

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan.

1.1. Latar Belakang

Kenyamanan mengacu pada keadaan di mana seseorang merasa aman, tenang, dan terbebas dari gangguan baik secara fisik maupun psikologis dalam suatu lingkungan. Konsep kenyamanan dapat diterapkan dalam berbagai aspek, seperti termal, akustik, visual, dan ergonomis, yang semuanya berperan dalam meningkatkan kesejahteraan individu (ANSI/AHRAE, 2017). Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), istilah "termal" berkaitan dengan panas. Peter Hoppe dalam Mardika & Sagala (2023) mengemukakan bahwa terdapat tiga pendekatan utama dalam memahami kenyamanan termal, yaitu pendekatan fisiologi termal, keseimbangan panas, dan psikologis. Pendekatan fisiologi termal menjelaskan bahwa kenyamanan dipengaruhi oleh aktivitas reseptor termal pada kulit dan otak. Sementara itu, pendekatan keseimbangan panas menekankan bahwa kenyamanan tercapai ketika suhu tubuh, suhu kulit, dan aliran panas berada dalam batas yang seimbang. Pendekatan psikologis melihat kenyamanan termal sebagai persepsi atau tingkat kepuasan individu terhadap kondisi suhu lingkungannya.

Kenyamanan termal menjadi suatu hal yang harus diperhatikan dalam aktifitas sehari-hari. Manusia membutuhkan situasi yang nyaman agar dapat beraktifitas dengan produktifitas yang tinggi. Berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh ANSI/ASHRAE, kenyamanan termal merupakan kondisi mental yang mencerminkan tingkat kepuasan seseorang terhadap lingkungan termalnya. Terdapat tiga aspek yang terlibat dalam kenyamanan termal, diantaranya aspek psikologis, aspek fisiologis, dan aspek fisik yang bervariasi antar individu (ANSI/AHRAE, 2017).

Secara umum, kenyamanan termal seseorang dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu faktor lingkungan dan faktor individu. Faktor lingkungan mencakup empat elemen utama, yaitu suhu udara, suhu radiasi, kelembaban, serta kelajuan aliran udara. Sementara itu, faktor individu ditentukan oleh dua aspek, yakni tingkat metabolisme dan jenis pakaian yang dikenakan (ANSI/AHRAE, 2017). Evaluasi kenyamanan termal dapat dilakukan melalui pendekatan empat faktor fisik lingkungan, yaitu suhu udara, kelembapan relatif, laju udara, dan suhu radiasi. Selain itu, terdapat dua faktor individu yang turut mempengaruhi, yaitu tingkat metabolisme tubuh serta insulasi termal pakaian (Sugini, 2014).

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 70 Tahun 2016 tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri menetapkan parameter kenyamanan ruangan dari segi suhu, kelembapan, dan kelajuan udara sebagai berikut, suhu ruangan kerja yang nyaman berkisar antara 18°C hingga 28°C. Kelembapan relatif yang disarankan adalah antara 40% hingga 60%. Kelajuan aliran udara yang ideal di dalam ruangan kerja adalah antara 0,15 m/s hingga 0,50 m/s.

Merujuk kepada ruang lingkup standar ANSI/AHRAE (2017), pengukuran kenyamanan termal dapat dilakukan dimana saja baik itu ruangan terbuka maupun ruangan tertutup asalkan memenuhi faktor lingkungan seperti suhu udara, kelembapan relatif, suhu radiasi, laju udara, metabolisme tubuh, dan insulasi termal pakaian. kenyamanan di lingkungan dalam ruangan adalah sesuatu yang kompleks dikarenakan semua parameter lingkungan tersebut harus diperhitungkan secara bersamaan

Salah satu ruang tertutup yang dapat diukur kenyamanannya adalah ruang belajar sekolah dasar. Sekolah Dasar (SD) adalah lembaga pendidikan formal pertama bagi anak-anak. Menurut Realyvásquez-Vargas et al. (2020), anak-anak yang menghabiskan sebagian besar waktunya di lingkungan sekolah memerlukan kondisi yang nyaman dan aman untuk mendukung perkembangan akademik serta pencapaian prestasi belajar secara optimal. Lingkungan yang baik mencakup faktor

