

**KENYAMANAN TERMAL LINGKUNGAN
PADA GEDUNG KAMPUS UNIVERSITAS ICHSAN
GORONTALO**

***ENVIRONMENTAL THERMAL COMFORT AT THE ICHSAN
UNIVERSITY CAMPUS BUILDING***

**SITI KHAIRUNNISA ABAY
D042201014**



**PROGRAM STUDI MAGISTER ARSITEKTUR
DEPARTEMEN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

PENGAJUAN TESIS

**KENYAMANAN TERMAL LINGKUNGAN
PADA GEDUNG KAMPUS UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister Program Studi
Magister Teknik Arsitektur

Di susun dan diajukan oleh

ttd

**SITI KHAIRUNNISA ABAY
D042201014**

Kepada

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

TESIS
KENYAMANAN TERMAL LINGKUNGAN PADA
GEDUNG KAMPUS UNIVERSITAS ICHSAN
GORONTALO

SITI KHAIRUNNISA ABAY

D042201014

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi pada Program Magister Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 29 Agustus 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Prof. Ir. Baharuddin Hamzah, ST M.Arch., Ph.D

NIP.19690308 199512 1001

Pembimbing Pendamping



Dr. Eng. Ir. Rosady Mulyadi, ST., MT

NIP.19700810 199802 1001

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin,



Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT

NIP. 19730926 200012 1002

Ketua Program Studi
Magister Teknik Arsitektur,



Dr. Eng. Ir. Hj. Asniawaty, ST., MT

NIP. 19710925 199903 2001

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Siti Khairunnisa Abay
Nomor mahasiswa : D042201014
Program Studi : Teknik Arsitektur

Dengan ini menyatakan bahwa, tesis yang berjudul “Kenyamanan Termal Lingkungan pada Gedung Kampus Universitas Ichsan Gorontalo” adalah karya saya dengan arahan dari komisi Pembimbing (Prof. Ir. Baharuddin Hamzah, ST M.Arch., Ph.D dan Dr. Eng. Ir. Rosady Mulyadi, ST., MT). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka tesis ini. Sebagian dari tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal (EPI International Journal Engimeering tahun 2022) sebagai artikel dengan judul “*Thermal Sensation Analysis in the Buildeng Of Univeristas Ichsan Gorontalo*”.

Dengan ini saya limpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, Oktober 2023

Yang Menyatakan



Siti Khairunnisa Abay

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah Subhanahu wa Ta'ala karena atas rahmatNya penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian ini.

Gagasan yang melatari tajuk permasalahan ini timbul dari hasil pengamatan penulis terhadap lingkungan gedung kampus Universitas Ichsan Gorontalo sebagai salah satu lembaga pendidikan yang tentunya membutuhkan situasi yang nyaman dalam hal ini kenyamanan termal. Penulis bermaksud menganalisis serta mengidentifikasi kenyamanan termal lingkungan pada gedung kampus Universitas Ichsan Gorontalo sehingga dengan penelitian ini diharapkan bisa menjawab dan memberikan solusi atas masalah yang ditemukan.

Tidak sedikit kendala yang dihadapi oleh penulis dalam rangka penyusunan proposal penelitian ini, yang hanya berkat bantuan berbagai pihak, maka proposal penelitian ini dapat selesai pada waktunya, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada Prof. Ir. Baharuddin Hamzah, M. Arch., Ph.D sebagai Ketua Komisi Penasehat dan Dr. Eng. Ir. Rosady Mulyadi, ST., MT sebagai Anggota Komisi Penasehat atas bantuan dan bimbingan yang telah diberikan. Terimakasih juga penulis sampaikan kepada Ibu dan Ayah, adik-adik tersayang, keluarga serta teman-teman yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan hasil penelitian ini.

Makassar, 2023

Siti Khairunnisa Abay

ABSTRAK

SITI KHAIRUNNISA ABAY, *Kenyamanan Termal Lingkungan pada Gedung Kampus Universitas Ichsan Gorontalo* (dibimbing oleh **Baharuddin Hamzah, Rosady Mulyadi**)

Kenyamanan termal lingkungan pada gedung kampus Universitas Ichsan Gorontalo menjadi sangat penting karena mempengaruhi kinerja akademik mahasiswa serta produktivitas mereka. Dari segi arsitekturnya, bagian bukaan berupa ventilasi dan jendela dalam setiap ruangan menggunakan material kaca permanen, sehingga tidak dapat dibuka. Hal ini disebabkan karena pada setiap ruangnya menggunakan AC (*Air Conditioning*). Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kenyamanan termal lingkungan pada gedung kampus Universitas Ichsan Gorontalo. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif deskriptif. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan observasi, pengukuran lingkungan termal dan kuisioner. Hasil penelitian menunjukkan bahwa >80% responden merasa nyaman dengan kondisi termal di dalam ruang kuliah, (ASHRAE). Rata-rata suhu udara di ketiga ruangan tersebut sebesar 25.7°C hingga 27.3°C, dengan rata-rata kelembaban udara sekitar 60%-63%. Berdasarkan analisis ini, kondisi termal berada dalam kategori hampir nyaman menurut standar kenyamanan termal Indonesia (SNI), yang memiliki batasan kenyamanan suhu antara 25,8°C hingga 27,1°C dengan kelembaban relatif 60%-70%. Selanjutnya, dilakukan perbaikan desain dengan mengubah material bangunan yang memiliki nilai *U-Value* tinggi menjadi rendah. Hasil simulasi dari perbaikan desain menunjukkan bahwa rata-rata kondisi termal ketiga ruang perkuliahan adalah 26.6°C. Dengan mengacu pada standar kenyamanan termal SNI, dapat disimpulkan bahwa setelah perbaikan desain, kondisi termal berada dalam kategori yang sesuai dengan standar tersebut yaitu “nyaman.”

Kata kunci: Kenyamanan Termal Lingkungan; Gedung Kampus Universitas Ichsan Gorontalo; Temperatur; Kelembaban

ABSTRACT

SITI KHAIRUNNISA ABAY, Environmental Thermal Comfort in Ichsan University Gorontalo Campus Buildings (supervised by **Baharuddin Hamzah** dan **Rosady Mulyadi**)

Environmental thermal comfort in Ichsan Gorontalo University campus buildings is very important because it affects students' academic performance and their productivity. In terms of architecture, the openings in the form of ventilation and windows in each room use permanent glass material, so they cannot be opened. This is because each room uses AC (Air Conditioning). The aim of this research is to analyze environmental thermal comfort in Ichsan University Gorontalo campus buildings. The research method used is a descriptive quantitative method. Data collection techniques were carried out using observation, thermal environmental measurements and questionnaires. The research results showed that >80% of respondents felt comfortable with the thermal conditions in the lecture hall, (ASHRAE). The average air temperature in the three rooms is 25.7°C to 27.3°C, with an average air humidity of around 60% - 63%. Based on this analysis, thermal conditions are in the almost comfortable category according to the Indonesian thermal comfort standard (SNI), which has a temperature comfort limit of between 25.8°C to 27.1°C with relative humidity of 60%-70%. Next, design improvements were made by changing building materials that had a high U-Value to a low one. Simulation results from design improvements show that the average thermal condition of the three lecture halls is 26.60C. By referring to the SNI thermal comfort standard, it can be concluded that after design improvements, the thermal conditions are in a category that complies with these standards, namely "comfortable."

Keywords: Environmental Thermal Comfort; Ichsan University Gorontalo Campus Building; Temperature; Humidity

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGAJUAN TESIS.....	ii
PERSETUJUAN TESIS.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR BAGAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat penelitian.....	5
1.5 Batasan dan Lingkup Penelitian.	5
1.6 Sistematika Pembahasan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kenyamanan Termal	6
2.2 Zona Kenyamanan Termal Dalam Bangunan.....	17
2.3 Pengaruh Unsur Lingkungan dalam Kenyamanan Termal.....	18
2.4 Penelitian Terdahulu.....	18
2.5 Kerangka Pikir.....	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	22

3.1	Jenis dan Metode Penelitian	22
3.2	Lokasi Penelitian.....	22
3.3	Waktu dan Objek Penelitian	23
3.4	Teknik Pengumpulan Data	23
3.5	Teknik Analisis Data.....	25
3.6	Alat dan Bahan Penelitian	26
3.7	Populasi dan Sampling	27
3.8	Jenis dan Sumber Data	28
3.9	Teknik Keabsahan Data.....	28
3.10	Definisi Operasional	29
3.11	Parameter	30
3.12	Alur Penelitian.....	32
	BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	33
4.1	Gambaran Umum Lokasi Penelitian	33
4.2	Uji Validitas dan Reabilitas	33
4.3	Sensasi Termal dalam Bangunan	35
4.4	Kondisi Lingkungan Termal Gedung Kampus Universitas Ichsan Gorontalo	54
4.5	<i>Design Improvment</i>	62
	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1	Kesimpulan.....	69
5.2	Saran.....	69
	DAFTAR PUSTAKA	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Berbagai Nilai <i>Metabolic Rate</i> Pada Berbagai Aktivitas	8
Gambar 2 Aspek Kenyamanan Suhu.....	9
Gambar 3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Lingkungan Termal dalam Bangunan.....	14
Gambar 4 Lokasi gedung kampus Ichsan Gorontalo	22
Gambar 5 Denah lantai satu dan tiga	24
Gambar 6 Titik Pengukuran dalam Ruang Kuliah.....	25
Gambar 7 Meteran	26
Gambar 8 <i>Temperature & Humidity data logger</i>	26
Gambar 9 Software IBM SPSS	26
Gambar 10 Hasil Uji Statistik.....	34
Gambar 11 Nilai Reabilitas Data	34
Gambar 12 Karakteristik Responden Berdasarkan Usia	35
Gambar 13 Karakteristik responden berdasarkan jenis kelamin.....	35
Gambar 14 Sensasi termal responden pertanyaan satu thermostat 16°C	36
Gambar 15 Sensasi termal responden pertanyaan dua thermostat 16°C	36
Gambar 16 Sensasi termal responden pertanyaan tiga thermostat 16°C	37
Gambar 17 Sensasi termal responden pertanyaan empat thermostat 16°C.....	37
Gambar 18 Sensasi termal responden pertanyaan lima thermostat 16°C.....	37
Gambar 19 Sensasi termal responden pertanyaan enam thermostat 16°C	38
Gambar 20 Sensasi termal responden pertanyaan tujuh thermostat 16°C.....	38
Gambar 21 Sensasi termal responden pertanyaan delapan thermostat 16°C.....	39
Gambar 22 Sensasi termal responden pertanyaan Sembilan thermostat 16°C	39
Gambar 23 Sensasi termal responden pertanyaan sepuluh thermostat 16°C.....	39
Gambar 24 Sensasi termal responden pertanyaan sebelas thermostat 16°C.....	40
Gambar 25 Sensasi termal responden pertanyaan dua belas thermostat 16°C	40
Gambar 26 Sensasi termal responden pertanyaan satu thermostat 22°C.....	41
Gambar 27 Sensasi termal responden pertanyaan dua thermostat 22°C	41
Gambar 28 Sensasi termal responden pertanyaan tiga thermostat 22°C	42
Gambar 29 Sensasi termal responden pertanyaan empat thermostat 22°C	42
Gambar 30 Sensasi termal responden pertanyaan lima thermostat 22°C	42

Gambar 31 Sensasi termal responden pertanyaan enam thermostat 22°C	43
Gambar 32 Sensasi termal responden pertanyaan tujuh thermostat 22°C	43
Gambar 33 Sensasi termal responden pertanyaan delapan thermostat 22°C	44
Gambar 34 Sensasi termal responden pertanyaan sembilan thermostat 22°C	44
Gambar 35 Sensasi termal responden pertanyaan sepuluh thermostat 22°C	44
Gambar 36 Sensasi termal responden pertanyaan sebelas thermostat 22°C	45
Gambar 37 Sensasi termal responden pertanyaan dua belas thermostat 22°C	45
Gambar 38 Sensasi termal responden pertanyaan satu thermostat 27°C	46
Gambar 39 Sensasi termal responden pertanyaan dua thermostat 27°C	46
Gambar 40 Sensasi termal responden pertanyaan tiga thermostat 27°C	47
Gambar 41 Sensasi termal responden pertanyaan empat thermostat 27°C	47
Gambar 42 Sensasi termal responden pertanyaan lima thermostat 27°C	48
Gambar 43 Sensasi termal responden pertanyaan enam thermostat 27°C	48
Gambar 44 Sensasi termal responden pertanyaan tujuh thermostat 27°C	49
Gambar 45 Sensasi termal responden pertanyaan delapan thermostat 27°C	49
Gambar 46 Sensasi termal responden pertanyaan sembilan thermostat 27°C	50
Gambar 47 Sensasi termal responden pertanyaan sepuluh thermostat 27°C	50
Gambar 48 Sensasi termal responden pertanyaan sebelas thermostat 27°C	51
Gambar 49 Sensasi termal responden pertanyaan dua belas thermostat 27°C	51
Gambar 50 Denah ruang kuliah C.14, Lt.1	53
Gambar 51 Grafik Analisis temperature ruang kuliah C.14	53
Gambar 52 Grafik analisis humidity ruang kuliah C.14	54
Gambar 53 Denah ruang kuliah A1, Lt.1	55
Gambar 54 Grafik Analisis temperature ruang kuliah A1	55
Gambar 55 Grafik analisis humidity ruang kuliah A1	56
Gambar 56 Denah ruang Studio Arsitektur, Lt.3	57
Gambar 57 Grafik Analisis temperature ruang Studio Arsitektur	57
Gambar 58 Grafik analisis humidity ruang Studio Arsitektur	59

Gambar 59 Analisis rata-rata suhu udara.....	61
Gambar 60 Analisis rata-rata kelembaban udara	61
Gambar 61 Hasil simulasi termal ruang kulaig C.14, setting thermostat 16°C	62
Gambar 62 Hasil simulasi termal ruang kulaig C.14, setting thermostat 22°C	63
Gambar 63 Hasil simulasi termal ruang kulaig C.14, setting thermostat 27°C	63
Gambar 64 Hasil simulasi termal ruang kulaig A1, setting thermostat 16°C	64
Gambar 65 Hasil simulasi termal ruang kulaig A1, setting thermostat 22°C	64
Gambar 66 Hasil simulasi termal ruang kulaig A1, setting thermostat 27°C	65
Gambar 67 Hasil simulasi termal ruang kulaig Studio Arsitektur, setting thermostat 16°C.....	66
Gambar 68 Hasil simulasi termal ruang kulaig Studio Arsitektur, setting thermostat 22°C.....	66
Gambar 69 Hasil simulasi termal ruang kulaig Studio Arsitektur, setting thermostat 27°C.....	67
Gambar 70 Hasil analisis simulasi termal.....	67

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Perbandingan Aktivitas dan Energi Panas yang Dikeluarkan	8
Tabel 2 Batasan Kenyamanan Termal pada Rentang Suhu dan Kelembaban yang Berbeda	12
Tabel 3 Pergerakan Suhu Udara dan Pengaruh pada Sensasi	13
Tabel 4 Perbandingan Faktor Penentu Suhu Nyaman	15
Tabel 5 Batas-Batas Kenyamanan Termal	17

DAFTAR BAGAN

Bagan 1. Kerangka Pikir	21
Bagan 2. Alur Penelitian	31

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bangunan sebagai wujud dari produk desain arsitektur yang mempunyai beberapa fungsi. Pertama sebagai pelindung (*shelter*), kedua sebagai tempat atau wadah aktivitas dan ketiga sebagai sosial dan budaya (Markus & Moris, 1980). Berkaitan dengan fungsinya sebagai pelindung, maka bangunan harus mampu menjaga agar penghuni atau pengguna tetap selamat dan aman dari tantangan, bahaya, dan gangguan dari luar. Gangguan tersebut termasuk didalamnya adalah iklim dan cuaca. Sebagai tempat atau wadah aktivitas, ruang bangunan harus mewujudkan kondisi lingkungan yang paling nyaman untuk menyelenggarakan aktivitas secara maksimal.

Berdasarkan uraian Vitruvius dalam bukunya "*De Architecture*" dapat disimpulkan bahwa sebuah bangunan arsitektur atau lebih luas lagi ruang aktivitas lingkungan buatan haruslah mengandung tiga kualitas yaitu firmitas (kekuatan, daya tahan), utilitas (kegunaan), dan venusitas (keindahan). Dalam kegunaan maka sebuah ruang aktivitas dan bangunan haruslah memenuhi tuntutan paling dasar yaitu kenyamanan. Kenyamanan termal selain memegang peran dalam penciptaan kondisi ruang yang nyaman bagi aktivitas, juga berdampak pada kesehatan penghuni bangunan. Bell & Greene (1982) dalam Evans & Cohen (1987) mengatakan bahwa suhu *core* badan melebihi 37° C akan mengakibatkan stroke, kelelahan, dan panas.

Intelektual, perfomansi persepsual manusia secara umum akan mencapai kondisi terbaik bila manusia ada dalam kondisi nyaman termal (Fanger, 1982). Pernyataan Fanger sesuai dengan kesimpulan Vitelg, & Smith (1946) dalam Altman & Stokol (Altman & Stokol, 1987). Berdasarkan Fine & Kobrick (1978), Worth (1950), Papler (2958), dalam Altman & Stokol (1987) dapat disimpulkan bahwa para pekerja kantor dan pabrik mengalami penurunan kemampuan pekerjaan repetitif mereka ketika berada dalam ruang yang panas dan lembab.

Kenyamanan termal sangat dibutuhkan tubuh manusia agar dapat beraktifitas dengan baik di rumah, sekolah, ataupun di kantor/tempat bekerja. Kenyamanan tergantung pada variabel iklim mikro (matahari/radiasi, suhu udara, kelembaban udara, dan kecepatan angin). Adapun beberapa faktor individual/subjektif seperti pakaian, aklimatisasi, usia dan jenis kelamin, tingkat kegemukan tingkat kesehatan, jenis makanan dan minuman yang di konsumsi, serta warna kulit (Szokolay, 1973).

Menurut Humphreys dan Nicol kenyamanan suhu juga dipengaruhi oleh adaptasi masing-masing individu terhadap suhu luar disekitarnya. Manusia yang biasa hidup pada iklim panas atau tropis akan memiliki suhu nyaman yang lebih tinggi dibandingkan manusia yang biasa hidup pada suhu udara rendah seperti halnya Eropa (Talarosha, 2005).

Ketidak nyamanan termal dapat diakibatkan karena suhu udara yang terlalu panas dan dipengaruhi oleh radiasi sinar matahari yang tinggi. Vegetasi selain memberikan kontribusi dalam menciptakan kenyamanan ruang di dalam bangunan juga dapat menghemat energi, seperti yang dikatakan oleh Wong (2010) dengan adanya vegetasi dapat menjadi peranan penting bagi iklim perkotaan dan iklim mikro di dalam bangunan.

Berdasarkan penelitian Santoso dan Imam (2012) suhu udara dalam ruangan dapat turun dengan ditempatkan penahan sinar matahari dari vegetasi yang ditempatkan secara vertikal maupun horizontal. Tanaman peneduh dapat dipertimbangkan dalam pencapaian kenyamanan termal yang dapat dimanfaatkan dalam proses adaptasi manusia terhadap lingkungannya.

Lingkungan memegang peran yang sangat penting dalam mempengaruhi kenyamanan dan produktivitas manusia di dalam dan di sekitar bangunan. Kondisi lingkungan termal, seperti suhu udara yang terlalu panas atau dingin, dapat mempengaruhi kenyamanan ruang dan kinerja kerja.

Pantulan sinar matahari, aliran angin, dan vegetasi di sekitar bangunan adalah beberapa faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi kondisi

termal di dalam dan di sekitar bangunan. Terdapat banyak penelitian yang menunjukkan bahwa vegetasi dan aliran angin yang baik dapat menurunkan suhu udara di sekitar bangunan dan meningkatkan kenyamanan ruang.

Selain itu, kondisi lingkungan termal juga dipengaruhi oleh penggunaan material dan arsitektur bangunan. Bagaimana orientasi bangunan, bukaan ventilasi dan jendela, serta penggunaan material pada bagian depan fasad bangunan juga dapat mempengaruhi kondisi termal di dalam dan di sekitar bangunan.

Berdasarkan pengaruh tersebut, dilakukan observasi awal terhadap kondisi lingkungan termal dalam gedung Universitas Ichsan Gorontalo. Hasil observasi awal menunjukkan kondisi luar kampus sangat gersang, hal ini disebabkan kurangnya vegetasi di lingkungan kampus, sehingga suhu udara sekitar kampus menjadi panas. Selain itu, kondisi luar gedung sebagian besar telah mengalami perkerasan (cor beton) dan kurangnya vegetasi berupa rerumputan. Hal ini tentunya mengakibatkan radiasi matahari akan dipantulkan kembali ke udara, sehingga mengakibatkan suhu udara lebih panas, karena tidak adanya daya serap dari permukaan tanah.

