemen ruang berada di atas zona nyaman.

Secara keseluruhan, ketiga waktu pengukuran memperlihatkan pola yang berkesinambungan: panas berakumulasi secara progresif, zona panas bergeser dan meluas dari sisi kiri ke seluruh ruangan, dan tidak ada mekanisme disipasi panas yang memadai. Kondisi ini secara kuat mendukung perlunya intervensi desain arsitektur yang menyeluruh, meliputi pemasangan shading device pada jendela di kedua sisi bangunan, peningkatan sistem ventilasi silang, serta penggunaan material bangunan dengan nilai insulasi termal yang lebih tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis kondisi termal ruang kelas SMP Negeri 3 Galang yang dilakukan pada tiga waktu pengukuran (pukul 07.30, 10.00, dan 12.00 WITA), dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Seluruh hasil pengukuran suhu dan kelembaban ruang kelas pada ketiga waktu pengamatan menunjukkan nilai yang berada di luar zona nyaman termal berdasarkan SNI 03-6572-2001. Suhu udara ruang kelas berkisar antara 29°C hingga 32°C, jauh melampaui batas zona nyaman optimal sebesar 22,8°C – 25,8°C. Demikian pula kelembaban relatif yang terukur antara 72–78% berada di atas batas nyaman sebesar 40–60%. Kondisi ini berlangsung sepanjang jam aktif pembelajaran dan berpotensi mengganggu kenyamanan, konsentrasi, serta produktivitas belajar peserta didik.
2. Terdapat tren yang konsisten sepanjang waktu pengukuran, di mana suhu udara meningkat secara bertahap dari 29°C pada pukul 07.30 menjadi 32°C pada pukul 12.00, sementara kelembaban relatif menurun dari 78% menjadi 72%. Lonjakan suhu paling signifikan terjadi antara pukul 10.00 dan 12.00 sebesar 2,5°C, menandakan akumulasi panas yang semakin intensif menjelang siang hari.
3. Citra termal pada ketiga waktu pengukuran memperlihatkan distribusi suhu permukaan yang sangat tidak merata di seluruh elemen ruang kelas. Perbedaan suhu antara titik terpanas dan terdingin mencapai 29,2°C (41,2°C vs 12°C). Ketidakmerataan ini menciptakan kondisi *thermal discomfort* yang berbeda-beda di setiap posisi duduk peserta didik, dengan area dekat jendela menjadi zona paling tidak nyaman secara termal.
4. Analisis citra termal menunjukkan adanya pergeseran dan perluasan zona panas secara dinamis sepanjang hari. Pada pagi hari, panas terkonsentrasi di sisi kiri ruangan melalui jendela sisi timur, kemudian pada siang hari zona panas meluas menjangkau kedua sisi ruangan sekaligus seiring perubahan posisi matahari. Lantai keramik dan permukaan meja belajar menjadi elemen yang paling signifikan dalam menyerap dan meradiasikan panas ke dalam ruang.
5. Kondisi termal yang tidak nyaman pada ruang kelas SMP Negeri 3 Galang disebabkan oleh beberapa faktor utama, yaitu: tidak adanya elemen *shading* pada bukaan jendela, penggunaan material atap dan lantai dengan nilai insulasi termal rendah, minimnya vegetasi pelindung di sekitar bangunan, serta sistem ventilasi alami yang belum optimal dalam mendisipasi panas yang terakumulasi di dalam ruang.

Rekomendasi Perbaikan

Guna meningkatkan kenyamanan termal ruang kelas, diperlukan intervensi desain arsitektur yang mencakup: penambahan *overhang* atau kisi-kisi pelindung matahari (*sun shading*) pada jendela di kedua sisi bangunan, optimalisasi sistem ventilasi silang (*cross ventilation*), penggunaan material atap dan plafon dengan nilai insulasi termal lebih tinggi, serta penanaman vegetasi di sekitar bangunan sebagai *buffer* termal alami. Langkah-langkah tersebut diharapkan dapat menurunkan suhu ruang kelas mendekati zona nyaman dan menciptakan lingkungan belajar yang lebih kondusif bagi peserta didik SMP Negeri 3 Galang.

REFERENSI

- 03-6572-2001, S. (2001). *Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung*. 1–55.
- Azizah, C., & Yanis, M. (n.d.). *Analisa Kenyamanan Termal pada Ruang Belajar Fakultas Teknik Universitas Almuslim dengan Metode CBE Thermal Comfort Tool*. 14(April 2024), 551–559.
- Hamzah, B., Mulyadi, R., Mazlan, A. N., & Saad, S. (n.d.). *Factors Affecting Thermal Comfort of Elementary Schools ' Students in Makassar Factors Affecting Thermal Comfort of Elementary Schools ' Students in Makassar*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/875/1/012012>

- Lestari. (2022). *Investigasi Lingkungan Termal Ruang Kelas Sekolah di Kota Pontianak*. 20(2), 193–204.
- Muhaimin, M., Alviawati, E., & Angriani, P. (2023). *Urgensi kenyamanan termal dalam perspektif pembelajaran*. 7, 23–32. <https://doi.org/10.29408/geodika.v7i1.6451>
- Mutmainnah, N., & Pratiwi, N. (2025). *Evaluasi Kenyamanan Termal Courtyard Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo*. 2(1), 27–34.
- Najwatun, M., Haq, N., & Martana, S. P. (2025). ANALISIS KENYAMANAN TERMAL PADA RUANG KELAS PRODI. *JURNAL DESAIN DAN ARSITEKTUR*, 5(1), 25–37.
- Razak, H., Wulandari, F., Arsitektur, P., Teknik, F., Banjarmasin, U. M., Kuala, B., Efektif, T., Udara, L., Kelas, R., & Silang, V. (2019). *Sensasi termal pelajar di dalam ruang kelas*. 81–88.
- Safyan, A., Indriani, L., Sina, A. M., & Tropis, I. (2024). *Kenyamanan Termal pada Bangunan Berventilasi Alami di Iklim Tropis*.
- Sari, T. W., Rafliansyah, M. D., & Nurwidyaningrum, D. (2025). *The Effect of Opening Area Heat Radiation on Thermal Comfort in School Building X*. 176–185.