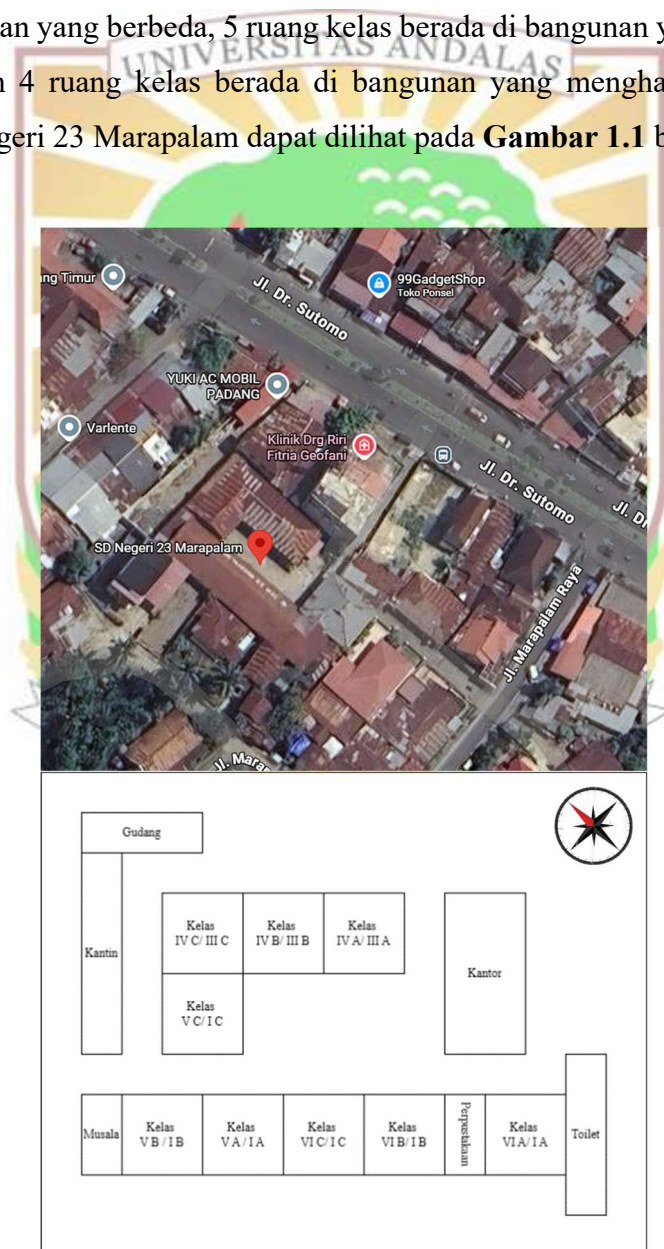
fisik seperti pencahayaan yang cukup, ventilasi yang baik, serta fasilitas yang memadai, serta faktor psikologis dan sosial yang menciptakan suasana kondusif bagi konsentrasi, kreativitas, dan interaksi yang positif.

Zomorodian, Z. S. (2016) dalam Lestari (2022) memberikan pernyataan bahwa bangunan sekolah sebagai sarana pendidikan harus mampu menunjang pencapaian tujuan dan fungsinya dengan menyediakan lingkungan yang nyaman dan sesuai dengan kebutuhan penggunanya. Proses pembelajaran memerlukan tingkat fokus yang tinggi, sehingga keberlangsungannya dapat ditunjang oleh kondisi lingkungan sekolah yang mendukung dan kondusif.

Arif & Yola (2020) menjelaskan bahwa variabel seperti radiasi Cahaya, suhu, kelajuan udara, kelembapan, arah udara, musim, dan karakteristik geografis suatu wilayah dapat mempengaruhi iklim mikro. Kenyamanan termal yang dipengaruhi oleh iklim dipengaruhi oleh zona iklim yang berbeda secara geografis. Data dari Badan Pusat Statistik Kota Padang, ditemukan rata-rata temperatur udara Kota Padang pada tahun 2021 hingga 2023 naik dari 27,5 °C hingga 27,8 °C. Sedangkan, rata-rata kelembapan udara Kota Padang turun dari 81,2% hingga 79%. Angka ini menunjukkan terdapat hubungan terbalik antara temperatur udara dengan kelembapan udara, dimana ketika terjadi kenaikan temperatur udara maka terjadi penurunan kelembapan udara. Hal ini dikarenakan kemampuan udara dalam menampung uap air bergantung pada temperatur (Sugini, 2014).