Dari segi arsitekturnya, bagian bukaan berupa ventilasi dan jendela dalam setiap ruangan menggunakan material kaca permanen, sehingga tidak dapat dibuka. Hal ini disebabkan karena pada setiap ruangnya menggunakan AC (*Air Conditioning*). Apabila listrik padam atau AC mengalami kerusakan, suhu udara dalam ruangan menjadi panas. Orientasi bangunan Universitas Ichsan Gorontalo menghadap ke arah barat, dimana pada pukul 12.00 hingga pukul 16.00 Wita suhu udara pada lingkungan kampus tersebut sangat panas. Penggunaan material pada bagian depan fasad bangunan menggunakan material kaca dari lantai satu sampai dengan tiga tanpa adanya bukaan. Sebagian besar material dinding menggunakan batu bata, material plafon menggunakan triplek, dan material atap menggunakan seng.

Kota Gorontalo beriklim hutan hujan tropis dengan suhu udara antara

22°-33 °C. Tingkat kelembaban nisbi di wilayah kota Gorontalo berada pada angka $\pm 82\%$. Curah hujan tahunan di wilayah kota Gorontalo berkisar 1.000-1.600 mm per tahun dengan jumlah hari hujan berkisar pada 90-150 hari hujan per tahun (BMKG & *Weatherbase* 2021).

Penelitian mengenai kenyamanan termal lingkungan pada gedung kampus Universitas Ihsan Gorontalo memiliki urgensi yang signifikan dalam konteks menciptakan lingkungan belajar yang optimal bagi mahasiswa dan anggota fakultas. Kenyamanan termal merujuk pada keseimbangan suhu dan kelembaban serta aspek-aspek lainnya yang mempengaruhi persepsi individu terhadap lingkungannya. Oleh karena itu, penelitian tentang kenyamanan termal lingkungan pada gedung kampus Universitas Ihsan Gorontalo bukan hanya tentang menciptakan lingkungan yang nyaman tetapi juga memiliki implikasi yang luas pada kesejahteraan, efisiensi, desain, retensi mahasiswa, citra kampus dan lingkungan lokal.

Berdasarkan berbagai permasalahan diatas, maka perlu dilakukan penelitian agar dapat diketahui kondisi kenyamanan termal lingkungan terhadap bangunan gedung kampus Universitas Ihsan Gorontalo yang sesuai dengan standar kenyamanan termal berdasarkan standar yang berlaku.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka permasalahan yang timbul pada gedung kampus Universitas Ihsan Gorontalo dikelompokkan menjadi dua kategori yaitu:

1. Bagaimana sensasi termal dalam bangunan gedung kampus Universitas Ihsan Gorontalo?
2. Bagaimana kondisi lingkungan termal pada bangunan gedung kampus Universitas Ihsan Gorontalo?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisis sensasi termal dalam bangunan gedung kampus Universitas Ihsan Gorontalo.
2. Untuk menganalisis kondisi lingkungan termal pada bangunan gedung

kampus Universitas Ichsan Gorontalo.

1.4 Manfaat penelitian

1. Mengetahui sensasi di dalam bangunan gedung kampus Universitas Ichsan Gorontalo berdasarkan.
2. Dapat memberikan kontribusi bagi ilmu pengetahuan dalam bidang Arsitektur dan pengembangan bangunan yang lebih berkelanjutan serta dapat menciptakan kondisi lingkungan termal yang lebih nyaman di dalam dan di sekitar bangunan.
3. Dapat dijadikan sebagai bahan literatur yang menambah pengetahuan pada penelitian yang lebih lanjut yang berkaitan dengan kependidikan.

1.5 Batasan dan Lingkup Penelitian.

Batasan dan lingkup penelitian ini adalah lingkungan gedung kampus Universitas Ichsan Gorontalo dalam hal ini yang dijadikan sampel penelitian yaitu ruang kuliah C.14, ruang kuliah A1 pada lantai satu dan ruang studio Arsitektur pada lantai tiga. Penelitian ini mengulas tentang kenyamanan termal pada lingkungan gedung kampus Universitas Ichsan Gorontalo terkait suhu dan kelembaban.

1.6 Sistematika Pembahasan

BAB I: Pendahuluan

Berisikan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta batasan dan lingkup penelitian.

BAB II: Tinjauan Pustaka

Berisi tentang tinjauan umum objek penelitian dan teori-teori mengenai kenyamanan termal.

BAB III: Metode Penelitian

Berisi tentang metode penelitian yang digunakan, teknik pengumpulan data, populasi dan sampel, dan keabsahan data.

BAB IV: Hasil Penelitian dan Pembahasan.

Bab ini berisi tentang hasil penelitian studi lapangan, mulai dari pembahasan data hingga hasil yang telah dianalisis.

BAB V: Kesimpulan dan Saran

Bab ini membahas tentang kesimpulan serta saran dari hasil akhir penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kenyamanan Termal

Kenyamanan termal adalah suatu kondisi termal yang dirasakan oleh manusia yang dipengaruhi oleh lingkungan dan benda-benda disekitar arsitekturnya (Frick, 2008). Pandangan ini menunjukkan bahwa kenyamanan termal dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah lingkungan arsitekturnya, bilamana arsitekturnya tidak sesuai dengan kaidah perencanaan maka dapat mempengaruhi kenyamanan termal suatu ruangan. Terry (1987), menjelaskan bahwa definisi kenyamanan termal adalah keseimbangan termal yang dicapai dari pertukaran panas antara tubuh manusia dengan lingkungan termal pada tingkatan yang sesuai. Sebuah kondisi dimana tubuh manusia melakukan aktivitas mekanisme termoregulatori secara minimal.

Manusia merasa nyaman ketika di ruangan apabila suhu yang dirasakan berada pada kondisi nyaman termal. Kondisi nyaman termal tercapai apabila kondisi badan dalam keadaan nyaman atau seimbang. Arti dari kondisi badan yang seimbang adalah keadaan tubuh yang mampu menyeimbangkan suhu tubuh dari proses metabolisme dengan cara evaporasi, radiasi, konduksi, dan konveksi. Dari proses tersebut dapat diartikan secara sederhana bahwa kecepatan produksi panas badan dan kecepatan buang panas badan ke lingkungan harus seimbang. Pendapat tersebut dikuatkan Markus dan Morris (1980), Mc Intyre (1980), Fanger (1982), dan Moore (1993) bahwa kondisi nyaman termal tercapai apabila terjadi keseimbangan panas badan dalam keadaan *homeostatis*. *Homeostatis* adalah proses mekanisme otomatis yang dilakukan oleh makhluk hidup untuk mempertahankan kondisi konstan agar tubuhnya dapat berfungsi dengan normal, meskipun terjadi perubahan pada lingkungan di dalam atau di luar tubuh (Shaw, Lin, 2005). Hal ini tercapai bila produk panas badan internal dari proses metabolisme dikurangi evaporasi karena penguapan dari kulit dan pernafasan, dikurangi atau ditambah panas radiasi dan konveksi akibat transfer panas dari badan atau

dari lingkungan sama dengan nol.

Kenyamanan termal dapat diperoleh dengan cara mengendalikan atau mengatasi perpindahan panas yang dilakukan oleh tubuh manusia. Perpindahan panas (*heat transfer*) adalah proses perpindahan kalor dari benda ke benda lain yang kurang panas. Sumber panas yang berasal dari tubuh manusia berasal dari pembakaran karbohidrat dalam tubuh, suhu udara sekitar yang meningkat dan radiasi matahari.

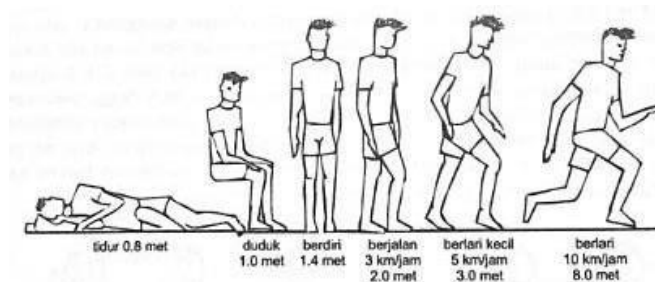
Kenyamanan merupakan bagian dari salah satu sasaran karya arsitektur. Definisi nyaman adalah interaksi dan reaksi manusia terhadap lingkungan yang bebas dari rasa negatif dan bersifat subjektif. Kenyamanan terdiri atas kenyamanan psikis dan kenyamanan fisik. Kenyamanan psikis yaitu kenyamanan kejiwaan (rasa aman, tenang, gembira dan lain-lain) yang terukur secara subjektif (kualitatif). Sedangkan kenyamanan fisik dapat terukur secara objektif (kuantitatif) yang meliputi kenyamanan spasial, visual, auditoriul dan termal. Mansia dinyatakan nyaman secara termal ketika ia tidak dapat mengatakan apakah ia menghendaki perubahan suhu udara yang lebih panas atau lebih dingin dalam ruangan tersebut. Selanjtnya standar ASHRAE (1972), menyatakan bahwa kenyamanan termal adalah sebuah kondisi/situasi lingkungan itu dikatakan apabila tidak kurang dari 90% responden yang diukur mengatakan nyaman secara termal (Attar, Hamzah and Rahim, 2014).

Untuk menyelenggarakan aktivitasnya di dalam ruangan agar tetap terlaksana secara baik, manusia memerlukan kondisi fisik tertentu di sekitarnya yang dianggap nyaman. Salah satu persyaratan kondisi fisik yang nyaman adalah suhu nyaman, yaitu satu kondisi termal udara di dalam ruangan yang tidak mengganggu tubuhnya. Suhu ruang yang terlalu rendah akan mengakibatkan kedinginan atau menggil, sehingga kemampuan beraktivitas menurun. Sementara itu, suhu ruang yang tinggi akan mengakibatkan kepanasan dan tubuh berkeringat, sehingga mengganggu aktivitas juga,. Dapat dikatakan kondisi kerja akan menurun atau tidak maksimum pada kondisi udara yang tidak nyaman (Syanjayanta *et al.*, 2017).

Salah satu yang menonjol dari teori Fanger adalah dihasilkannya suatu rumusan bahwa kenyamanan termal merupakan fungsi dari empat faktor iklim/lingkungan (*climatic factors*) yaitu: temperatur udara ($^{\circ}\text{C}$), kelembaban relatif (%), temperatur radian ($^{\circ}\text{C}$), dan pergerakan udara (m/det), serta dua faktor individu yaitu tingkat kegiatan yang dilakukan berkaitan dengan metabolisme tubuh (*met*) dan pakaian yang dikenakan (*clo*), Fanger (1970) menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal adalah:

1. Tahap aktivitas (pengeluaran hawa dalam tubuh).

Tingkat metabolisme menggambarkan panas yang kita hasilkan dalam tubuh kita seperti ketika melakukan aktivitas fisik. Semakin keras pekerjaan fisik yang kita lakukan semakin banyak panas yang dihasilkan, gambar 1. Semakin banyak panas yang dihasilkan, semakin banyak panas yang harus dihilangkan sehingga tidak menjadi kepanasan. Dampak dari tingkat metabolisme pada kenyamanan termal sangat penting.



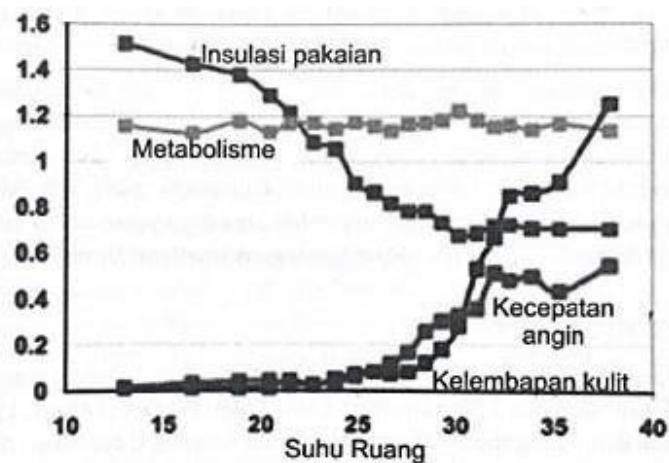
Gambar 1 Berbagai Nilai *Metabolic Rate* pada Berbagai Aktivitas

Metabolic rate juga penting untuk memperhitungkan karakteristik fisik seseorang seperti ukuran dan berat badan, usia tingkat kebugaran dan jenis kelamin seperti pada tabel 1 dan gambar 2. Semuanya dapat berdampak pada perbedaan perasaan masing-masing, meskipun jika faktor-faktor lain seperti suhu, udara, kelembaban, dan kecepatan udara adalah sama.

Tabel 1 Perbandingan Aktivitas dan Energi panas yang dikeluarkan.

Rerata *metabolic rates* untuk laki-laki dewasa (Watt)

Aktivitas	Total	Basal	Muscular	Tenaga yang Digunakan	Panas yang dikeluarkan
Tidur nyenyak	70	70	-	-	70
Duduk santai	115	92	23	-	115
Kerja ringan	150	92	58	18	132
Jalan santai	160	92	68	22	138
Kerja duduk	235	93	142	40	195
Kerja sedang	265	93	172	50	215
Kerja berat (8 jam)	440	94	346	88	352
Kerja berat (30 min)	1500	94	1404	340	1160



Gambar 2 Aspek Kenyamanan Suhu

Hubungan antara aspek pergerakan udara, kelembaban kulit, tingkat metabolisme dan kualitas pakaian dapat saling mempengaruhi untuk tingkat kenyamanan tergantung pada tingkat suhu udara lingkungan. Pada suhu rendah, kenyamanan dapat diperoleh dengan kualitas pakaian clo tinggi, dengan kecepatan angin dan kelembaban sekitar kulit rendah. Sebaliknya, pada suhu ruangan yang relatif tinggi diatas 25°C, tingkat ketutupan pakaian menjadi berkurang dan dibutuhkan pergerakan dan kelembaban kulit yang lebih tinggi. Diatas suhu 30°C, kebutuhan akan udara yang bergerak semakin tinggi, terutama pada ruangan dengan kelembaban udara tinggi seperti pada gambar diatas.

Metabolisme tubuh berpengaruh cukup signifikan terhadap

proses persepsi seseorang terhadap suhu. Tubuh manusia umumnya melakukan pengaturan, akan tetapi masing-masing tubuh memiliki metabolisme yang berbeda dalam beradaptasi terhadap suhu. (Texas, 2009)

2. Rintangan termal daripada pakaian (nilai clo).

Pakaian merupakan salah satu faktor lain dalam mempengaruhi kenyamanan termal. Salah satu cara manusia beradaptasi dengan keadaan termal lingkungan sekitarnya adalah dengan cara berpakaian, misalnya mengenakan pakaian tipis di musim panas dan pakaian tebal di musim dingin. Pakaian juga dapat mengurangi pelepasan panas tubuh. (Arum, 2017)

Hambatan termal pakaian telah diteliti oleh (Givoni, 1976) dan dinyatakan bahwa faktor yang menentukan adalah daya tembus dari kain, kekakuan, dan ketat- longgarnya pakaian. Insulasi pakaian pada umumnya dinyatakan dalam "unit clo" dengan $1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ yang selama ini identik dengan penggunaan satu stel pakaian jas lengkap dengan dasi. Set pakaian ini memungkinkan seseorang dalam kondisi istirahat untuk mendapat kesetimbangan termal pada suhu 21°C dengan ventilasi berkecepatan udara 0.1 m/detik . Jika temperatur lebih tinggi, seseorang akan berkeringat, sedangkan jika terlalu rendah seseorang akan merasa kedinginan.

3. Suhu udara.

Temperatur udara merupakan salah satu faktor yang paling dominan dalam menentukan kenyamanan termal. Satuan yang digunakan untuk temperatur udara adalah Celcius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin. Manusia dikatakan nyaman apabila suhu tubuhnya sekitar 37°C . Temperatur udara antara suatu daerah dengan daerah lainnya sangat berbeda. Hal ini disebabkan adanya beberapa faktor, seperti sudut datang sinar matahari, ketinggian suatu tempat, arah angin, arus laut, awan, dan lamanya penyinaran.

Adapun batas-batas kenyamanan akibat faktor temperatur udara untuk daerah khatulistiwa adalah 19°C TE (batas bawah) – 26°C TE

(batas atas), Lippsmeier, 1997. Pada temperatur 26 °C TE umumnya manusia sudah mulai berkeringat. Pada temperatur 26 °C TE – 30 °C TE daya tahan dan kemampuan kerja manusia mulai menurun. Temperatur lingkungan mulai cukup sulit diterima dirasakan pada suhu 33,5 °C TE– 35,5 °C TE, dan pada suhu 35 °C TE – 36 °C TE kondisi lingkungan tidak dapat ditolerir lagi. Kondisi udara yang tidak nyaman cenderung akan menurunkan tingkat produktifitas seperti halnya terlalu dingin atau terlalu panas, sedangkan produktifitas kerja manusia dapat meningkat pada kondisi suhu (termis) yang nyaman. (Talarosha, 2005)

4. Suhu matahari

Temperatur radiant adalah suhu ruang yang dipengaruhi berbagai sumber panas dalam suatu lingkungan. Radiasi termal adalah panas yang terpancar dari benda yang hangat. Panas radian atau *radiant heat* dapat terjadi jika ada sumber panas dalam suatu lingkungan. Panas radian memiliki pengaruh yang lebih besar pada suhu udara karena berkaitan dengan kehilangan atau mendapatkan panas dari atau ke lingkungan. Kulit manusia dapat menyerap panas hampir sama seperti permukaan hitam, meskipun hal ini dapat dikurangi dengan memakai pakaian yang bersifat reflektif. Contoh sumber panas radian atau *radiant heat* meliputi: matahari, api, kompor listrik, tungku, rol uap, oven, kompor, pengering, permukaan dan mesin panas, logam cair dan lain-lain.

Akumulasi suhu radiasi atau *mean radiant temperature* (MRT) inilah yang justru berdampak cukup pada tingkat suhu ruang. Seperti telah dibahas di atas, pancaran panas dari matahari, bahan bangunan dan peralatan di lingkungan sekitar akan meningkatkan suhu dalam bangunan. Untuk mencegahnya, material harus digunakan dengan tepat atau menggunakan bahan isolasi yang menghambat perambatan panas. Penggunaan material harus diperhatikan sehingga tidak memantulkan dan memancarkan panas yang tidak diinginkan ke dalam bangunan. Bahan pemantul ini adalah bahan-bahan yang berwarna terang sedang yang memancarkan berasal dari bahan baik yang memancar secara

langsung atau dengan penundaan sesuai tingkat *thermal lag* atau kemampuan menyimpan panas masing-masing benda.

5. Kadar kelembaban udara relatif.

Humidity atau kelembapan udara adalah kadar air yang terkandung di udara. Kelembapan relatif (*Relative Humadity*, RH) adalah rasio antara jumlah air yang sebenarnya dari uap air di udara dan jumlah maksimum uap air yang dapat ditahan di udara pada suhu tertentu. (Szokolay, 1980) menjelaskan bahwa kelembapan atmosfer memiliki pengaruh yang kecil pada kenyamanan sensasi panas pada atau sekitar suhu yang nyaman, kecuali kelembapan itu sangat rendah atau sangat tinggi.

Pada wilayah panas kering, rendahnya tingkat kelembapan menyebabkan penguapan yang mudah dan cepat. Kondisi ini dapat dimanfaatkan dengan pendingin evaporatif, yaitu mendinginkan udara dengan cara mengalirkan uap air. Sebaliknya, pada zona tropis tingkat kelembapan yang tinggi dapat menjadikan udara sangat tidak nyaman, meskipun suhu udara tidak tinggi karena uap air sudah jenuh. Kondisi ini sering disalahartikan pada lingkungan hangat-lembab tropis yang dianggap sebagai area dengan tingkat kenyamanan yang rendah karena panas udara, padahal permasalahan kenyamanan terletak pada tingkat kelembapan udara tinggi. Batasan kenyamanan ini seperti yang diuraikan pada dalam dibawah ini.

Suhu tertinggi untuk keseimbangan termal yang dapat dicapai secara efektif dengan teknik pendinginan evaporatif sangat bergantung pada kelembapan relatif. Suhu tertinggi yang dapat ditoleransi untuk berbagai nilai RH adalah 100% RH: 3° C, 50% RH: 38° C, 18% RH: 45 °C dan 0% RH: 52 °C.