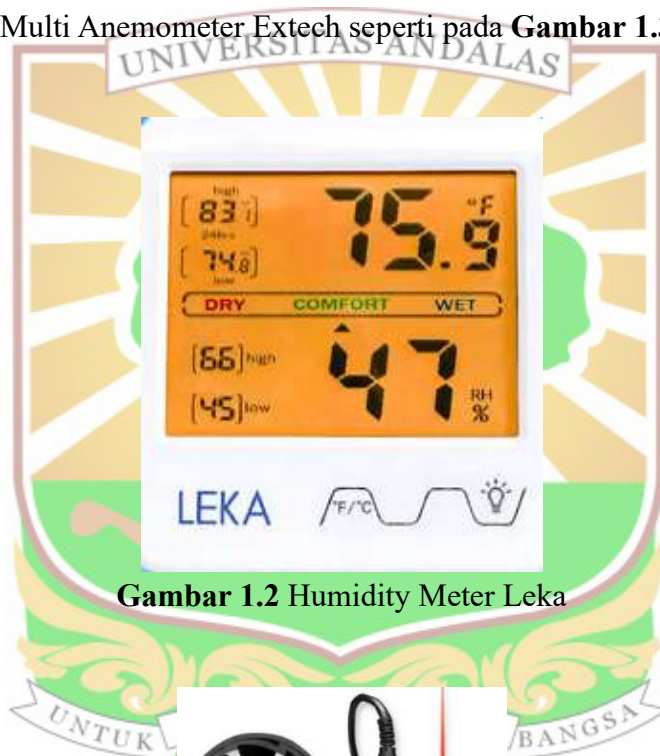
Berdasarkan data Dinas Pendidikan Kota Padang yang diperoleh dari Satu Data Pemerintah Kota Padang, diketahui pada tahun 2023 terdapat 346 sekolah dasar baik itu negeri maupun swasta di Kota Padang. Sebanyak 40 sekolah dasar diantaranya berada di wilayah Kecamatan Padang Timur. Kecamatan Padang Timur terdiri atas 10 kelurahan, maka satu kelurahan memiliki 4 sekolah dasar di wilayah tersebut. Namun, secara kenyataannya Kelurahan Kubu Marapalam hanya memiliki dua sekolah dasar, satu sekolah dasar negeri dan satu sekolah dasar swasta.

SD Negeri 23 Marapalam merupakan satu-satunya SD Negeri yang berada di Kelurahan Kubu Marapalam. Menurut pernyataan Ibu Delmi Susanti, S.Pd., selaku Bendahara BOS dalam wawancara pada tanggal 25 Februari 2025, SD Negeri 23 Marapalam merupakan SD favorit dan unggulan calon peserta didik baru, bukan hanya bagi Kelurahan Kubu Marapalam saja, juga bagi kelurahan tetangga. SD Negeri 23 Marapalam juga menempati posisi ketua gugus sekolah dasar. Sekolah terdiri atas 18 rombongan belajar yang terbagi menjadi dua *shift*. Sekolah ini memiliki total sembilan ruang kelas yang artinya setiap kelas ditempati dua rombongan belajar, masing-masing pada *shift* yang berbeda. Ruang kelas terbagi pada 2 bangunan yang berbeda, 5 ruang kelas berada di bangunan yang menghadap timur laut dan 4 ruang kelas berada di bangunan yang menghadap barat daya. Lokasi SD Negeri 23 Marapalam dapat dilihat pada **Gambar 1.1** berikut.



Gambar 1.1 Lokasi dan Denah SD Negeri 23 Marapalam

Saat ini kenyamanan ruang belajar di SD Negeri 23 Marapalam masih belum bisa dinyatakan nyaman secara termal. Hal ini dikarenakan kondisi termal seperti temperatur udara, kelembapan relatif, dan laju udara tidak berada dalam interval kategori nyaman. Sampel temperatur udara, kelembapan relatif, dan laju udara setiap ruang kelas diambil pada tanggal 25 Februari 2025 dan 25-26 Maret 2025 dari pukul 10.30 hingga pukul 13.30. Waktu ini dipilih berdasarkan pertimbangan periode aktivitas utama dan periode terpanas menurut ISO 7730 (2005). Temperatur udara dan kelembapan relatif diukur menggunakan alat *Humidity Meter* Leka seperti pada **Gambar 1.2** dan laju udara diukur menggunakan Multi Anemometer Extech seperti pada **Gambar 1.3**.

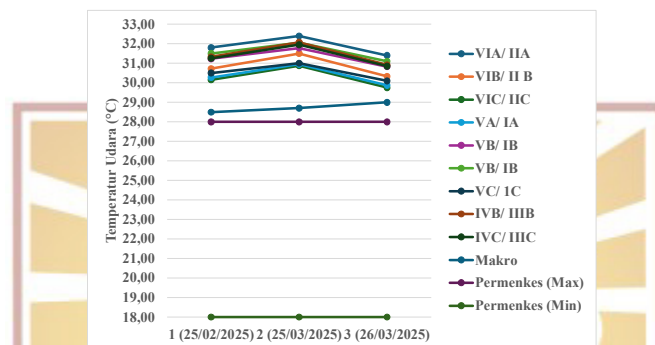


Gambar 1.2 Humidity Meter Leka



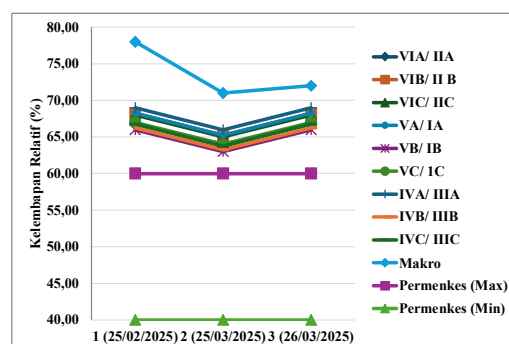
Gambar 1.3 Multi Anemometer Extech

Pengukuran pada masing-masing hari di setiap kelas dilakukan sebanyak empat kali dengan interval pengukuran selama lima menit. Data hasil pengukuran dicatat dan disusun ke dalam tabel. Berikut dilihat data hasil pengukuran temperatur udara rata-rata, kelembapan relatif rata-rata, dan laju udara rata-rata sembilan ruang kelas SD Negeri 23 Marapalam selama 3 hari pada interval waktu yang sama. **Gambar 1.4** menunjukkan data temperatur udara, **Gambar 1.5** menunjukkan data kelembapan relatif, dan **Gambar 1.6** menunjukkan data laju udara.



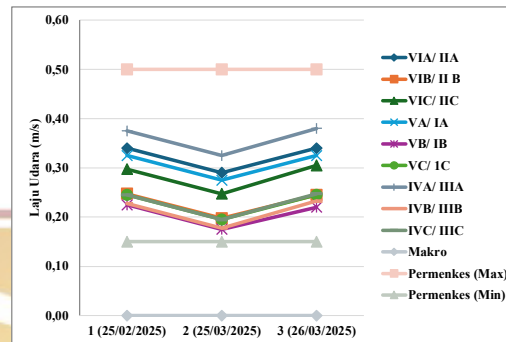
Gambar 1.4 Hasil Pengukuran Temperatur Udara Observasi Awal

Berdasarkan **Gambar 1.4** dapat dilihat perubahan temperatur udara pada setiap kali pengukuran. Hal ini dipengaruhi oleh bagaimana adaptasi alat terhadap kondisi ruangan serta faktor lingkungan di sekitar kelas. Setiap ruang kelas memiliki temperatur rata-rata yang berkisar antara 30,2°C hingga 31,8°C, dengan ruang kelas VIA/IIA mencatat suhu tertinggi. Faktor ini bisa disebabkan oleh terbatasnya sirkulasi udara dan minimnya ventilasi alami di dalam ruangan, sehingga panas yang terakumulasi sulit untuk keluar.