Tabel 2 Batasan kenyamanan termal pada rentang suhu dan kelembaban yang berbeda.

Rentang Suhu Nyaman (° C DBT)			
Rerata RH	Suhu Rerata Tahunan		
Tahunan	> 20 C	15 - 20 C	< 15 C

< 30%	26	23	21
30 - 50%	25	22	20
50 - 70%	23	21	19
> 70%	22	20	18

6. Kecepatan angin.

Kecepatan angin atau aliran udara adalah kecepatan Bergeraknya udara dan merupakan faktor penting dalam kenyamanan termal karena orang pada umumnya sensitif terhadap hal tersebut. Udara yang berhenti di dalam ruangan yang secara artifisial dipanaskan dapat menyebabkan orang merasakan pengap. Hal ini juga dapat menyebabkan bau yang tidak diharapkan. Udara yang bergerak meskipun dalam kondisi hangat atau lembab dapat menyebabkan kehilangan panas melalui konveksi tanpa disertai ada perubahan suhu udara ruang ruangan. Peningkatan gerakan udara juga dapat dicapai dengan aktivitas fisik. Peningkatan pergerakan udara dapat melepaskan panas dari kulit dengan dua cara: meningkatkan pengalihan panas secara konvektif dan mempercepat penguapan.

Pergerakan udara berpengaruh terhadap tingkat kenyamanan yang dipengaruhi oleh baik kecepatan ataupun arahnya yang biasanya disajikan dalam set data berupa *wind roses*. Reaksi subjektif rata-rata untuk berbagai kecepatan seperti pada tabel 2.3 di bawah ini.

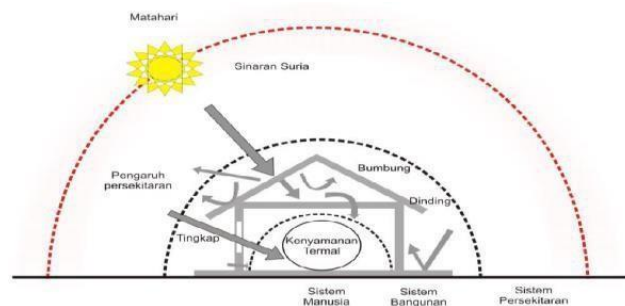
Tabel 3 Pergerakan udara dan pengaruh pada sensasi

Kecepatan Angin (m/det)	Sensasi
Kurang dari 0,25	Tidak terasa
0,25 - 0,50	Menyenangkan
0,50 - 1,00	Terasa Angin
1,00 - 1,50	Hembusan Angin
Lebih dari 1,50	Angin yang mengganggu

Pola arah angin secara umum ditentukan oleh pembagian tekanan atmosfer udara, namun secara khusus dapat ditentukan oleh beberapa faktor seperti waktu siang atau malam (angin laut dan darat) dan ketinggian dari permukaan tanah. *Wind roses* memberikan data kecepatan dan arah sekaligus intensitasnya dengan persentase dari arah mana angin berhembus.

Selain faktor-faktor yang disebutkan di atas, faktor-faktor yang berasal dari bangunan juga mempengaruhi kenyamanan di dalam bangunan. Pada dasarnya, faktor-faktor ini dapat dibagikan kepada tiga sistem, yaitu sistem manusia atau penghuni, sistem bangunan dan sistem alam sekitar. Sistem manusia meliputi aktivitas penghuni di dalam bangunan. Kajian yang berkaitan dengan sistem manusia ini paling banyak dan telah lama dijalankan.

Sistem alam sekitar meliputi keadaan alam yang berada di sekeliling bangunan tersebut. Alam sekitar yang berada di sekeliling bangunan merupakan lingkup persekitaran yang paling luas dan paling besar pengaruhnya terhadap keadaan termal dalaman. Faktor-faktor yang mempengaruhi keadaan di dalam bangunan ini secara umum merangkumi hawa yang dipancarkan oleh dinding, tingkap cermin, selling, lampu dan peralatan. Gambar dibawah ini menunjukkan sistem pendekatan terhadap kajian kenyamanan termal dalam sebuah bangunan.



Gambar 3 Faktor-faktor yang mempengaruhi lingkungan termal dalam bangunan

Teori Fanger, Standar Amerika (ANSI/ASHRAE 55-1992) dan Standar Internasional untuk kenyamanan termal (ISO 7730:1994) juga menyatakan hal yang sama bahwa kenyamanan termal yang dapat dirasakan manusia merupakan fungsi dari faktor iklim serta dua faktor individu yaitu jenis aktifitas yang berkaitan dengan tingkat metabolisme tubuh serta jenis pakaian yang digunakan. Menurut teori ini, kenyamanan suhu tidak secara nyata

dipengaruhi oleh perbedaan jenis kelamin, tingkat kegemukan, faktor usia, suku bangsa, tempat tinggal geografis, adaptasi, faktor kepadatan, faktor warna dan sebagainya.

Tabel 4 Perbandingan faktor penentu suhu nyaman

Pembanding Faktor Penentu Suhu Nyaman, Talarosha (2005) Szokolay	Fanger, Standar Amerika (ANSI/ASHRAE 55-1992), Standar Internasional (ISO 7730:1994)	Humpherys dan Nicol
❖ Iklim <ul style="list-style-type: none"> • Matahari (besarnya radiasi) • Suhu Udara • Angin (kecepatan udara) • Kelembaban Udara Luar 	❖ Iklim <ul style="list-style-type: none"> • Matahari (besarnya radiasi) • Suhu Udara • Angin (kecepatan udara) • Kelembaban Udara Luar 	❖ Iklim <ul style="list-style-type: none"> • Matahari (besarnya radiasi) • Suhu Udara • Angin (kecepatan udara) • Kelembaban Udara Luar)
❖ Faktor Individu <ul style="list-style-type: none"> • Pakaian • Aklimatisasi • Usia dan Jenis kelamin • Tingkat kegemukan • Tingkat kesehatan • Jenis makanan dan minuman yang dikonsumsi • Warna kulit (suku bangsa) 	❖ Faktor Individu <ul style="list-style-type: none"> • Aktifitas • Pakaian 	❖ Faktor Individu <ul style="list-style-type: none"> • Aktifitas • Pakaian • Adaptasi Individu

Manusia adalah makhluk dengan temperatur konstan, dengan temperatur dalam 37°C untuk kondisi normal Egan (1975), meskipun sesungguhnya temperatur dalam mempunyai rentang antara 35–40°C, Szokolay (1975). Temperatur permukaan kulit harus lebih rendah dari temperatur dalam, dan temperatur lingkungan harus lebih rendah dari temperatur kulit, dalam kondisi yang demikian tubuh dapat mengalami proses pendinginan (pelepasan panas).

Ada suatu rentang tertentu dari temperatur lingkungan yang memungkinkan pelepasan panas yang dinilai nyaman yang disebut sebagai *comfort zone* (zona nyaman).

Temperatur udara merupakan faktor utama dalam terciptanya kenyamanan termal, tetapi bukan satu-satunya. Terciptanya kenyamanan termal akan dipengaruhi oleh empat faktor Lippsmeier (1997), yaitu:

1. Temperatur udara
2. Kelembaban udara
3. Pergerakan udara (angin)
4. Radiasi (matahari)

Sedangkan standar kenyamanan termal pada ruang tertutup dipengaruhi oleh:

1. Temperatur udara
2. Kelembaban udara
3. Temperatur radiasi rata-rata dari atap dan dinding
4. Kecepatan gerakan udara
5. Tingkat pencahayaan dan distribusi cahaya pada dinding pandang.

Pada kenyataannya, data temperatur kering yang terbaca pada alat ukur temperatur udara bukanlah kondisi temperatur yang dirasakan oleh tubuh. Kondisi temperatur yang dirasakan oleh tubuh merupakan korelasi dari temperatur udara (temperatur kering), kelembaban relatif (RH), pergerakan udara (angin), dan radiasi. Temperatur yang dirasakan tubuh sebagai perasaan panas dan dingin, oleh Houghten dan Yaglou dirumuskan sebagai temperatur efektif, merupakan hubungan antara temperatur, kelembaban, dan pergerakan udara. Untuk mengetahui temperatur efektif pada suatu saat tertentu, dapat diukur dengan menggunakan *effective temperature nomogram* (diagram temperatur efektif). Satu data lainnya yang harus diketahui dalam diagram temperatur efektif adalah data temperatur khusus (seperti ASMAN dan *Sling thermometer*), bila tidak dapat diukur dengan menggunakan termometer basah, data temperatur lembab dapat dicari dengan menggunakan diagram psikometri, dengan syarat temperatur kering dan kelembaban relatif diketahui.

Untuk mengetahui apakah kondisi lingkungan memberikan kenyamanan termal digunakan suatu tabel yang disebut *bioclimatic chart* (tabel bioklimatik atau diagram *comfort zone*). Pada tabel tersebut dijelaskan hubungan antara temperatur kering, kelembaban relatif, dan pergerakan angin. Dimana pada kondisi yang tertentu akan menyebabkan terciptanya kenyamanan termal. Namun pengukuran yang harus dilakukan untuk mendapatkan iklim ruangan yang baik, terutama tanpa peralatan teknis, belum dapat ditentukan dengan metode-metode ini (Victor Olgyay: “*Design with Climate*” Princeton University Press, Preceton New Jersey USA). Sedikit perubahan dilakukan pada batas-batas daerah kenyamanan. Daerah ini ditetapkan pada diagram yang sesuai dengan kondisi kenyamanan di daerah khatulistiwa.

Sejalan dengan teori Humpreys dan Nicol, Lipsmeier (1994) (Talarosha, 2005) menunjukkan beberapa penelitian yang membuktikan batas kenyamanan (dalam temperatur Efektif/TE) berbeda-beda tergantung kepada lokasi geografis dan subjek manusia (suku bangsa) yang diteliti seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 5 Batas-batas kenyamanan termal

Pengarang	Tempat	Kelompok Manusia	Batas Kenyamanan
ASHRAE	USA Selatan (30° LU)	Peneliti India Malaysia	20,5°C – 24,5°C TE
Rao Webb	Calcutta (22° LU) Singapura Khatulistiwa	Cina Indonesia Eropa	20,5°C – 24,5°C TE 25°C – 27°C TE
Mom Ellis	Jakarta (6° LS) Singapura Khatulistiwa		20°C – 26°C TE 22°C – 27°C TE

2.2 Zona Kenyaman Termal Dalam Bangunan

1. Menurut Webb dalam (Soegijanto, 1999), Zona kenyamanan termal orang Indonesia:
 - a. Sejuk 20,5 °C (TE) sampai 22,8 °C (TE)
 - b. Termal nyaman–optimal 22,8 °C (TE)
 - c. Kenyamanan optimal 26,2 °C (TE)
 - d. Hangat 26° C – 27,1° C (TE)

2. Mom dan Wiesebronn dalam (Soegijanto, 1999) membagi zona kenyamanan termal bagi orang Indonesia atas tiga zona sebagai berikut:
 - a. Sejuk nyaman 20,5° C - 22,8° C (TE)
 - b. Nyaman-optimal 22,8° C – 25,8° C (TE)
 - c. Panas-nyaman 25,8° C – 27,1° C (TE)
3. Standar kenyamanan termal Indonesia SNI T-14-1993-03 (Talarosha, 2009) ada tiga:
 - a. Sejuk nyaman, 20,5 ° C – 22,8° C, kelembaban relatif 50%-80%
 - b. Nyaman optimal 22,8° C – 25,8° C, kelembaban relatif 70%-80%
 - c. Hampir nyaman 25,8° C – 27,1° C, kelembaban relatif 60%-70%

2.3 Pengaruh Unsur Lingkungan dalam Kenyamanan Termal

Studi tentang Urban Heat Island (UHI) dan iklim makro ruang luar memaparkan peranan unsur-unsur lingkungan termal secara skematik sebagai morfologi permukaan atau topografi, properti material permukaan, area hijau (vegetasi), panas antropogenik dan polutan udara (Memon et al., 2008).

Di daerah tropis lembab, pembayangan melalui vegetasi dan morfologi ruang luar merupakan upaya efektif menciptakan kenyamanan termal ruang luar dengan mencegah radiasi langsung (Jihansson et al., 2017) selain efek pembayangan vegetasi juga berperan menurunkan temperatur udara lingkungan melalui proses evapotranspirasi (Wong & Yu, 2005). Sedangkan material permukaan bangunan albedo tinggi mencegah penyimpanan panas material yang akan meningkatkan temperatur udara pada saat panas tersebut dilepaskan (Evola et al., 2017). Keberadaan badan air yang memiliki kapasitas termal yang tinggi, akan mereguasi temperatur udara di sekitarnya serta modulasi aliran angin.

2.4 Penelitian Terdahulu

1. Kenyamanan Termal Ruang Kelas di Sekolah Tingkat SMA Banjar Masin Timur (Aienna, Adyatma and Arisanty, 2016)

Tujuan dalam penelitian ini adalah mengetahui nilai indeks di sekolah tingkat SMA Banjarmasin Timur selama proses belajar

mengajar berlangsung, yaitu selama jam pelajaran ke 1-8 dengan metode PMV dan PPD. Variabel dalam penelitian ini terdiri dari lingkungan fisik, manusia sebagai pengguna ruang dan psikologis. Analisis data dalam penelitian ini adalah menggunakan *Software Center For The Built Environment ASHRAE 55*. Hasil dalam penelitian ini sebagai berikut Nilai PMV pada tiap ruang kelas di sekolah tingkat SMA Banjarmasin Timur berkisar antara 0.01 sampai 3.29 dan nilai PPD pada tiap ruang kelas di sekolah tingkat SMA Banjarmasin Timur berkisar antara 5% sampai 100% sedangkan, tanggapan siswa terhadap kondisi kenyamanan termal berdasarkan aspek psikologis jam pelajaran ke 1-4 merasa nyaman sedangkan jam pelajaran ke 5-6 merasa tidak nyaman dan ada tingkat hubungan tinggi antara indeks kenyamanan termal dengan tanggapan siswa karena pengaruh lingkungan fisik di lingkungan sekitar sekolah sesuai dengan tabel korelasi dari aplikasi SPSS 21 karena pengaruh lingkungan fisik di lingkungan sekitar sekolah.

2. Kenyamanan Termal Gedung Kuliah Bersama Kampus Baru Fakultas Teknik Univeristas Hasanuddin (Baharuddin *et al.*, 2012)

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi kenyamanan termal Gedung Kuliah Bersama Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang berlokasi di Kampus Unhas Gowa. Pada tahap penelitian awal ini, pengumpulan data dilakukan dengan melakukan pengukuran beberapa variabel kenyamanan termal yang meliputi: temperatur, kelembaban udara dan angin.

3. Kenyamanan Termal pada Koridor Kampus Institut Teknologi Bandung dengan Analisis Rayman (Sumaryata, Afriesta and Koerniawan, 2019)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui persepsi dan preferensi kenyamanan termal pada koridor ITB. Analisis pada penelitian ini menggunakan analisis distribusi dan analisis menggunakan alat pengukuran Rayman model untuk mendapatkan PET, PMV, SET*, dan SVF. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa

kenyamanan termal dipengaruhi oleh metabolisme tubuh laki-laki dan perempuan, jenis kegiatan yang dilakukan, serta pakaian yang dipakai.

4. Pengaruh Karakteristik Ventilasi dan Lingkungan terhadap Tingkat Kenyamanan Termal Ruang Kelas SMPN 1 di Jakarta Selatan (Razak, 2015)

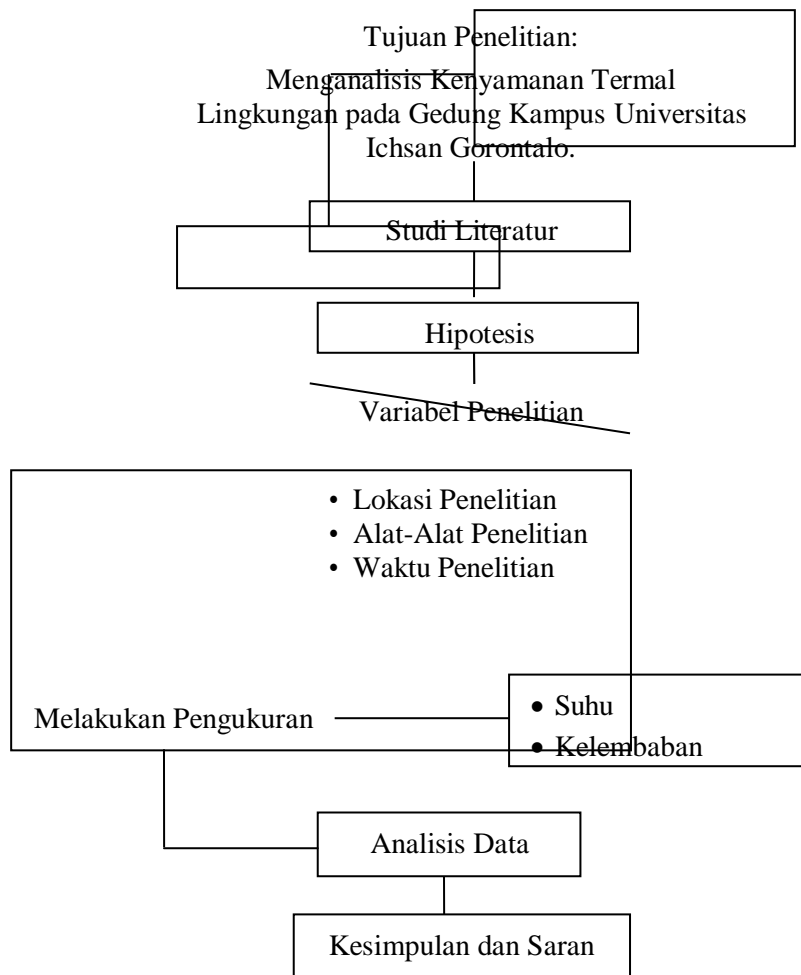
Penelitian ini dilakukan di sekolah-sekolah negeri tingkat menengah pertama (SMPN) di Daerah Jakarta Selatan. Penelitian dilakukan dengan mengukur suhu, kelembaban udara, dan kecepatan angin di dalam ruangan untuk mendapatkan nilai temperatur efektif yang menjadi parameter kenyamanan termal. Tidak ketinggalan adalah, bentuk dan ukuran ventilasi yang ada di ruangan tersebut. Hasil penelitian ini menunjukkan aspek ventilasi yang paling mempengaruhi kenyamanan termal.

5. Analisis Kenyamanan Termal Ruang Kuliah, Universitas Ma Chung (Hadi *et al.*, 2020)

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan kenyamanan termal pada pengguna ruang dengan mengukur suhu, kelembaban dan kecepatan angin sebelum dan sesudah rekayasa fasilitas antariksa menggunakan SNI 6390:2011 untuk suhu dan kelembaban serta standar MENKES No.261/ MENKES/SK/11/1998 untuk kecepatan angin. Selain itu, penelitian ini juga dilakukan dengan memperhatikan terhadap masalah lingkungan, khususnya pemanfaatan energi, sehingga nantinya diperoleh penjadwalan penggunaan AC serta efisiensi penggunaan energi listrik setelah rekayasa fasilitas ruang angkasa.

Dari penelitian diatas diambil untuk dijadikan penulis sebagai acuan atau rujukan dalam melakukan penelitian untuk menganalisis kenyamanan termal lingkungan pada gedung kampus Universitas Ichsan Gorontalo.

2.5 Kerangka Pikir



Bagan 1 Kerangka Pikir

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif. Metode ini digunakan untuk memperoleh data dengan mencari studi literatur yang berkaitan dengan penelitian, observasi lapangan, Melakukan pengukuran (suhu udara dan kelembaban) serta menanyakan keyakinan juga pendapat kepada responden melalui pertanyaan tertulis.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yaitu Kampus Universitas Ichsan Gorontalo, terletak di Jl. Drs. Achmad Nadjamuddin No. 10, Kelurahan Dulalowo Selatan, Kec. Kota Tengah Kota Gorontalo.



Gambar 4 Lokasi gedung kampus Ichan Gorontalo

3.3 Waktu dan Objek Penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada hari senin sampai dengan hari sabtu dimulai pukul 08.00-15.00 Wita. Objek penelitian dilakukan di dalam ruang kuliah kampus Universitas Ichsan Gorontalo.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

1. Observasi

Observasi merupakan suatu proses yang kompleks yang tersusun dari beberapa biologis dan psikologis. Dua diantaranya yang terpenting adalah proses pengamatan dan ingatan (Sutrisno Hadi dalam Sugiyono, 2011).

2. Pengukuran termal

Pengukuran dilakukan pada ruang-ruang yang dijadikan penelitian. Untuk mengukur iklim mikro yang akurat, alat diletakan $\pm 1,00$ meter di atas permukaan tanah dikarenakan iklim mikro merupakan iklim di lapisan udara dekat dengan permukaan bumi dengan tinggi $\pm 2,00$ meter (Bunyamin. Z & Aqil, 2010). Alat tersebut kemudian didiamkan hingga suhu udara dan kelembaban udara yang tertera pada alat tidak naik atau turun lagi atau pada saat sudah ada kestabilan suhu udara. Dalam hal kecepatan angin dan radiasi, hasil pengukuran yang dicatat adalah rata-rata hasil pengukuran selama beberapa detik. Hasil yang kemudian didapat adalah suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin dan radiasi untuk masing-masing jamnya. Pengukuran termal dilakukan hanya pada saat cuaca cerah.

Pada penelitian ini menggunakan satu titik pengukuran dalam ruangan di lantai satu dan lantai tiga ruang perkuliahan dengan ketinggian 30 cm dari permukaan lantai dan melakukan pengukuran pada pukul 08.00-15.00 Wita. Penentuan titik pengukuran dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

a. Denah Kampus Universitas Ichnan Gorontalo

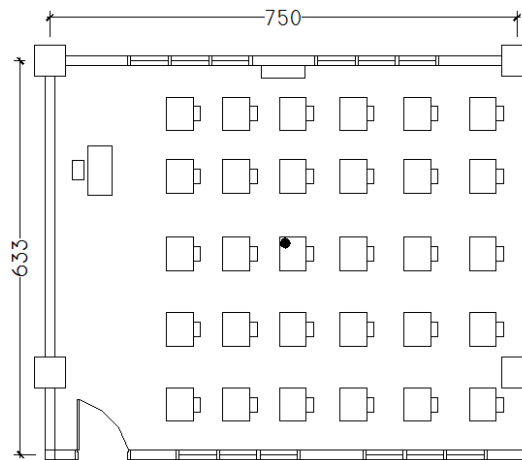


Gambar 5 Denah lantai satu dan lantai tiga

Objek penelitian yang dipilih adalah ruang kuliah C.14, ruang kuliah A1 dan ruang studio Arsitektur yang terletak pada lantai satu dan tiga. Pemilihan objek penelitian tersebut didasarkan pada karakteristik ruangan yang berbeda sehingga menarik untuk diteliti terkait kenyamanan termal.

Ruang kuliah C.14 dan A1 memiliki karakteristik yang berbeda dan memiliki ukuran yang relatif kecil dibandingkan dengan ruang studio Arsitektur. Ruangan-ruangan tersebut memiliki bahan material yang berbeda, ruang kuliah C.14 dan ruang studio Arsitektur, salah satu dindingnya berbahan material kaca dan ruang kuliah A1 seluruh dindingnya bermaterial batu bata.

b. Ruang Kuliah



Gambar 6 Titik Pengukuran dalam Ruang Kuliah

Gambar diatas merupakan contoh penempatan alat ukur, mewakili ruangan-ruangan lain untuk perletakan titik ukur yang akan diletakan alat ukur pada setiap ruangan yang diteliti.

3. Skala Angket (Kuesioner)

Kuisisioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberikan seperangkat pernyataan yang tertulis kepada responden untuk dijawab. Kuisisioner yang digunakan oleh peneliti sebagai instrumen penelitian, metode yang digunakan dengan kuisisioner tertutup. Instrumen kuisisioner harus diukur validitas dan realibilitas. Instrumen yang valid berarti instrumen tersebut dapat dipergunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur, sedangkan instrumen realibilitas adalah instrumen yang apabila digunakan beberapa kali untuk mengukur objek yang sama akan menghasilkan data yang sama pula.

3.5 Teknik Analisis Data

Metode analisis data merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengolah hasil penelitian guna memperoleh kesimpulan. Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kuantitatif deskriptif dengan alat analisis berupa uji statistik. Teknik analisis regresi juga dipakai untuk menganalisis pengaruh lingkungan terhadap lingkungan termal dalam gedung kampus Univeristas Ichsan Gorontalo.\

3.6 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan untuk membantu penelitian ini dalam mengumpulkan, memeriksa, mengolah dan menyajikan data-data secara sistematis dan objektif dengan tujuan untuk memecahkan suatu masalah yaitu:

1. Meteran

Meteran berfungsi sebagai alat ukur untuk mengukur jarak, panjang dan tinggi.



Gambar 7 Meteran

2. Alat Ukur Termal.

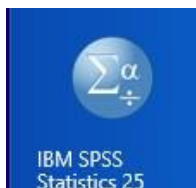
Temperature & Humidity data logger adalah sebuah alat untuk mengukur suhu udara dan kelembaban udara, baik di ruang tertutup maupun di luar ruangan.



Gambar 8 *Temperature & Humidity data logger*

3. Laptop digunakan untuk menganalisis dan menguji data yang didapatkan dari hasil pengukuran maupun kusioner dengan menggunakan software.

4. *Software IBM SPSS Statistik 25* digunakan untuk melakukan analisis statistik dari data yang diperoleh pada saat penelitian.



Gambar 9 Software IBM SPSS

5. Kamera *smart phone* digunakan untuk mengambil gambar atau mendokumentasikan objek berupa kondisi lapangan yang sedang diteliti.
6. Alat tulis merupakan alat bantu yang digunakan dalam mengumpulkan data dilapangan untuk dimasukan ke dalam laptop untuk diolah menggunakan *software*.

3.7 Populasi dan Sampling

1. Populasi

Populasi adalah suatu wilayah generalisasi yang terdiri atas objek/subjek yang mempunyai kuantitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulan (Sugiono, 2019). Populasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa Universitas Ichsan Gorontalo yang masih aktif berkuliah. Adapun jumlah populasi pada penelitian ini adalah seluruh mahasiswa yang melakukan kegiatan perkuliahan atau sering menggunakan tempat ruangan yang dijadikan sebagai objek penelitian.

2. Sampling

Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut (Sugiono, 2019). Prosedur pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *non-probabilitay* sampling dengan teknik *consecutive* sampling. Teknik *consecutive* sampling yang dimana pemilihan sampel dilakukan dengan memilih semua individu yang ditemui dan memenuhi kriteria pemilihan sampai jumlah sampel yang diinginkan terpenuhi (Dharma, 2017). Pertimbangan untuk sampel dalam penelitian ini adalah responden dengan kriteria inklusi dan eksklusi.

a. Kriteria Inklusi

Kriteria inklusi adalah syarat umum yang harus dipenuhi responden untuk dapat diikuti dalam proses penelitian (Sastroasmoro & Ismael, 2014). Adapun ktireria inklusi penelitian ini adalah:

- 1). Seluruh mahasiswa yang melakukan kegiatan perkuliahan atau sering menggunakan tiga ruangan yang dijadikan sebagai objek penelitian.

b. Kriteria Eksklusi

Kriteria eksklusi adalah syarat yang menyebabkan responden yang masuk dalam kriteria inklusi tidak dapat diikuti sertakan dalam proses penelitian (Sastroasmoro & Ismael, 2014). Criteria eksklusi dalam penelitian ini yaitu:

- 1) Mahasiswa Universitas Ichsan Gorontalo yang mengambil cuti akademik atau telah di *Drop Out* (DO).
- 2) Mahasiswa yang tidak mengisi kuisioner secara lengkap.
- 3) Mahasiswa yang tidak melakukan kegiatan perkuliahan tau tidak menggunakan ruangan.

3.8 Jenis dan Sumber Data

1. Data primer adalah data yang diperoleh peneliti secara langsung dari nara sumber dengan melakukan wawancara dan pengisian kuisioner. Kuisioner tersebut dibuat dengan menggunakan skala *likert*.
2. Data sekunder adalah data yang diperoleh peneliti dari sumber yang sudah ada berupa buku, jurnal penelitian, artikel, yang didapat dari website yang berkaitan dengan penelitian.

3.9 Teknik Keabsahan Data

Sustan Stainback (1988) menyatakan bahwa penelitian kuantitatif lebih menekankan pada aspek realibilitas, sedangkan penelitian kuantitatif lebih pada aspek validitas. Dalam penelitian kuantitatif, untuk mendapatkan data yang valid dan reliabel yang diuji validitas dan realibilitasnya adalah instrumen penelitiannya.

Uji keabsahan data dilakukan agar dapat diperoleh data yang benar-benar valid atau tepat. Adapun teknik keabsahan data sebagai berikut:

1. Melakukan uji validitas dan uji realibilitas yang bertujuan untuk mengetahui seberapa valid angket dan kuisioner.

a. Uji validitas

Validates adalah derajat ketetapan antara data yang sesungguhnya terjadi pada objek dengan data yang dikumpulkan oleh peneliti, (Sugiono, 2017). Untuk mencari validitas sebuah item maka, kolom yang dilihat yaitu kolom *corrrected item-Total Correlation* pada tabel item-tatal statistic hasil pengolahan data dengan menggunakan *Statistical Program For Sosial Science* (SPSS). Kriteria penilaian uji

validitas adalah sebagai berikut:

- 1) Apabila $r_{hitung} > r_{tabel}$, maka item kuisioner tersebut valid.
- 2) Apabila $r_{hitung} < r_{tabel}$, maka item kuisioner tersebut dikatakan tidak valid.

b. Uji reliabilitas

Uji reliabilitas adalah sejauh mana hasil pengukuran dengan menggunakan objek yang sama, akan menghasilkan data yang sama (Sugiono, 2017). Suatu kuisioner dikatakan reliabel atau handal jika jawaban seseorang terhadap pernyataan konsisten atau stabil dari waktu ke waktu. Alat untuk mengukur reliabilitas adalah *Cronbach Alpha*.

Hasil $> 0,60$ = reliabel atau konsisten.

Hasil $< 0,60$ = tidak reliabel atau tidak konsisten.

2. Bahan referensi adalah adanya pendukung untuk membuktikan data yang ditemukan oleh peneliti.
3. Dokumentasi eksisting sangat diperlukan dalam penelitian.

3.10 Definisi Operasional

1. Kenyamanan termal lingkungan

Dalam penelitian ini, kenyamanan termal lingkungan mengacu pada persepsi subjektif pengguna gedung kampus Universitas Ichsan Gorontalo terhadap kondisi termal di dalam ruangan. Hal ini mencakup persepsi mereka terhadap suhu udaram kelembaban udara dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi tingkat kenyamanan saat berada di dalam gedung.

2. Pengukuran kenyamanan termal

Pengukuran kenyamanan termal dilakukan melalui kuesioner berbasis survey yang mengajukan pertanyaan mengenai preferensi dan persepsi pengguna terkait suhu udara, kelembaban serta kenyamanan secara keseluruhan. Pengukuran juga dapat melibatkan pemantauan suhu udara dan kelembaban dalam ruangan serta catatan waktu berdasarkan jadwal penggunaan ruang.

3. Rentang suhu dan kelembaban yang dikaji

Dalam penelitian ini, aspek kenyamanan termal lingkungan mencakup

rentang suhu udara yang melibatkan kisaran $25,8^{\circ}\text{C}$ hingga $27,1^{\circ}\text{C}$ dan rentang kelembaban relatif 60% hingga 70%, sesuai dengan standar kenyamanan termal Indonesia (SNI).

4. Pengaruh variabel lain

Selain suhu dan kelembaban, variabel lain seperti aktivitas yang dilakukan di dalam ruangan, pakaian yang dikenakan dan durasi tinggal dalam ruangan juga dapat mempengaruhi persepsi kenyamanan termal. Variabel ini akan diidentifikasi dan dianalisis dalam konteks penelitian.

3.11 Parameter

1. Variabel terikat

a. Suhu udara

Rentang suhu udara yang mencakup kondisi kenyamanan termal di dalam gedung kampus. Parameter ini melibatkan suhu udara yang diukur dalam derajat celcius ($^{\circ}\text{C}$) dan berkisar antara $25,8^{\circ}\text{C}$ hingga $27,1^{\circ}\text{C}$ sesuai dengan standar kenyamanan termal Indonesia (SNI).

b. Kelembaban relatif

Rentang kelembaban udara yang mendukung kenyamanan termal. Parameter ini diukur dalam presentase (%) dan berada dalam rentang 60% hingga 70%, sesuai dengan standar kenyamanan termal SNI.

c. Skala penilaian kenyamanan

Skala penilaian yang digunakan oleh responden untuk menyatakan tingkat kenyamanan mereka terhadap kondisi termal di dalam ruangan.

2. Variabel independen

a. Jenis aktivitas

Aktivitas yang dilakukan di dalam ruangan, seperti duduk, berdiri, berjalan dan sebagainya, dapat mempengaruhi perasaan kenyamanan termal.

b. Pakaian yang dikenakan

Variabel ini mencakup jenis pakaian yang dikenakan oleh penghuni ruangan, seperti lengan panjang, lengan pendek, celana panjang atau celana pendek.

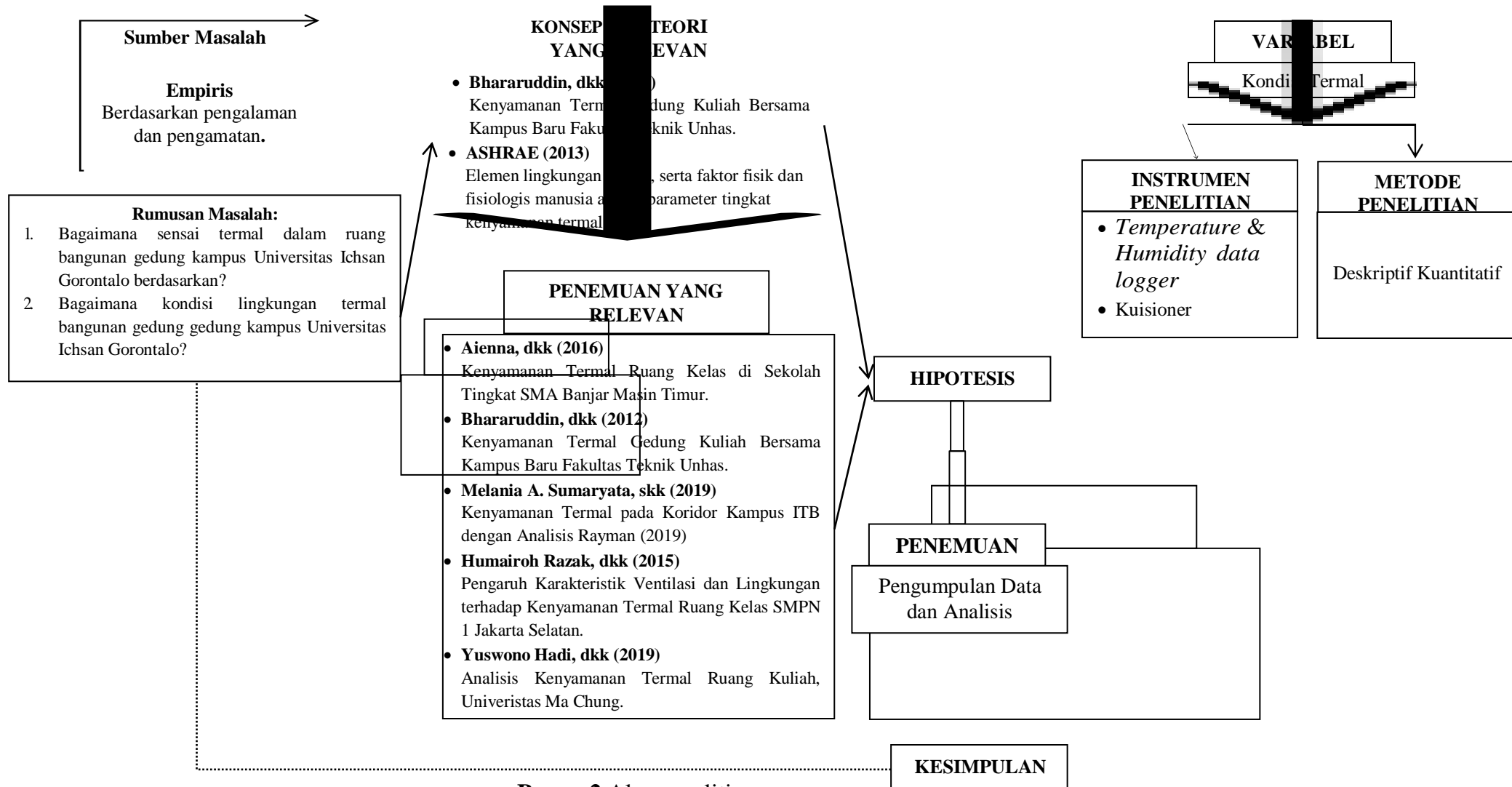
c. Umur dan jenis kelamin

Faktor demografis seperti i=umur dan jenis kelamin dapat mempengaruhi sensitivitas individu terhadap perubahan suhu dan kenyamanan termal.

d. Durasi tinggal dalam ruangan

Lama waktu yang dihabiskan oleh pengguna dalam ruangan mempengaruhi persepsi kenyamanan termal. Variabel ini dapat diukur dalam jam atau menit.

3.12 Alur Penelitian



Bagan 2 Alur penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Universitas Ichsan Gorontalo merupakan salah satu perguruan tinggi swasta yang ada di Gorontalo, perguruan tinggi tersebut berdiri pada tahun 2001. Universitas Ichsan Gorontalo terletak di Jl. Drs. Ahmad Nadjamudin No. 10, Kel. Dulalowo Selatan, Kec. Kota Tengah, Kota Gorontalo. Perguruan tinggi ini memiliki enam fakultas yaitu Fakultas Ekonomi, Fakultas Ilmu Komputer, Fakultas Hukum, Fakultas Pertanian, Fakultas Ilmu Sosial dan Politik, dan Fakultas Teknik.

Dalam lokasi penelitian tersebut yang dijadikan ruangan sampel yang terletak pada lantai satu yaitu ruang kuliah C 14 Fakultas Ekonomi jurusan Manajemen, ruang kuliah A1 Fakultas Ilmu Sosial dan Politik jurusan Ilmu Komunikasi, pada lantai tiga ruang Studio Arsitektur Fakultas Teknik. Kriteria pengambilan sampel oleh peneliti yaitu berdasarkan bahan material dinding dan perbedaan elevasi ketinggian bangunan yaitu ruangan yang berada pada lantai satu dan lantai tiga, dimana pada ruangan-ruangan tersebut peneliti mengukur suhu dan kelembaban.