Gambar 1.5 Hasil Pengukuran Kelembapan Relatif Observasi Awal

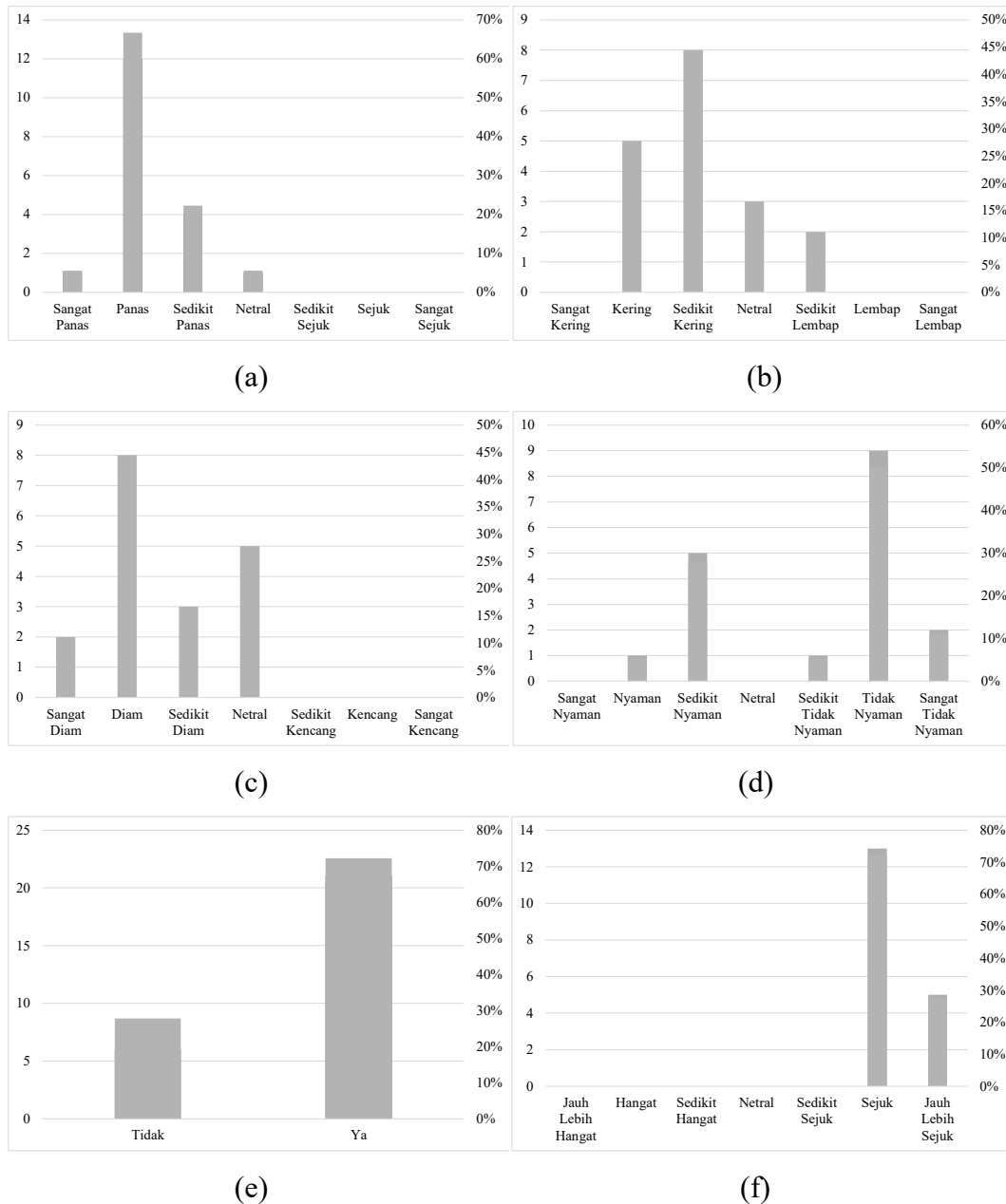
Berdasarkan **Gambar 1.5**, dapat dilihat perubahan kelembapan relatif pada setiap kali pengukuran. Hal ini dipengaruhi oleh bagaimana adaptasi alat terhadap kondisi ruangan serta faktor lingkungan di sekitar kelas. Setiap ruang kelas memiliki kelembapan relatif rata-rata yang berkisar antara 66% hingga 69% dengan ruang kelas IVA/IIIA mencatat kelembapan relatif tertinggi.