4.2 Uji Validitas dan Reabilitas

Berdasarkan data hasil penelitian pada 170 responden, dengan menggubakan SPSS, untuk menguji validitas dan realibilitas, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

q1	Pearson Correlation	1	,189	1,000*	,864*	,864*	,189	1,000*	1,000*	,189	1,000*	1,000*	1,000*	,281*	,971*
	Sig. (2-tailed)		,013	,000	,000	,000	,013	,000	,000	,013	,000	,000	,000	,000	,000
	N	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
q2	Pearson Correlation	,189*	1	,189*	-.011	-.011	1,000*	,189*	,189*	1,000*	,189*	,189*	,189*	,155*	,384*
	Sig. (2-tailed)	,013		,013	,883	,883	,000	,013	,013	,000	,013	,013	,013	,044	,000
	N	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
q3	Pearson Correlation	1,000*	,189*	1	,864*	,864*	,189*	1,000*	1,000*	,189*	1,000*	1,000*	1,000*	,281*	,971*
	Sig. (2-tailed)	,000	,013		,000	,000	,013	,000	,000	,013	,000	,000	,000	,000	,000
	N	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
q4	Pearson Correlation	,864*	-.011	,864*	1	1,000*	-.011	,864*	,864*	-.011	,864*	,864*	,864*	,204*	,846*
	Sig. (2-tailed)	,000	,883	,000	,000	,000	,883	,000	,000	,883	,000	,000	,000	,008	,000
	N	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
q5	Pearson Correlation	,864*	-.011	,864*	1,000*	1	-.011	,864*	,864*	-.011	,864*	,864*	,864*	,204*	,846*
	Sig. (2-tailed)	,000	,883	,000	,000	,000	,883	,000	,000	,883	,000	,000	,000	,008	,000
	N	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
q6	Pearson Correlation	,189*	1,000*	,189*	-.011	-.011	1	,189*	,189*	1,000*	,189*	,189*	,189*	,155*	,384*
	Sig. (2-tailed)	,013	,000	,013	,883	,883		,013	,013	,000	,013	,013	,013	,044	,000
	N	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
q7	Pearson Correlation	1,000*	,189*	1,000*	,864*	,864*	,189*	1	1,000*	,189*	1,000*	1,000*	1,000*	,281*	,971*
	Sig. (2-tailed)	,000	,013	,000	,000	,000	,013		,000	,013	,000	,000	,000	,000	,000
	N	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
q8	Pearson Correlation	1,000*	,189*	1,000*	,864*	,864*	,189*	1,000*	1	,189*	1,000*	1,000*	1,000*	,281*	,971*
	Sig. (2-tailed)	,000	,013	,000	,000	,000	,013	,000		,013	,000	,000	,000	,000	,000
	N	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
q9	Pearson Correlation	,189*	1,000*	,189*	-.011	-.011	1,000*	,189*	,189*	1	,189*	,189*	,189*	,155*	,384*
	Sig. (2-tailed)	,013	,000	,013	,883	,883	,000	,013	,013		,013	,013	,013	,044	,000
	N	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
q10	Pearson Correlation	1,000*	,189*	1,000*	,864*	,864*	,189*	1,000*	1,000*	,189*	1	1,000*	1,000*	,281*	,971*
	Sig. (2-tailed)	,000	,013	,000	,000	,000	,013	,000	,000	,013		,000	,000	,000	,000
	N	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
q11	Pearson Correlation	1,000*	,189*	1,000*	,864*	,864*	,189*	1,000*	1,000*	,189*	1,000*	1	1,000*	,281*	,971*
	Sig. (2-tailed)	,000	,013	,000	,000	,000	,013	,000	,000	,013	,000		,000	,000	,000
	N	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
q12	Pearson Correlation	1,000*	,189*	1,000*	,864*	,864*	,189*	1,000*	1,000*	,189*	1,000*	1,000*	1	,281*	,971*
	Sig. (2-tailed)	,000	,013	,000	,000	,000	,013	,000	,000	,013	,000	,000		,000	,000
	N	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
q13	Pearson Correlation	,281*	,155*	,281*	,204*	,204*	,155*	,281*	,281*	,155*	,281*	,281*	,281*	1	,367*
	Sig. (2-tailed)	,000	,044	,000	,008	,008	,044	,000	,000	,044	,000	,000	,000		,000
	N	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
total	Pearson Correlation	,971*	,384*	,971*	,846*	,846*	,384*	,971*	,971*	,384*	,971*	,971*	,971*	,367*	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000

Gambar 10 Hasil Uji Statistik

Dalam uji validitas diperlukan r hitung dan r tabel, dimana r hitung harus lebih dari r tabel untuk menemukan dan menentukan apakah data tersebut valid atau tidak dengan nilai signifikansi yang digunakan sebesar 5%. Dengan N =170 responden, ditemukan r tabel sebesar 0.149, dapat dilihat dari gambar 65, ditunjukkan bahwa setiap pertanyaan memiliki nilai r hitung >0.149 sehingga data pada penelitian ini dinyatakan valid. Selain itu, penelitian ini juga menguji realibilitas data dengan hasil sebagai berikut:

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
,775	14

Gambar 11 Nilai Reabilitas Data

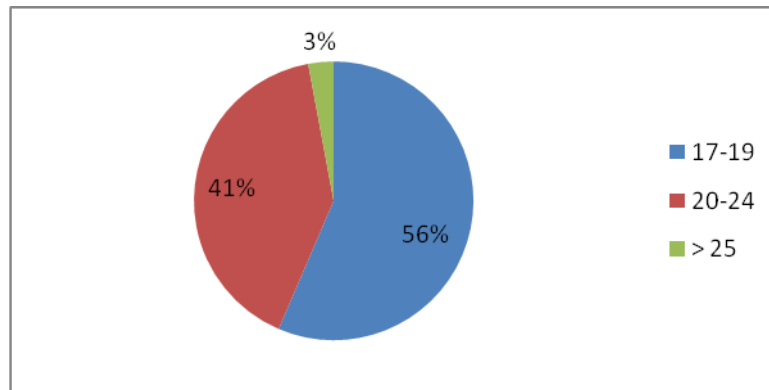
Dalam menguji reabilitas, diperlukan r hitung dan r tabel. Dimana r hitung lebih besar dari r tabel untuk menemukan dan menetapkan apakah data tersebut reliabel atau tidak dengan nilai signifikasnsi yaitu sebesar 5%. Dengan N = 170. Ditemukan nilai tabel sebesar 0.149. Seperti yang terlihat pada gambar 65, nilai r hitung yang terdapat pada *Cronbach's Alpha* sebesar 0.775 > 0.149 sehingga data pada penelitian ini dapat dikatakan reliabel.

4.3 Sensasi Termal dalam Bangunan

1. Karakteristik Responden

Karakteristik respon dalam penelitian ini terdiri dari usia, jenis kelamin, lama adaptasi, pengguna ruang, dan jenis pakaian yakni sebagai berikut:

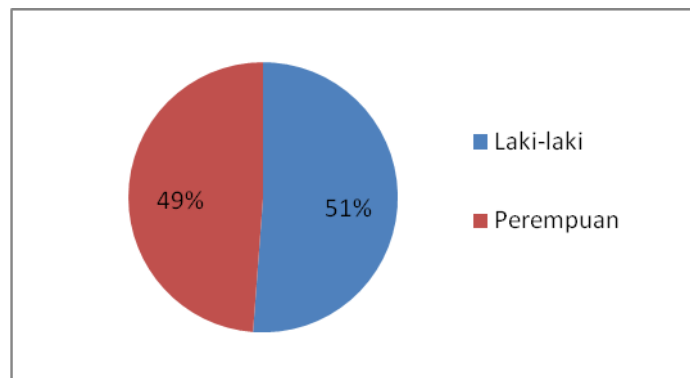
a. Usia



Gambar 12 Karakteristik responden berdasarkan usia

Berdasarkan hasil statistik pada tabel diatas menunjukkan bahwa distribusi frekuensi usia responden sebagai berikut. Dari 170 responden terlihat bahwa 56% (96 orang) responden berusia 17-19 tahun, 41% (69 orang) berusia 20-24 tahun, dan 3% (5 orang) berusia >25 tahun.

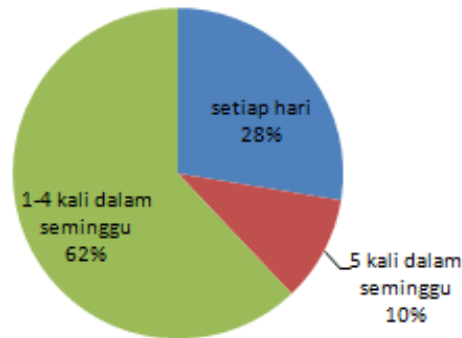
b. Jenis kelamin



Gambar 13 Karakteristik responden berdasarkan jenis kelamin

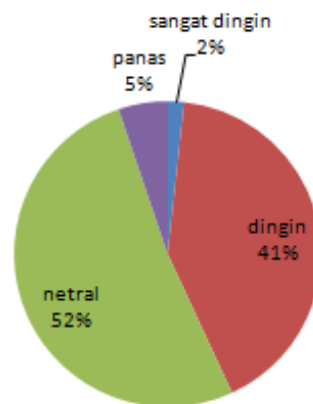
Berdasarkan hasil statistik pada tabel diatas menunjukkan bahwa 51% (87 orang) adalah responden laki-laki dan 49% (83 orang) adalah responden perempuan.

2. Karakteristik Termal Responden
 - a. Thermostat 16°C



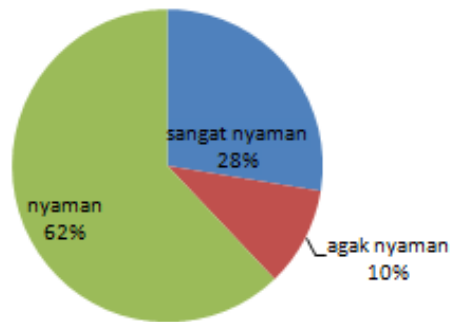
Gambar 14 Sensasi termal responden pertanyaan satu

Gambar 14 menunjukkan bahwa sebanyak 28% responden menggunakan ruang perkuliahan setiap harinya, untuk penggunaan 5 kali dalam seminggu sebanyak 10% responden dan yang menggunakan ruang perkuliahan 1-4 kali dalam seminggu sebanyak 62% responden.



Gambar 15 Sensasi termal responden pertanyaan dua

Berdasarkan data statistik yang tercatat pada gambar 15, terlihat bahwa sebanyak 2% responden merasakan sensasi suhu dalam ruangan sangat dingin, 41% responden merasakan sensasi dingin terhadap suhu dalam ruangan, sebanyak 52% responden merasa sensasi netral, dan 5% responden merasa panas.



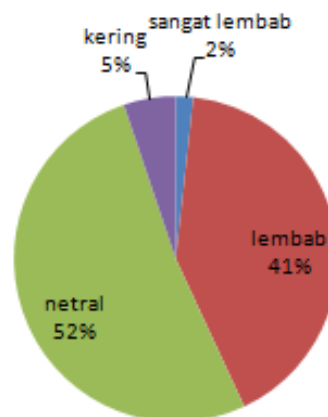
Gambar 16 Sensasi termal responden pertanyaan tiga

Gambar 16 menunjukkan bahwa sekitar 28% responden merasa sangat nyaman ketika berada dalam ruang perkuliahan, 10% responden merasa agak nyaman dan sebanyak 62% responden merasa nyaman dalam ruang perkuliahan.



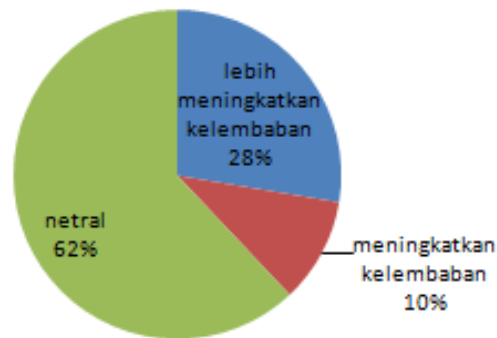
Gambar 17 Sensasi termal responden pertanyaan empat

Dari data statistik yang tertera dalam gambar 17, terlihat bahwa sekitar 28% responden menginginkan perubahan suhu perlu agak dingin, 10% responden memilih untuk tetap saja dan sebanyak 62% responden menginginkan perubahan suhu untuk perlu agak panas.



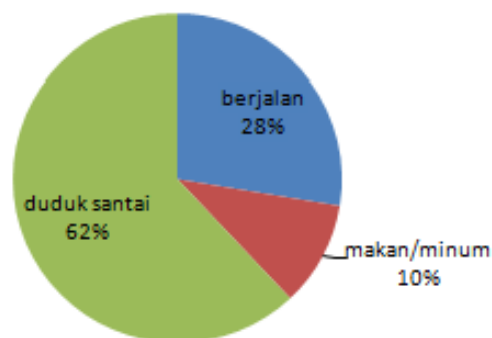
Gambar 18 Sensasi termal responden pertanyaan lima

Gambar 18 menunjukkan bahwa, sekitar 2% responden berpendapat bahwa kelembaban udara dalam ruangan sangat lembab, 41% responden memberikan pendapat lembab dalam ruang perkuliahan, sebanyak 52% responden memilih netral terhadap kelembaban udara dalam ruangan, dan 5% responden berpendapat kering terkait kelembaban dalam udara ruangan.



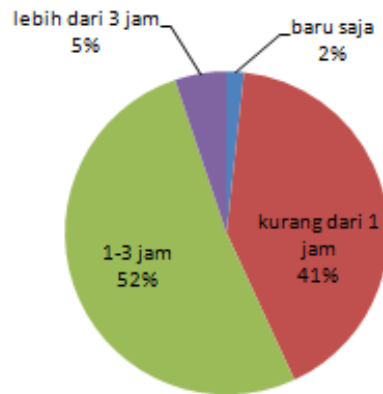
Gambar 19 Sensasi termal responden pertanyaan enam

Dari data statistik pada gambar 19 menunjukkan bahwa, sebanyak 28% responden menginginkan untuk lebih meningkatkan kelembaban udara dalam ruangan, 10% responden menginginkan untuk meningkatkan kelembaban dan sebanyak 62% memilih netral.



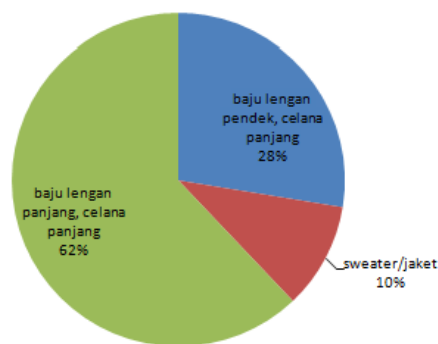
Gambar 20 Sensasi termal responden pertanyaan tujuh

Gambar 20 menunjukkan aktivitas yang dilakukan 30 menit sebelumnya, terlihat sebanyak 62% responden telah melakukan aktivitas duduk santai dalam 30 menit sebelumnya, 10% responden melakukan aktivitas makan/minum dan sekitar 28% menjawab melakukan aktivitas berjalan.



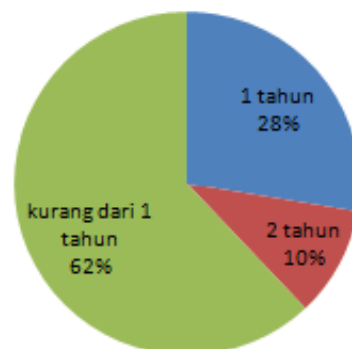
Gambar 21 Sensasi termal responden pertanyaan delapan

Gambar 21 menunjukkan waktu responden berada dalam ruangan, sebanyak 52% responden menghabiskan waktu paling lama dalam ruangan selama 1-3 jam, 5% responden menghabiskan waktu lebih dari 3 jam, sekitar 41% responden berada dalam ruangan kurang dari 1 jam dan sekitar 2% responden baru saja memasuki ruangan.



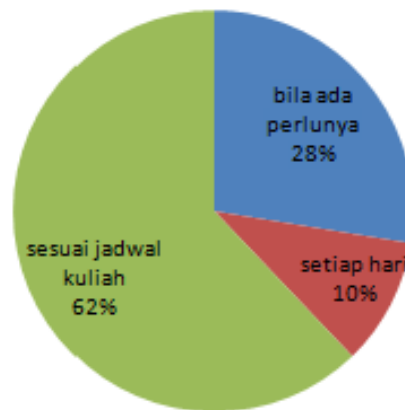
Gambar 22 Sensasi termal responden pertanyaan sembilan

Gambar 22 menunjukkan jenis pakaian yang digunakan responden. Sekitar 62% responden mengenakan pakaian lengan panjang dan celana panjang, 28% responden mengenakan pakaian lengan pendek dan celana panjang dan sebanyak 10% responden memakai sweater/jaket.



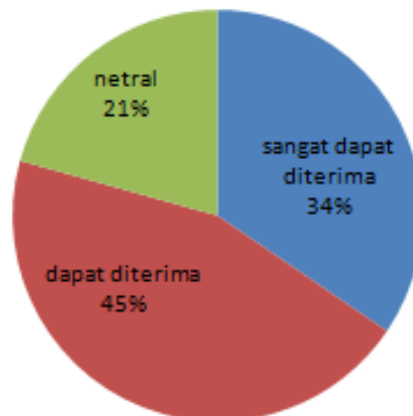
Gambar 23 Sensasi termal responden pertanyaan sepuluh

Gambar 23 menunjukkan lama adaptasi responden, terlihat bahwa sebanyak 62% responden menjawab bahwa mereka telah berkuliah di Universitas Ichsan Gorontalo selama kurang dari 1 tahun, 28% responden menjawab bahwa mereka telah berkuliah selama 1 tahun dan sekitar 10% responden menjawab bahwa mereka telah berkuliah selama 2 tahun.



Gambar 24 Sensasi termal responden pertanyaan sebelas

Gambar 24 menunjukkan seberapa sering responden datang ke kampus. Terlihat bahwa sekitar 62% responden menjawab bahwa mereka datang ke kampus sesuai dengan jadwal kuliah, 10% responden menjawab bahwa mereka datang ke kampus setiap hari dan 28% responden menjawab bahwa mereka datang ke kampus hanya jika ada keperluan.



Gambar 25 Sensasi termal responden pertanyaan dua belas

Gambar 25 menunjukkan penilaian keseluruhan terhadap suhu dalam ruangan. Sebanyak 45% responden merespon bahwa kondisinya dapat

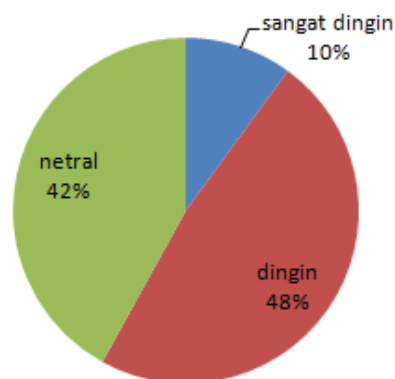
diterima, 21% responden menyatakan sikap netral dan sekitar 34% responden menyatakan kondisinya sangat dapat diterima.

b. Thermostat 22°C



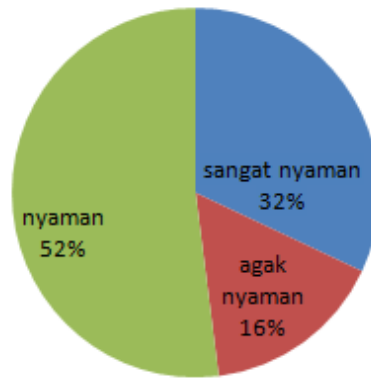
Gambar 26 Sensasi termal responden pertanyaan satu

Gambar 26 menunjukkan terlihat bahwa sebanyak 32% responden menggunakan ruang perkuliahan setiap harinya, untuk penggunaan 5 kali dalam seminggu sebanyak 16% responden dan yang menggunakan ruang perkuliahan 1-4 kali dalam seminggu sebanyak 52% responden.



Gambar 27 Sensasi termal responden pertanyaan dua

Berdasarkan data statistik yang tercatat pada gambar 27, terlihat bahwa sebanyak 10% responden merasakan sensasi suhu dalam ruangan sangat dingin, 48% responden merasakan sensasi dingin terhadap suhu dalam ruangan dan sebanyak 42% responden merasa sensasi netral.



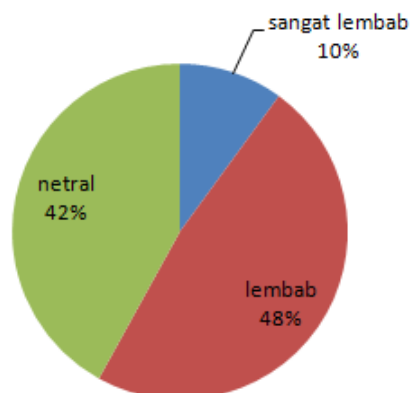
Gambar 28 Sensasi termal responden pertanyaan tiga

Gambar 28 menunjukkan bahwa sekitar 32% responden merasa sangat nyaman ketika berada dalam ruang perkuliahan, 16% responden merasa agak nyaman dan sebanyak 52% responden merasa nyaman dalam ruang perkuliahan.



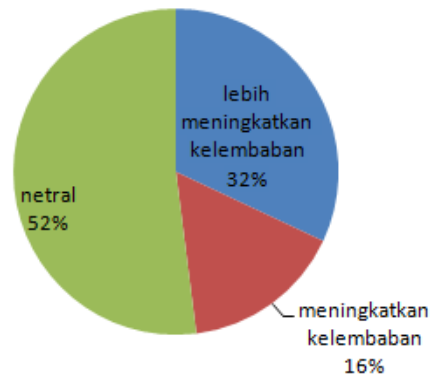
Gambar 29 Sensasi termal responden pertanyaan empat

Dari data statistik yang tertera dalam gambar 29, terlihat bahwa sekitar 32% responden menginginkan perubahan suhu perlu agak dingin, 16% responden memilih untuk tetap saja dan sebanyak 52% responden menginginkan perubahan suhu untuk perlu agak panas.



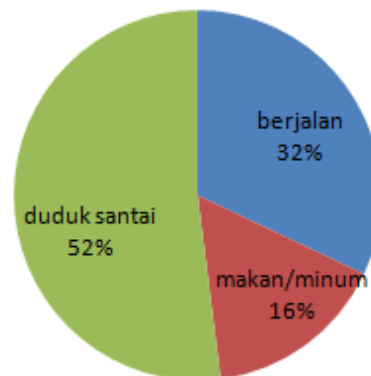
Gambar 30 Sensasi termal responden pertanyaan lima

Gambar 30 menunjukkan bahwa, sekitar 10% responden berpendapat bahwa kelembaban udara dalam ruangan sangat lembab, 48% responden memberikan pendapat lembab dalam ruang perkuliahan dan sebanyak 42% responden memilih netral terhadap kelembaban udara dalam ruangan.



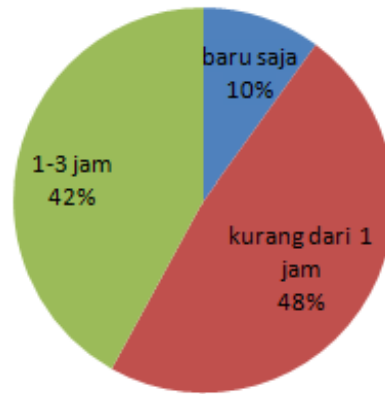
Gambar 31 Sensasi termal responden pertanyaan enam

Dari data statistik pada gambar 31 menunjukkan bahwa, sebanyak 32% responden menginginkan untuk lebih meningkatkan kelembaban udara dalam ruangan, 16% responden menginginkan untuk meningkatkan kelembaban dan sebanyak 52% memilih netral.



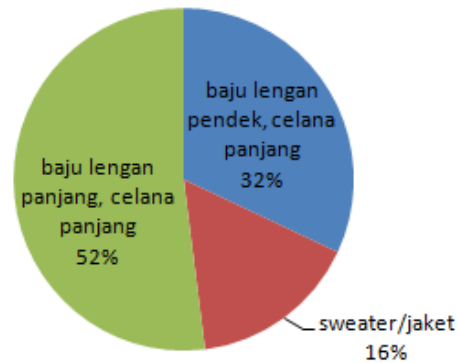
Gambar 32 Sensasi termal responden pertanyaan tujuh

Gambar 32 menunjukkan aktivitas yang dilakukan 30 menit sebelumnya. Terlihat sebanyak 52% responden telah melakukan aktivitas duduk santai dalam 30 menit sebelumnya, 16% responden melakukan aktivitas makan/minum dan sekitar 32% menjawab melakukan aktivitas berjalan.



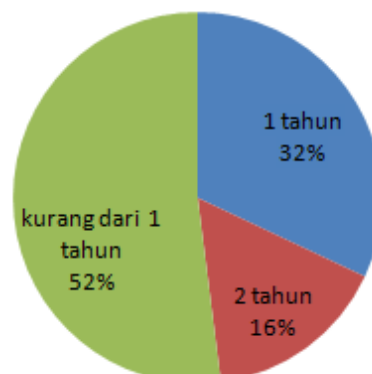
Gambar 33 Sensasi termal responden pertanyaan delapan

Gambar 33 menunjukkan waktu responden berada dalam ruangan. Sebanyak 42% responden menghabiskan waktu paling lama dalam ruangan selama 1-3 jam, sekitar 48% responden berada dalam ruangan kurang dari 1 jam dan sekitar 10% responden baru saja memasuki ruangan.



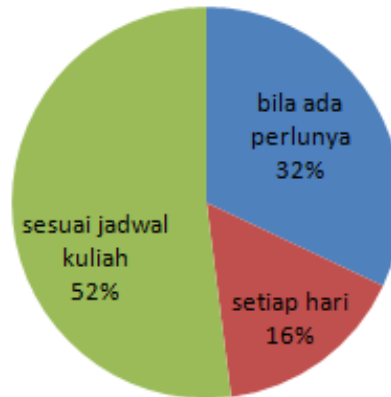
Gambar 34 Sensasi termal responden pertanyaan sembilan

Gambar 34 menunjukkan jenis pakaian yang digunakan responden. Sekitar 52% responden mengenakan pakaian lengan panjang dan celana panjang, 32% responden mengenakan pakaian lengan pendek dan celana panjang dan sebanyak 16% responden memakai sweater/jaket.



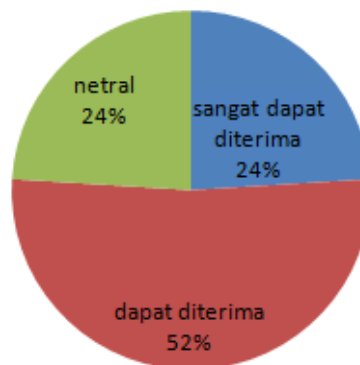
Gambar 35 Sensasi termal responden pertanyaan sepuluh

Gambar 35 menunjukkan lama adaptasi responden, terlihat bahwa sebanyak 52% responden menjawab bahwa mereka telah berkuliah di Universitas Ichsan Gorontalo selama kurang dari 1 tahun, 32% responden menjawab bahwa mereka telah berkuliah selama 1 tahun dan sekitar 16% responden menjawab bahwa mereka telah berkuliah selama 2 tahun.



Gambar 36 Sensasi termal responden pertanyaan sebelas

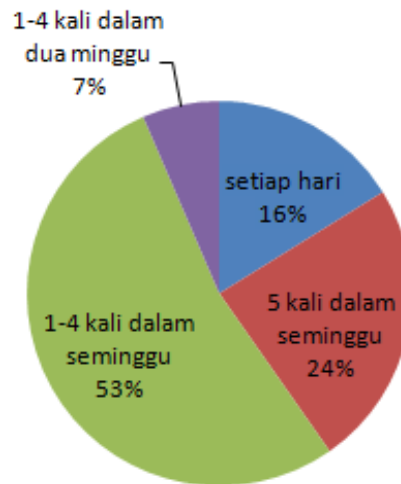
Gambar 36 menunjukkan seberapa sering responden datang ke kampus. Terlihat bahwa sekitar 52% responden menjawab bahwa mereka datang ke kampus sesuai dengan jadwal kuliah, 16% responden menjawab bahwa mereka datang ke kampus setiap hari dan 32% responden menjawab bahwa mereka datang ke kampus hanya jika ada keperluan.



Gambar 37 Sensasi termal responden pertanyaan dua belas

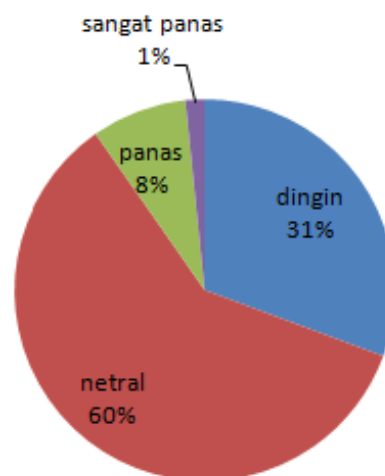
Gambar 37 menunjukkan penilaian keseluruhan terhadap suhu dalam ruangan. Sebanyak 52% responden merespon bahwa kondisinya dapat diterima, 21% responden menyatakan sikap netral dan sekitar 24% responden menyatakan kondisinya sangat dapat diterima.

c. Thermostat 27°C



Gambar 38 Sensasi termal responden pertanyaan satu

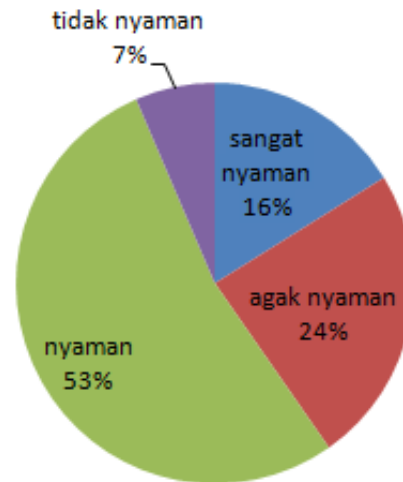
Gambar 38 menunjukkan terlihat bahwa sebanyak 16% responden menggunakan ruang perkuliahan setiap harinya, untuk penggunaan 5 kali dalam seminggu sebanyak 24% responden dan yang menggunakan ruang perkuliahan 1-4 kali dalam seminggu sebanyak 53% responden.



Gambar 39 Sensasi termal responden pertanyaan dua

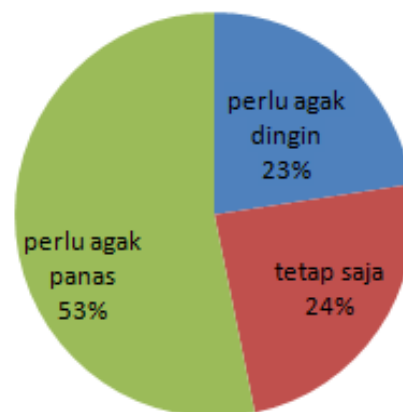
Berdasarkan data statistik yang tercatat pada gambar 39, terlihat bahwa sebanyak 1% responden merasakan sensasi suhu dalam ruangan sangat panas, 8% responden merasa sensasi panas terhadap suhu dalam ruangan, 31% responden merasakan sensasi dingin terhadap suhu dalam ruangan dan sebanyak 60% responden merasa

sensasi netral.



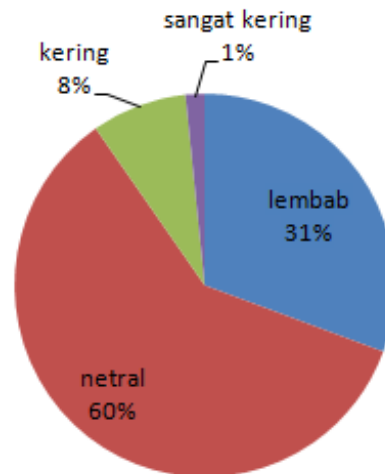
Gambar 40 Sensasi termal responden pertanyaan tiga

Gambar 40 menunjukkan bahwa sekitar 16% responden merasa sangat nyaman ketika berada dalam ruang perkuliahan, 24% responden merasa agak nyaman, sekitar 7% responden merasa tidak nyaman dalam ruangan dan sebanyak 53% responden merasa nyaman dalam ruang perkuliahan.



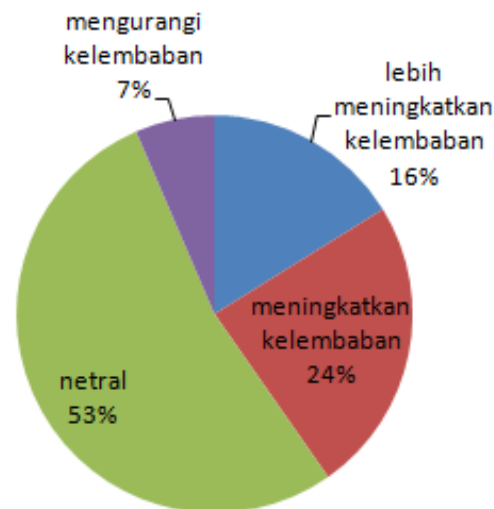
Gambar 41 Sensasi termal responden pertanyaan empat

Dari data statistik yang tertera dalam gambar 41, terlihat bahwa sekitar 23% responden menginginkan perubahan suhu perlu agak dingin, 24% responden memilih untuk tetap saja dan sebanyak 53% responden menginginkan perubahan suhu untuk perlu agak panas.



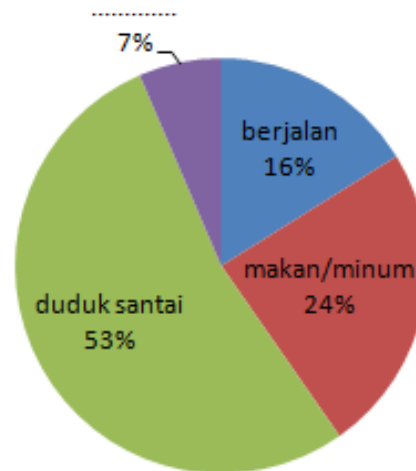
Gambar 42 Sensasi termal responden pertanyaan lima

Gambar 42 menunjukkan bahwa, sekitar 1% responden berpendapat bahwa kelembaban udara dalam ruangan sangat kering, 8% responden menjawab kering, 31% responden memberikan pendapat lembab dalam ruang perkuliahan dan sebanyak 60% responden memilih netral terhadap kelembaban udara dalam ruangan.



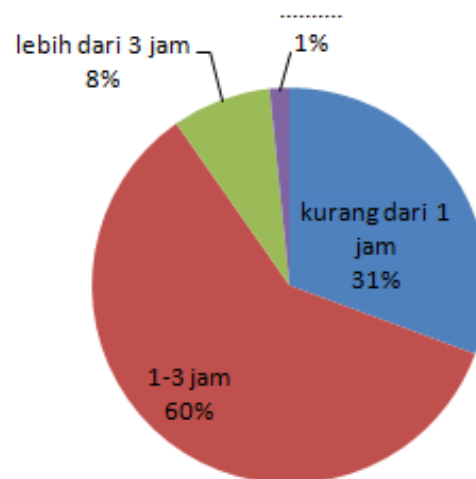
Gambar 43 Sensasi termal responden pertanyaan enam

Dari data statistik pada gambar 43 menunjukkan bahwa, sebanyak 16% responden menginginkan untuk lebih meningkatkan kelembaban udara dalam ruangan, 24% responden menginginkan untuk meningkatkan kelembaban, 7% responden menginginkan untuk mengurangi kelembaban dan sebanyak 53% memilih netral.



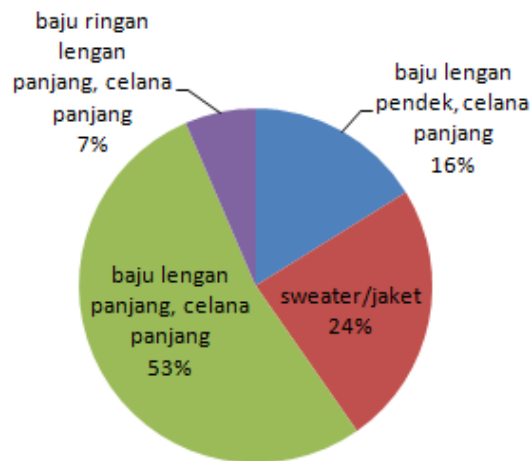
Gambar 44 Sensasi termal responden pertanyaan tujuh

Gambar 44 menunjukkan aktivitas yang dilakukan 30 menit sebelumnya. Terlihat sebanyak 53% responden telah melakukan aktivitas duduk santai dalam 30 menit sebelumnya, 24% responden melakukan aktivitas makan/minum, 7% responden memilih aktivitas lainnya dan sekitar 16% menjawab melakukan aktivitas berjalan.



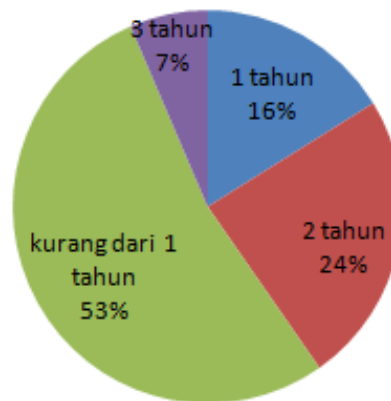
Gambar 45 Sensasi termal responden pertanyaan delapan

Gambar 45 menunjukkan waktu responden berada dalam ruangan. Sebanyak 60% responden menghabiskan waktu paling lama dalam ruangan selama 1-3 jam, 31% responden berada dalam ruangan kurang dari 1 jam, 8% responden menghabiskan waktu lebih dari 3 jam dalam ruangan dan sekitar 1% responden memberikan jawaban lain.



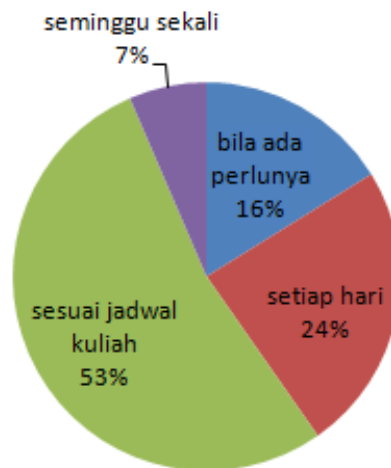
Gambar 46 Sensasi termal responden pertanyaan sembilan

Gambar 46 menunjukkan jenis pakaian yang digunakan responden. Sekitar 53% responden mengenakan pakaian lengan panjang dan celana panjang, 16% responden mengenakan pakaian lengan pendek dan celana panjang, sekitar 7% responden memakai baju ringan lengan panjang dan celana panjang dan sebanyak 24% responden memakai sweater/jaket.



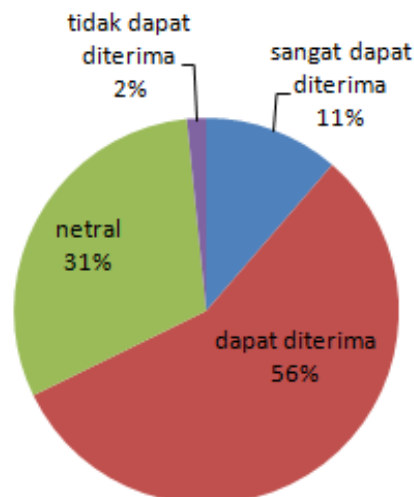
Gambar 47 Sensasi termal responden pertanyaan sepuluh

Gambar 47 menunjukkan lama adaptasi responden. Sebanyak 53% responden menjawab bahwa mereka telah berkuliah di Universitas Ichan Gorontalo selama kurang dari 1 tahun, 16% responden menjawab bahwa mereka telah berkuliah selama 1 tahun, sekitar 24% responden menjawab bahwa mereka telah berkuliah selama 2 tahun dan 7% responden menjawab telah berkuliah selama 3 tahun.



Gambar 48 Sensasi termal responden pertanyaan sebelas

Gambar 48 menunjukkan seberapa sering responden datang ke kampus. Terlihat bahwa sebanyak 53% responden menjawab bahwa mereka datang ke kampus sesuai dengan jadwal kuliah, 24% responden menjawab bahwa mereka datang ke kampus setiap hari, 32% responden menjawab bahwa mereka datang ke kampus hanya jika ada keperluan dan sekitar 7% responden menjawab seminggu sekali datang ke kampus.



Gambar 49 Sensasi termal responden pertanyaan dua belas

Gambar 49 menunjukkan penilaian keseluruhan terhadap suhu dalam ruangan. Sebanyak 56% responden merespon bahwa kondisi suhu dalam ruangan dapat diterima, 31% responden menyatakan sikap netral, sekitar 11% responden menyatakan kondisinya sangat dapat diterima dan ada 2% responden menyatakan tidak dapat menerima kondisi suhu dalam ruangan.

Kenyamanan sebagai suatu kondisi tertentu yang dapat memberikan

sensasi yang menyenangkan atau tidak menyulitkan bagi pengguna bangunan tersebut. Manusia dinyatakan nyaman secara termal ketika ia tidak dapat mengatakan apakah ia menghendaki perubahan suhu udara yang lebih panas atau dingin dalam ruangan tersebut. Selanjutnya standar ASHRAE (1992), menyatakan bahwa kenyamanan termal adalah sebuah kondisi pemikiran yang mengekspresikan kepuasan atas lingkungan termalnya, sehingga kondisi/situasi lingkungan itu dikatakan nyaman apabila tidak kurang dari 80% responden yang diukur mengatakan nyaman secara termal (Attar, Hamzah and Rahim, 2014).

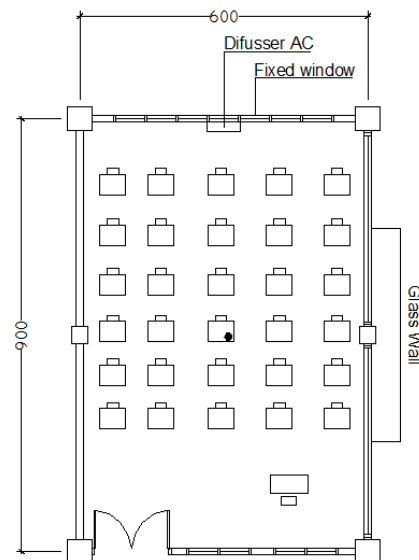
Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa, >82% responden merasa nyaman dengan kondisi termal di dalam ruang kuliah yang menjadi sampel penelitian. Perlu diingat bahwa persepsi kenyamanan termal dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor yang bervariasi, seperti usia, aktivitas pakaian dan tingkat kelelahan. Oleh karena itu, dalam merancang dan mengatur suatu ruangan, perlu mempertimbangkan variasi faktor-faktor tersebut untuk memenuhi kebutuhan kenyamanan termal yang berbeda-beda dari setiap individu.