Gambar 1.6 Hasil Pengukuran Laju Udara Observasi Awal

Berdasarkan **Gambar 1.6**, dapat dilihat perubahan udara pada setiap kali pengukuran. Hal ini dipengaruhi oleh bagaimana adaptasi alat terhadap kondisi ruangan serta faktor lingkungan di sekitar kelas. Setiap ruang kelas memiliki laju udara rata-rata yang berkisar antara 0,23 m/s hingga 0,38 m/s, dengan ruang kelas VB/IB dan IVB/IIIB mencatat laju udara terendah. Posisi ruang kelas VB/IB dan IVB/IIIB yang saling tegak lurus pada bangunan yang berbeda dan berada di antara mushala dan kantin berpengaruh terhadap minimnya udara yang masuk. Faktor ini disebabkan oleh terbatasnya sirkulasi udara yang masuk dan keluar. Rekapitulasi data pengukuran awal secara lengkap dapat dilihat pada **Lampiran A**.

Sesuai dengan hasil pengukuran, persepsi termal pribadi yang ditemukan di lapangan juga menunjukkan bahwa ruang kelas belum bisa dinyatakan nyaman secara termal. Persepsi termal yang diukur diambil dari kuisioner yang diisi oleh guru kelas. Hasil kuisioner dan persepsi termal yang ditemukan dapat dilihat pada **Gambar 1.7** di bawah ini.



Gambar 1.7 Persepsi Termal Guru Kelas Berdasarkan Hasil Kuisisioner

Berdasarkan **Gambar 1.7**, berdasarkan hasil kuesioner yang diberikan kepada guru wali kelas di SD Negeri 23 Marapalam, didapatkan gambaran bahwa sebagian besar guru merasa ruang kelas dalam kondisi termal yang tidak ideal. Pada persepsi suhu udara (grafik a), sebanyak 13 orang (65%) menyatakan suhu terasa panas, 4 orang (20%) merasa sedikit panas, 2 orang (10%) merasa netral, dan hanya 1 orang (5%) yang menyatakan sangat panas. Tidak ada guru yang menyatakan

ruang terasa sejuk atau dingin. Hal ini menunjukkan persepsi yang kuat bahwa suhu ruang kelas berada di atas ambang kenyamanan.

Dalam hal kelembapan udara (grafik b), 7 orang (35%) merasa udara sedikit kering, 5 orang (25%) menyatakan kering, 3 orang (15%) merasa netral, 2 orang (10%) merasa sedikit lembap, dan 3 orang (15%) merasa sangat kering. Tidak ada responden yang merasa ruangan lembap atau sangat lembap, yang menunjukkan bahwa kondisi udara cenderung kering dan berpotensi menyebabkan ketidaknyamanan pernapasan.

Persepsi terhadap kelajuan aliran udara (grafik c) juga menunjukkan adanya ketidakoptimalan ventilasi. Sebanyak 8 orang (40%) menyatakan udara diam, 5 orang (25%) merasa sedikit diam, 4 orang (20%) menyatakan netral, 2 orang (10%) merasa sangat diam, dan hanya 1 orang (5%) yang merasa sedikit kencang. Tidak ada yang menyatakan adanya aliran udara yang kencang atau sangat kencang. Hal ini mengindikasikan bahwa sirkulasi udara dalam ruang kelas sangat terbatas, yang dapat memperburuk persepsi suhu dan kelembapan.

Ketika ditanya tentang kenyamanan termal secara umum (grafik d), 9 orang (45%) merasa sedikit tidak nyaman, 4 orang (20%) menyatakan tidak nyaman, 3 orang (15%) merasa netral, 2 orang (10%) menyatakan nyaman, 1 orang (5%) menyatakan sedikit nyaman, dan 1 orang (5%) merasa sangat tidak nyaman. Ini menunjukkan bahwa mayoritas guru mengalami ketidaknyamanan saat mengajar di ruang kelas. Sebagai bentuk refleksi terhadap kondisi yang ada, pada grafik e terlihat bahwa 23 guru (76,7%) menjawab "Ya", mereka merasa perlu adanya perbaikan kondisi termal ruang kelas, sementara 7 orang (23,3%) menyatakan tidak perlu. Jawaban ini memperkuat urgensi perlunya perbaikan sistem ventilasi atau desain termal ruang kelas yang ada saat ini.