4.4 Kondisi Lingkungan Termal Gedung Kampus Universitas Ichsan Gorontalo

4.4.1 Kondisi Termal Ruang Kuliah

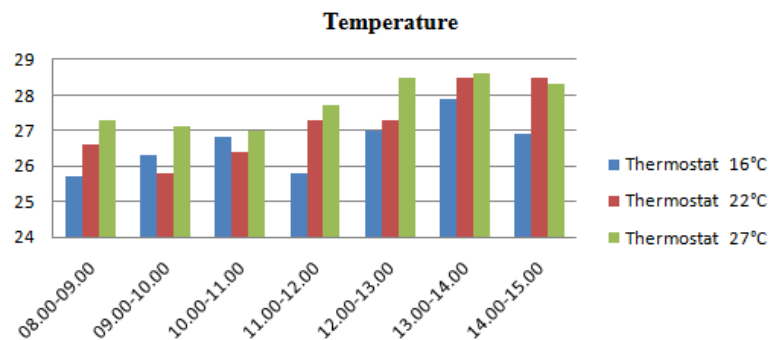
1. Ruang kuliah C.14, Lt. 1

Ruang kuliah C.14 terletak pada lantai satu, ruangan ini memiliki luas 5400 cm dengan panjang 900 cm dan lebar 600 cm. Ruangan ini berbentuk persegi panjang dan ruangnya berorientasi ke arah barat. Salah satu sisi dinding ruangan ini menggunakan material kaca kemudian sisi lainnya menggunakan material batu bata dan terdapat dua buah *fixed window*.



Gambar 50 Denah Ruang kuliah C.14, Lt.1

3. Suhu Udara



Gambar 51 Grafik analisis temperature ruang kuliah C.14

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa pada thermostat dengan suhu 16 °C, terlihat bahwa suhu rata-rata pada rentang waktu tertentu bervariasi antara 26,7 °C hingga 27,9 °C. Hal ini menunjukkan perubahan yang signifikan dalam suhu. Kenaikan suhu yang signifikan dapat diamati pada rentang waktu pukul 12.00-13.00, dimana suhu mencapai puncaknya pada 27,9 °C.

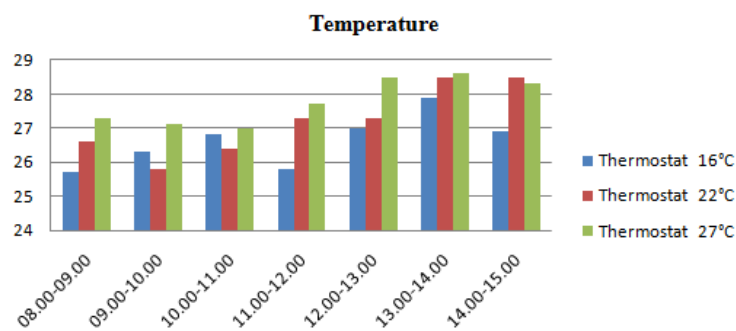
Sementara itu, pada thermostat suhu 22 °C, suhu rata-rata cenderung lebih stabil dan terkendali. Perubahan suhu pada thermostat ini tidak terlalu signifikan, dengan rentang suhu 25,8 °C hingga 28,5 °C. Rentang waktu pukul 12.00-13.00 Wita menunjukkan suhu yang stabil pada 27,3 °C, menunjukkan konsistensi dalam mempertahankan suhu.

Thermostat dengan suhu 27 °C juga menunjukkan perubahan. Rentang suhu rata-rata antara 27 °C hingga 28,6 °C. Suhu cenderung naik

secara perlahan dari rentang waktu pukul 08.00-09.00 hingga mencapai puncaknya pada pukul 13.00-14.00 Wita. Rentang waktu pukul 08.00-09.00 dan 09.00-10.00 menunjukkan suhu yang stabil pada 27,3 °C, menandakan konsistensi dalam mempertahankan suhu thermostat.

Berdasarkan analisis ini, dapat disimpulkan bahwa thermostat dengan suhu 16 °C menunjukkan perubahan suhu yang lebih besar dibandingkan dengan thermostat dengan suhu 22 °C dan 27 °C. Thermostat dengan suhu 22 °C dan 27 °C menunjukkan stabilitas suhu yang lebih baik.

4. Kelembaban Udara



Gambar 52 Grafik analisis humidty ruang kuliah C.14

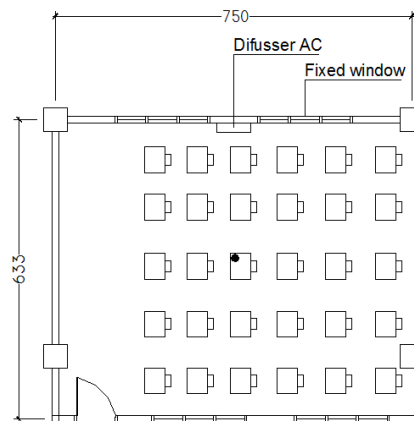
Dari grafik di atas, dapat dilihat bahwa kelembaban udara pada thermostat 16 °C memiliki rentang antara 60,3% hingga 61,3% dengan rata-rata kelembaban sebesar 59,2%. Pada suhu 22 °C, kelembaban udara berkisar antara 55,7% hingga 64,9% dengan rata-rata kelembaban sebesar 62,4%. Sedangkan pada suhu 27 °C, kelembaban udara memiliki rentang 62% hingga 72% dengan rata-rata kelembaban 65,7%.

Dari data tersebut, dapat disimpulkan. Pertama, rata-rata kelembaban udara pada thermostat 16 °C lebih rendah dibandingkan dengan thermostat 22 °C dan 27 °C. Hal ini menunjukkan bahwa pada suhu yang lebih rendah, kelembaban udara cenderung lebih rendah pula. Kedua, pada suhu 27 °C, kelembaban udara memiliki rentang suhu yang lebih besar dan rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan suhu lainnya. Ini menunjukkan bahwa pada suhu yang lebih tinggi, kelembaban udara cenderung lebih tinggi dan lebih bervariasi.

2. Ruang Kuliah A1, Lt.1

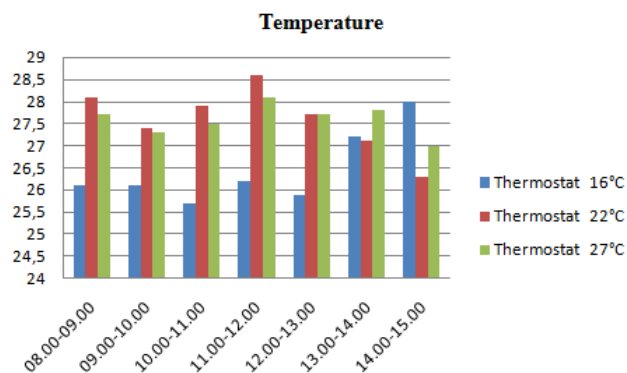
Ruang kuliah A1 terletak pada lantai satu, ruangan ini memiliki luas

47,475 m² dengan panjang 750 cm dan lebar 633 cm. Material dinding pada ruang kuliah A1 menggunakan batu bata dan memiliki dua *fixed window*.



Gambar 53 Denah Ruang kuliah A1, Lt.1

a. Suhu Udara



Gambar 54 Grafik analisis temperature ruang kuliah A1

Hasil analisis dari grafik data suhu di atas menunjukkan perbedaan perubahan suhu pada settingan thermostat 16 °C, 22 °C dan 27 °C. Pada thermostat 16 °C, rentang suhu antara 25,7 °C hingga 28 °C. Pada pukul 08.00-09.00 suhu tercatat sebesar 26,1 °C, kemudian mengalami peningkatan menjadi 26,2 °C pada pukul 11.00-12.00 dan mencapai puncak tertinggi pada pukul 14.00-15.00 Wita dengan suhu 28 °C. Namun, suhu terendah terjadi pada pukul 10.00-11.00 dengan 25,7 °C.

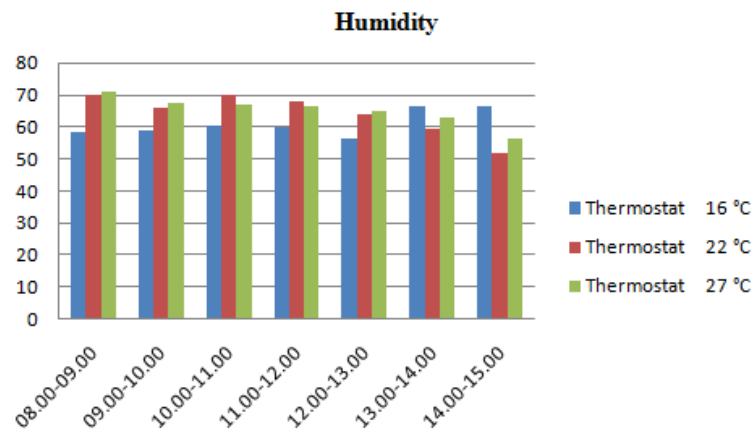
Sementara itu, pada thermostat 22 °C suhu memiliki rentang yang lebih kecil, yaitu antara 26,3 °C hingga 28,6 °C. Pada pukul 08.00-09.00 suhu mencapai 28,1 °C meningkat menjadi 28,6 °C pada jam 11.00-12.00 Wita. Suhu terendah tercatat pada pukul 14.00-15.00 dengan 26,3 °C.

Thermostat 27 °C menunjukkan stabilitas suhu yang lebih tinggi

dengan rentang waktu suhu yang relatif lebih stabil antara 27 °C hingga 28,1 °C. Pada pukul 08.00-09.00 suhu tercatat sebesar 27,7 °C, meningkat menjadi 28,1 °C pada pukul 11.00-12.00. Rentang suhu yang relatif stabil menunjukkan perubahan suhu yang lebih kecil dibandingkan dengan thermostat lainnya.

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa, terdapat perbedaan dalam nilai suhu yang dihasilkan dari ketiga thermostat. Thermostat 16 °C memiliki perubahan suhu yang lebih besar dibandingkan dengan thermostat 22 °C dan 27 °C. Thermostat 22 °C dan 27 °C menunjukkan stabilitas suhu yang lebih tinggi.

b. Kelembaban



Gambar 55 Grafik analisis humidity ruang kuliah A1

Berdasarkan grafik di atas, dapat dilihat perubahan kelembaban pada tiga suhu yang berbeda, yaitu 16 °C, 22 °C dan 27 °C. Setiap waktu pengukuran kelembaban tercatat dalam rentang waktu tertentu, mulai dari pukul 08.00-15.00 Wita.

Pada suhu 16 °C, kelembaban terendah tercatat pada rentang waktu pukul 12.00-13.00 dengan nilai 56,2%, sementara kelembaban tertinggi tercatat pada rentang waktu pukul 13.00-14.00 dengan nilai 66,2%. Rata-rata kelembaban pada suhu 16 °C adalah 60,8%.

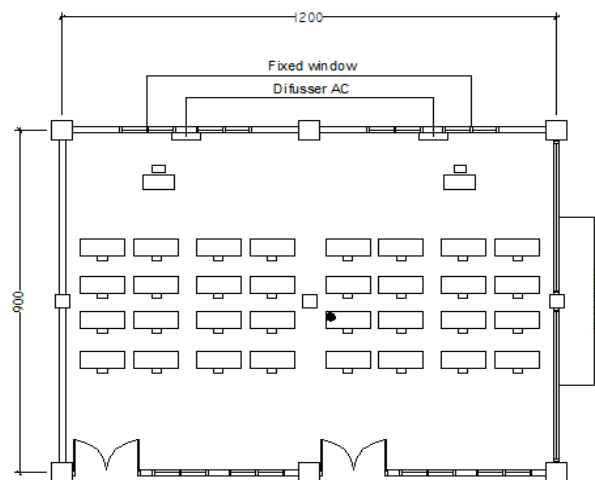
Pada suhu 22 °C, kelembaban terendah tercatat pada rentang waktu pukul 14.00-15.00 dengan nilai 51,7%, sementara kelembaban tertinggi tercatat pada rentang waktu 08.00-09.00 dengan nilai 70,1%. Rata-rata kelembaban pada suhu 22 °C adalah 64,1%.

Pada suhu 27 °C, kelembaban terendah tercatat pada rentang waktu 14.00-15.00 dengan nilai 56,4%, sementara kelembaban tertinggi tercatat pada rentang waktu pukul 08.00-09.00 dengan nilai 70,9%. Rata-rata kelembaban pada suhu 27 °C adalah 65,15%.

Secara umum, pada setiap suhu, kelembaban cenderung meningkat pada pagi hari (08.00-09.00) dan kemudian cenderung menurun seiring berjalannya waktu.

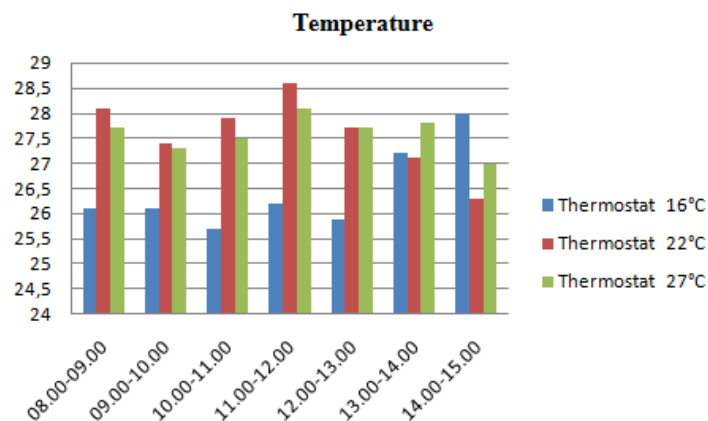
3. Studio Arsitektur, Lt.3

Ruang studio arsitektur terletak pada lantai tiga, ruangan ini memiliki luas 108 m² dengan panjang 12 m dan lebar 9 m. Salah satu sisi dinding ruangan ini menggunakan material kaca dan sisi lainnya menggunakan material batu bata.



Gambar 56 Denah Studio Arsitektur, Lt.3

a. Suhu Udara



Gambar 57 Analisis temperature Studio Arsitektur, Lt.3

Berdasarkan grafik di atas, pada rentang waktu pukul 08.00-09.00

Wita, terdapat perbedaan suhu ruangan yang signifikan antara pengaturan thermostat 16 °C, 22 °C, dan 27 °C. Pengaturan thermostat 22 °C memiliki suhu ruangan tertinggi dengan 28,1 °C, diikuti oleh pengaturan thermostat 27 °C dengan suhu ruangan 27,7°C dan pengaturan thermostat 16 °C memiliki suhu ruangan yang lebih rendah yaitu 26,1 °C.

Pada rentang waktu pukul 09.00-10.00 Wita, pengaturan thermostat 16 °C tetap stabil dengan suhu ruangan 26,1 °C. Pengaturan thermostat 22 °C memiliki suhu ruangan 27,4 °C, sedangkan pengaturan thermostat 27 °C memiliki suhu ruangan 27,3 °C. Perbedaan suhu antara pengaturan thermostat ini lebih kecil dibandingkan pada rentang waktu sebelumnya.

Rentang waktu pukul 10.00-11.00 Wita menunjukkan suhu ruangan cenderung menurun. Pengaturan thermostat 16 °C memiliki suhu ruangan 25,7 °C, pengaturan thermostat 22 °C memiliki suhu ruangan 27,9 °C dan pengaturan 27 °C memiliki suhu ruangan 27,5 °C.

Rentang waktu pukul 11.00-12.00 Wita, suhu ruangan kembali naik. Pengaturan thermostat 16 °C memiliki suhu ruangan 26,2 °C, pengaturan thermostat 22 °C memiliki suhu ruangan 28,6 dan pengaturan 27 °C memiliki suhu ruangan 28,1 °C.

Kemudian pada rentang waktu 12.00-13.00 Wita, suhu ruangan yang cukup stabil. Pengaturan thermostat 16 °C memiliki suhu ruangan 25,9 °C, pengaturan 22 °C memiliki suhu ruangan 27,7 °C dan pengaturan thermostat 27 °C memiliki suhu ruangan 27,7 °C.

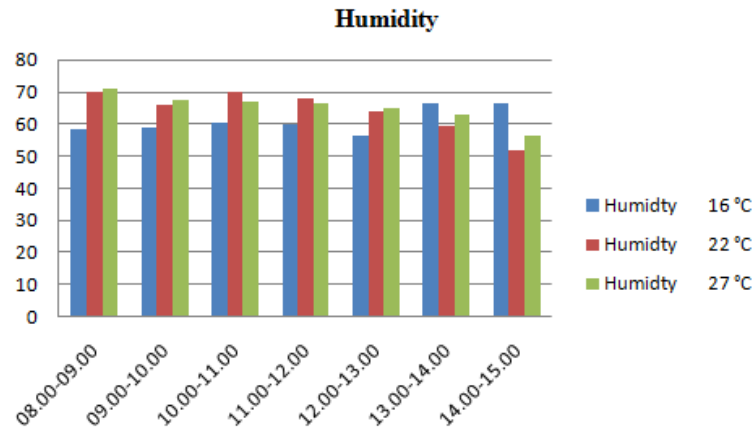
Pada rentang waktu pukul 13.00-14.00 Wita, pada pengaturan thermostat 16 °C memiliki suhu ruangan yang naik menjadi 27,2 °C. Pengaturan 22 °C memiliki suhu ruangan yang lebih rendah yaitu 27,1 °C sedangkan pengaturan thermostat 27 °C memiliki suhu ruangan 27,8 °C.

Pada rentang waktu terakhir, yaitu pukul 14.00-15.00 Wita pengaturan thermostat 16 °C memiliki suhu ruangan tertinggi 28 °C. pengaturan thermostat 22 °C memiliki suhu ruangan 27 °C.

Dari analisis di atas, dapat disimpulkan bahwa pengaturan thermostat 22 °C cenderung memberikan suhu ruangan yang lebih tinggi dari pada thermostat 16 °C dan 27 °C. Namun, terdapat perbedaan suhu ruangan pada setiap rentang waktu, terutama pada pengaturan thermostat 22 °C dan

27 °C.

b. Kelembaban



Gambar 58 Analisis Kelembaban Studio Arsitektur, Lt.3

Hasil analisis dari grafik di atas, menunjukkan bahwa adanya perbedaan kelembaban dalam setiap rentang waktu. Terlihat bahwa kelembaban cenderung meningkat seiring dengan kenaikan suhu. Pada rentang waktu 08.00-09.00, kelembaban pada thermostat 16 °C adalah 58,2%, sedangkan pada thermostat 27 °C adalah 70,9%. Hal ini menunjukkan bahwa suhu yang lebih tinggi cenderung menyebabkan kelembaban yang lebih tinggi juga.

Pada suhu yang sama terdapat perubahan kelembaban seiring dengan perubahan waktu. Pada thermostat 16 °C, kelembaban pada rentang waktu 08.00-09.00 adalah 58,2%, kemudian meningkat menjadi 56,2% pada rentang waktu 12.00-13.00 dan kembali meningkat menjadi 66,3% pada rentang waktu 14.00-15.00 Wita. Hal ini menunjukkan bahwa kelembaban dapat berubah seiring dengan perubahan waktu.

Maka dapat disimpulkan bahwa, terdapat hubungan antara suhu dan kelembaban. Kelembaban cenderung meningkat seiring dengan peningkatan suhu. Hal ini menunjukkan bahwa suhu memiliki pengaruh terhadap tingkat kelembaban. Kelembaban dapat berubah secara tidak teratur dalam rentang waktu tertentu. Meskipun suhu tetap, namun kelembaban dapat berubah dalam rentang waktu yang berbeda.

Salah satu faktor yang bisa mempengaruhi kondisi suhu ruang adalah elemen-elemen selubung bangunan yaitu atap, dinding dan lantai yang sangat besar pengaruhnya terhadap kondisi ruang dalam bangunan. Bagian

yang yang mempunyai variasi paling besar dalam kehadirannya adalah dinding. Dinding dalam hal ini adalah termasuk semua bagian yang menjadi elemen penyusun dinding tersebut (Syanjayanta *et al.*, 2017).

Dari hasil analisis kondisi termal dari ketiga ruang perkuliahan, temperature ruang kuliah C.14 pada thermostat 16°C memiliki suhu tertinggi mencapai 27,9°C yaitu pukul 13.00-14.00 Wita dengan kelembaban tertinggi yaitu 61,3% pada pukul 10.00-11.00 dan 12.00-13.00 Wita. Pada thermostat 22°C memiliki suhu tertinggi mencapai 28,5°C yaitu pukul 13.00-15.00 Wita dengan kelembaban tertinggi yaitu 64,9% pada pukul 13.00-15.00 Wita dan thermostat 27°C suhu tertinggi mencapai 28,6°C pada pukul 13.00-14.00 Wita dengan kelembaban tertinggi 66,7% pada pukul 11.00-12.00 Wita.