Terakhir, pada persepsi suhu ideal yang diharapkan (grafik f), 12 orang (60%) menginginkan ruang yang sejuk, 5 orang (25%) memilih sedikit sejuk, dan 3 orang (15%) merasa netral. Tidak ada guru yang menginginkan suhu lebih hangat

dari kondisi saat ini. Hal ini memperjelas bahwa ruang kelas dirasa terlalu panas, dan sebagian besar guru mendambakan lingkungan belajar yang lebih sejuk dan nyaman. Dengan demikian, berdasarkan persepsi para guru wali kelas sebagai pengguna aktif ruang, dapat disimpulkan bahwa kenyamanan termal di ruang kelas saat ini belum memenuhi standar kenyamanan yang diharapkan, dan sangat perlu dilakukan perbaikan dari sisi desain termal, ventilasi alami, maupun tata letak ruang.

Mendapati hasil pengukuran awal faktor termal ruang kelas, perlu dilakukan evaluasi terhadap kenyamanan termal di SD Negeri 23 Marapalam, khususnya ruangan kelas. Menurut Muhaimin (2023), Evaluasi terhadap kenyamanan termal di ruang kelas sekolah sangat penting karena kondisi termal yang tidak nyaman dapat mengurangi konsentrasi dan produktivitas siswa serta guru. Ketidaknyamanan termal dapat menyebabkan kelelahan dan hambatan dalam berpikir, yang pada gilirannya menurunkan kualitas pembelajaran (Muhaimin, 2023).

Meskipun tidak dilakukan pengukuran secara langsung, metabolisme tubuh dan insulasi termal pakaian juga mempengaruhi kenyamanan termal di SD Negeri 23 Marapalam. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Widyaningrum, Febiyani, dan Munang (2023) di SD Negeri 2 Sokaraja Tengah, besar nilai metabolisme tubuh yang didapatkan dari kegiatan membaca, duduk, dan menulis adalah sebesar 115 W/m. Selanjutnya besar nilai insulasi termal pakaian siswa sebesar 0,95 clo dan besar nilai insulasi termal pakaian siswi sebesar 1,18 clo.

Ibu Delvi Susanti, S.Pd., menegaskan bahwa bangunan sekolah di SD Negeri 23 Marapalam sudah selayaknya direnovasi guna meningkatkan kualitas lingkungan belajar bagi siswa. Kondisi fisik bangunan yang sudah mengalami penurunan berdampak pada kenyamanan dan efektivitas proses pembelajaran. Pihak sekolah telah berupaya melakukan mediasi dengan Dinas Pendidikan Kota Padang serta berbagai *stakeholder* terkait guna membahas rencana pembangunan dan renovasi gedung sekolah. Dalam proses perencanaan ini, aspek kenyamanan

termal menjadi salah satu faktor penting yang harus diperhatikan, mengingat temperatur dan sirkulasi udara di ruang kelas berperan besar dalam mendukung fokus serta kesejahteraan siswa. Oleh karena itu, penelitian mengenai kenyamanan termal di ruang kelas SD Negeri 23 Marapalam diharapkan dapat menjadi rekomendasi dan pertimbangan dalam membangun ataupun merenovasi ruang kelas di SD Negeri 23 Marapalam yang lebih optimal dari segi kenyamanan termal, serta diharapkan lingkungan belajar yang lebih sehat, produktif, dan kondusif dapat tercipta bagi siswa serta tenaga pendidik.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana tingkat kenyamanan termal siswa SD Negeri 23 Marapalam berdasarkan faktor temperatur udara, kelembapan relatif, laju udara, suhu radiasi, metabolisme tubuh, serta insulasi pakaian. Selanjutnya mengevaluasi kenyamanan termal siswa SD Negeri 23 Marapalam sehingga dapat diberikan rekomendasi perbaikan dalam memenuhi kenyamanan termal.

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dilakukannya penelitian adalah sebagai berikut.

1. Mengevaluasi kenyamanan termal kondisi *existing* ruang kelas SD Negeri 23 Marapalam.
2. Mengetahui pengaruh massa bangunan sekitar terhadap aliran udara dan temperatur yang masuk ke lingkungan SD Negeri 23 Marapalam
3. Memberikan rekomendasi perbaikan dimensi dan jenis bukaan pada ruang kelas SD Negeri 23 Marapalam sebagai upaya meningkatkan kenyamanan termal.

1.4. Asumsi Penelitian

Asumsi penelitian yang mendasari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Material bangunan yang dikonfigurasi dalam simulasi CFD diasumsikan isotropik, serta telah memenuhi parameter struktur dan rangka bangunan.
2. Kondisi lingkungan luar saat pengambilan data dianggap konstan dan tidak mengalami gangguan signifikan

1.5. Sistematika Penulisan

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang yang menjadi dasar dilakukannya penelitian, mencakup definisi kenyamanan termal, standar kenyamanan termal yang berlaku, bagaimana aplikasi kenyamanan termal dan bagaimana kondisi di lapangan khususnya ruangan kelas sekolah dasar. Rumusan masalah disusun atas permasalahan yang ditemukan dan memiliki urgensi yang relevan berdasarkan latar belakang. Tujuan dilakukannya penelitian disusun agar menjadi acuan capaian hasil dari penelitian. Batasan dalam penelitian ditetapkan agar dapat menjaga ruang lingkup penelitian. Serta sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II

TINJAUAN LITERATUR

Bab ini berisikan teori-teori yang terkait dengan penelitian sebagai landasan keilmuan dalam melakukan penelitian. Meliputi induk keilmuan ergonomi, bukaan alami beserta jenis-jenisnya kenyamanan termal beserta penjabaran parameternya, metode pengukuran dan perhitungan, aplikasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) yang akan digunakan, serta rangkuman penelitian terdahulu.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan penjelasan atas metode yang digunakan dalam penelitian, termasuk tahapan studi pendahuluan, studi literatur, identifikasi masalah, metode penyelesaian masalah, metode pengumpulan data, metode pengolahan data, analisis hasil penelitian, dan Kesimpulan.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menyajikan hasil pengumpulan data dari pengukuran parameter termal di ruang kelas SD Negeri 23 Marapalam, yang meliputi temperatur udara, temperatur radiasi, kelembapan relatif, dan laju udara. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Pengolahan data sketsa pengukuran bangunan termasuk massa bangunan sekitar, keseluruhan bangunan sekolah, dan bangunan sisi barat daya menjadi model tiga dimensi, konfigurasi material dan kebutuhan simulasi juga dilakukan. Selain itu, bab ini juga menjelaskan perhitungan *Predicted Mean Vote* (PMV) dan *Predicted Percentage of Dissatisfied* (PPD) untuk menilai tingkat kenyamanan termal di setiap ruang kelas. Pengolahan data sketsa pengukuran bangunan termasuk massa bangunan sekitar, keseluruhan bangunan sekolah, dan bangunan sisi barat daya menjadi model tiga dimensi

BAB V PEMBAHASAN

Bab ini berisi pembahasan lebih mendalam mengenai hasil penelitian, meliputi interpretasi temuan dari pengukuran lapangan, analisis kondisi eksisting, serta hasil simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) pada skala makro, mezzo, dan mikro. Pembahasan juga mencakup evaluasi bentuk bukaan alami pada ruang kelas, pengaruh massa bangunan sekitar terhadap aliran udara, serta rekomendasi perbaikan desain berupa perubahan dimensi bangunan dan optimalisasi bukaan. Analisis disusun untuk memberikan

pemahaman komprehensif mengenai hubungan antara variabel termal, distribusi aliran udara, dan kenyamanan termal siswa.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian mengenai evaluasi kenyamanan termal ruang kelas di SD Negeri 23 Marapalam, baik dari hasil pengukuran langsung maupun simulasi CFD. Selain itu, bab ini juga memberikan saran yang dapat digunakan sebagai acuan dalam perancangan atau renovasi bangunan sekolah agar lebih memenuhi standar kenyamanan termal. Saran yang diberikan ditujukan baik untuk penelitian selanjutnya maupun bagi pihak terkait dalam perbaikan fasilitas pendidikan.