Temperature tertinggi pada ruang kuliah A1 dengan settingan thermostat 16°C mencapai 28°C yaitu pukul 14.00-15.00 Wita dan kelembaban tertinggi yaitu 66,3% pada pukul 14.00-15.00 Wita. Pada thermostat 22°C memiliki suhu tertinggi yaitu 28,6°C pada pukul 11.00-12.00 Wita dengan kelembaban tertinggi 70,1% pada pukul 08.00-09.00 Wita dan thermostat 27°C memiliki suhu tertinggi mencapai 28,1°C pada pukul 11.00-12.00 Wita dengan kelembaban tertinggi yaitu 70,9% pada pukul 08.00-09.00 Wita.

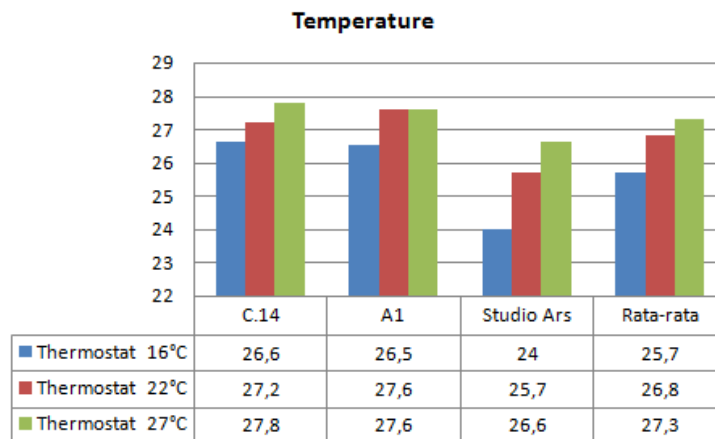
Temperature tertinggi pada ruang Studio Arsitektur dengan settingan thermostat 16°C mencapai 24,9°C pada pukul 08.00-11.00 Wita dan kelembaban tertinggi mencapai 58,1% pada pukul 09.00-10.00 Wita. Thermostat 22°C memiliki suhu tertinggi yaitu 26,9°C pada pukul 13.00-14.00 Wita dengan kelembaban tertinggi 63,2% pada pukul 11.00-12.00 Wita dan thermostat 27°C memiliki suhu tertinggi yaitu 27,5°C pada pukul 13.00-14.00 Wita dengan kelembaban tertinggi yaitu 60,9% pada pukul 13.00-14.00 Wita.

Dari pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa pengaturan thermostat 22°C pada ruang kuliah C.14 dan A1 menghasilkan suhu tertinggi di antara semua pengaturan thermostat. Pengaturan 27°C pada ruang kuliah C.14 dan A1 menghasilkan suhu tertinggi yang hampir sebanding dengan pengaturan thermostat 22°C, tetapi kelembaban

cenderung lebih tinggi. Ruang Studio Arsitektur memiliki suhu yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan ruang kuliah C.14 dan A1 pada semua pengaturan thermostat.

4.4.2 Hasil Rata-Rata Kondisi Termal

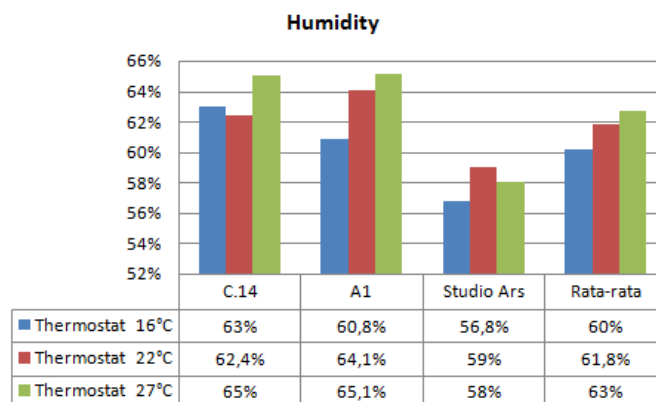
1. Suhu udara ($^{\circ}\text{C}$)



Gambar 59 Analisis rata-rata suhu udara

Berdasarkan gambar 35, rata-rata suhu udara dari ketiga ruang kuliah pada thermostat 16°C adalah $25,7^{\circ}\text{C}$, pada thermostat 22°C adalah $26,8^{\circ}\text{C}$ dan pada thermostat 27°C adalah $27,3^{\circ}\text{C}$.

2. Kelembaban udara (RH%)



Gambar 60 Analisis rata-rata kelembaban udara

Berdasarkan gambar 36, rata-rata kelembaban udara dari ketiga ruang kuliah pada thermostat 16°C adalah 60%, pada thermostat 22°C adalah 61,8% dan pada thermostat 27°C adalah 63%.

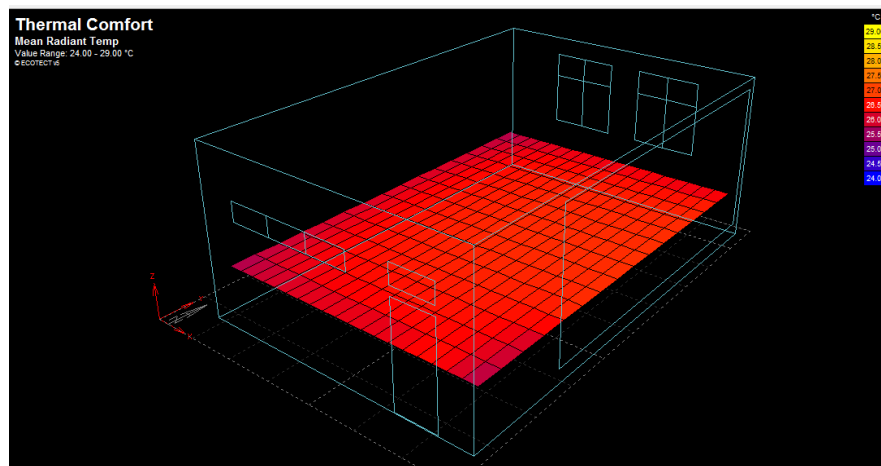
Rata-rata kondisi termal suhu udara pada ketiga ruangan tersebut yaitu $25,7^{\circ}\text{C}$ - $27,3^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata kelembaban udara 60%-63%. Hasil

analisis ini dapat disimpulkan bahwa kondisi termal masuk dalam kategori hampir nyaman menurut standar kenyamanan termal Indonesia (SNI) berdasarkan batas kenyamanan yaitu $25,8^{\circ}\text{C}$ - $27,1^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban relatif 60%-70% (Talarosha, 2005).

4.5 Design Improvement

Pada penelitian ini dilakukan perubahan elemen bangunan untuk memberikan solusi terhadap masalah yang terdapat dilapangan sebelumnya. Berdasarkan saran yang telah dikemukakan, maka perubahan yang akan dilakukan adalah dengan mengubah material-material dari bangunan yang memiliki nilai *U-Value* yang tinggi menjadi rendah. Material yang dipilih berdasarkan material yang ada pada aplikasi *Autodesk Ecotect* 2011. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan pilihan material pada *software* ini. Berikut adalah hasil simulasi yang dilakukan pada ke tiga ruang kuliah yaitu:

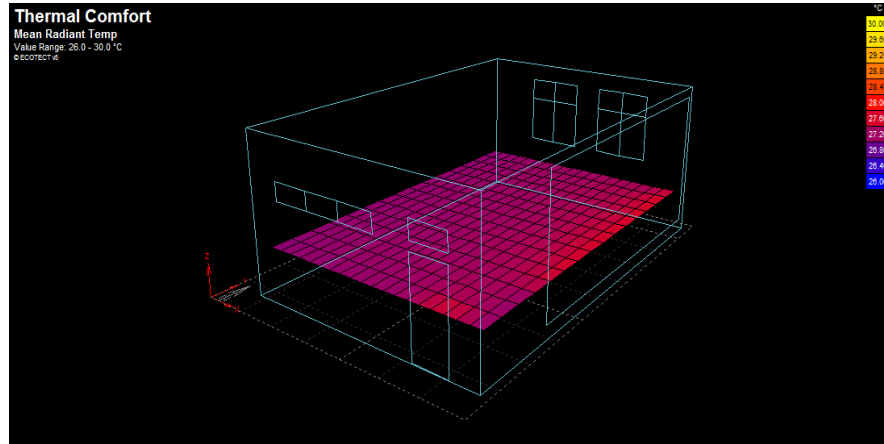
1. Ruang kuliah C.14, lt.1
 - a. Setting thermostat 16°C



Gambar 61 Hasil simulasi termal ruang kuliah C.14, setting thermostat 16°C

Melalui analisis data simulasi pada gambar 61, terlihat bahwa nilai *Meant Radiant Temperature* (MRT) pada ruang kuliah C.14 dengan setting thermostat 16°C memiliki nilai sebesar $26,5^{\circ}\text{C}$. Dengan ini dapat dinyatakan bahwa tingkat kenyamanan pengguna dalam ruangan tersebut berada dalam rentang kondisi yang nyaman sejalan dengan standar indeks kenyamanan PMV (*Predicted Mean Vote*) yang memiliki nilai +3,30.

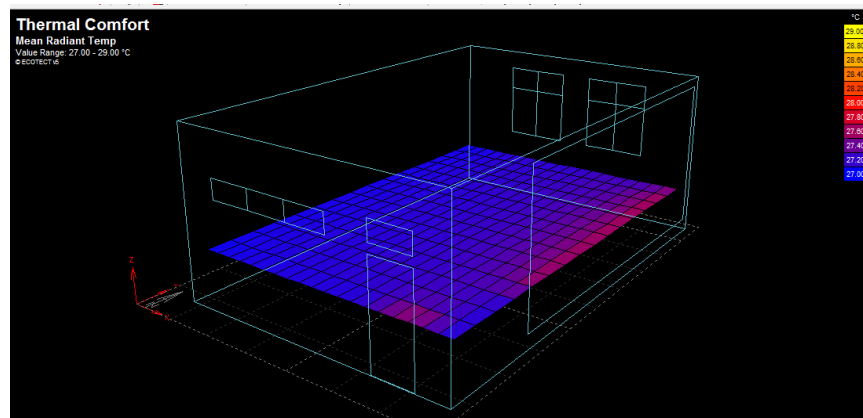
b. Setting thermostat 22⁰C



Gambar 62 Hasil simulasi termal ruang kuliah C.14, setting thermostat 22⁰C

Dari hasil analisis data simulasi pada gambar 62, terlihat bahwa nilai *Meant Radiant Temperature* (MRT) pada ruang kuliah C.14 dengan setting thermostat 22⁰C memiliki nilai sebesar 27,2⁰C. Dengan ini dapat disimpulkan bahwa tingkat kenyamanan pengguna dalam ruangan tersebut berada dalam rentang kondisi yang nyaman sejalan dengan standar indeks kenyamanan PMV (*Predicted Mean Vote*) yang memiliki nilai +3,36.

c. Setting thermostat 27⁰C

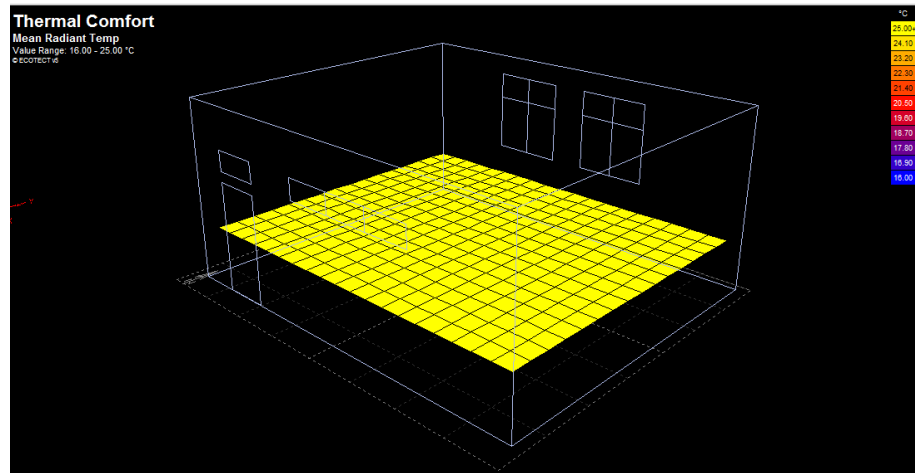


Gambar 63 Hasil simulasi termal ruang kuliah C.14, setting thermostat 27⁰C

Berdasarkan hasil analisis dari data simulasi pada gambar 63, mengindikasikan bahwa nilai *Meant Radiant Temperature* (MRT) pada ruang kuliah C.14 dengan setting thermostat 27⁰C adalah 27,2⁰C. Dengan nilai ini dapat disimpulkan bahwa tingkat kenyamanan pengguna di dalam ruangan tersebut berada dalam rentang kondisi yang nyaman mengacu

pada standar indeks kenyamanan PMV (*Predicted Mean Vote*) dengan nilai +3,56.

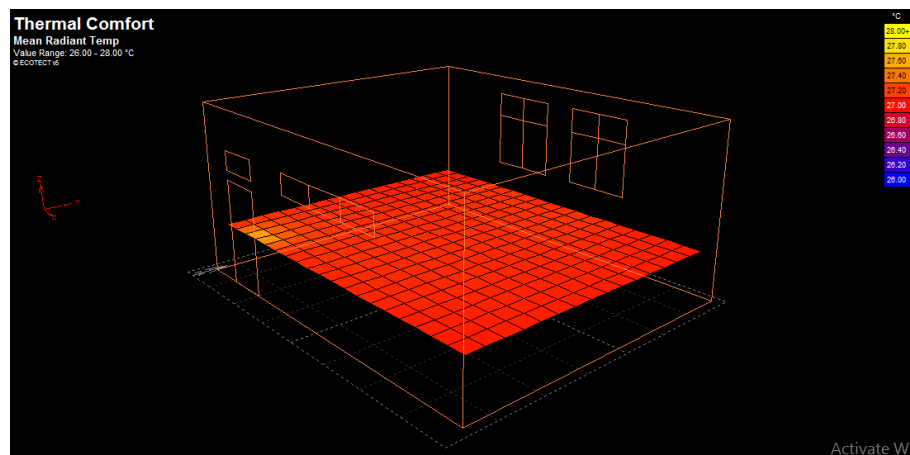
2. Ruang kuliah A1, lt.1
 - a. Setting thermostat 16⁰C



Gambar 64 Hasil simulasi termal ruang kuliah A1, setting thermostat 16⁰C

Berdasarkan hasil analisis dari data simulasi pada gambar 64, mengindikasikan bahwa nilai *Meant Radiant Temprature* (MRT) pada ruang kuliah A1 dengan setting thermostat 16⁰C adalah 25⁰C. Dengan nilai ini dapat disimpulkan bahwa tingkat kenyamanan pengguna di dalam ruangan tersebut berada dalam rentang kondisi yang nyaman mengacu pada standar indeks kenyamanan PMV (*Predicted Mean Vote*) dengan nilai +3,60.

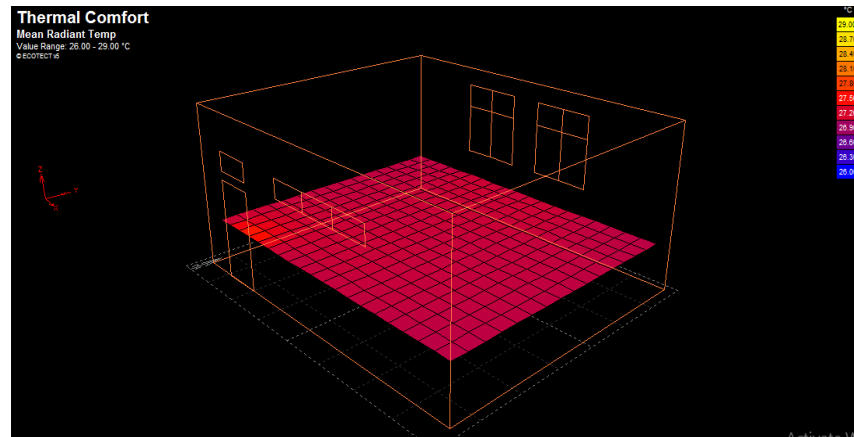
- b. Setting thermostat 22⁰C



Gambar 65 Hasil simulasi termal ruang kuliah A1, setting thermostat 22⁰C

Dari hasil analisis dari data simulasi pada gambar 65, dapat dilihat bahwa nilai *Meant Radiant Temperature* (MRT) pada ruang kuliah A1 dengan setting thermostat 22°C adalah $27,1^{\circ}\text{C}$. Dengan nilai ini dapat disimpulkan bahwa tingkat kenyamanan pengguna di dalam ruangan tersebut berada dalam kisaran kondisi yang nyaman mengacu pada standar indeks kenyamanan PMV (*Predicted Mean Vote*) dengan nilai +3,56.

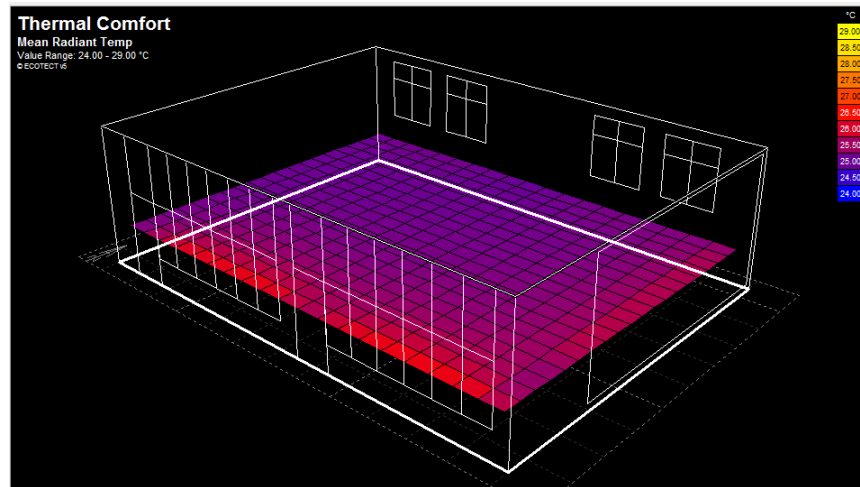
c. Setting thermostat 22°C



Gambar 66 Hasil simulasi termal ruang kuliah A1, setting thermostat 27°C

Melalui analisis data simulasi pada gambar 66, terlihat bahwa nilai *Meant Radiant Temperature* (MRT) pada ruang kuliah A1 dengan settingan thermostat 27°C memiliki nilai sebesar $27,1^{\circ}\text{C}$. Dengan ini dapat dinyatakan bahwa tingkat kenyamanan pengguna dalam ruangan tersebut berada dalam rentang kondisi yang nyaman sejalan dengan standar indeks kenyamanan PMV (*Predicted Mean Vote*) yang memiliki nilai +3,56.

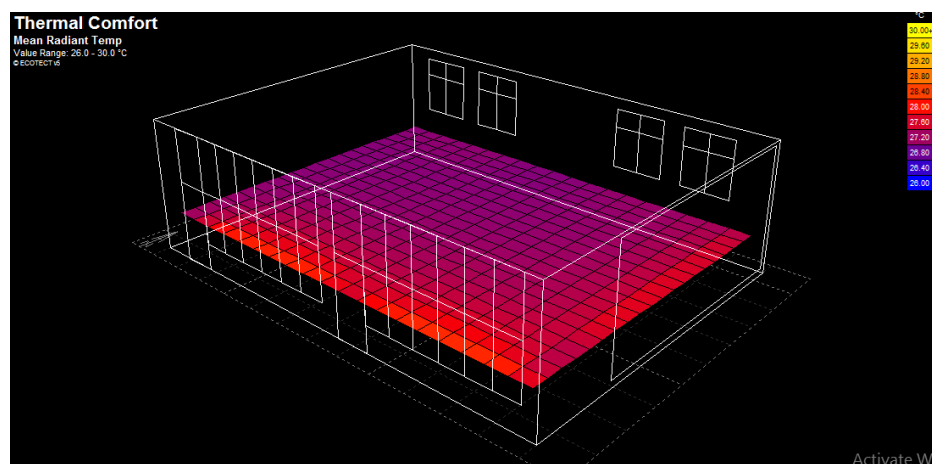
3. Ruang studio Arsitektur, lt.3
 - a. Setting thermostat 16°C



Gambar 67 Hasil simulasi termal ruang Studio Arsitektur, setting thermostat 16°C

Berdasarkan analisis data simulasi yang dilakukan pada gambar 67, terlihat bahwa *Meant Radian Temperature* (MRT) di ruang Studio Arsitektur sebesar $25,3^{\circ}\text{C}$ dengan settingan thermostat 16°C . Dari hasil ini dapat diartikan bahwa tingkat kenyamanan pengguna dalam ruangan tersebut memang berada dalam kondisi yang nyaman. Hal ini sesuai dengan standar indek kenyamanan PMV (*Predicted Mean Vote*) yang memiliki nilai +3,25.

b. Setting thermostat 22°C

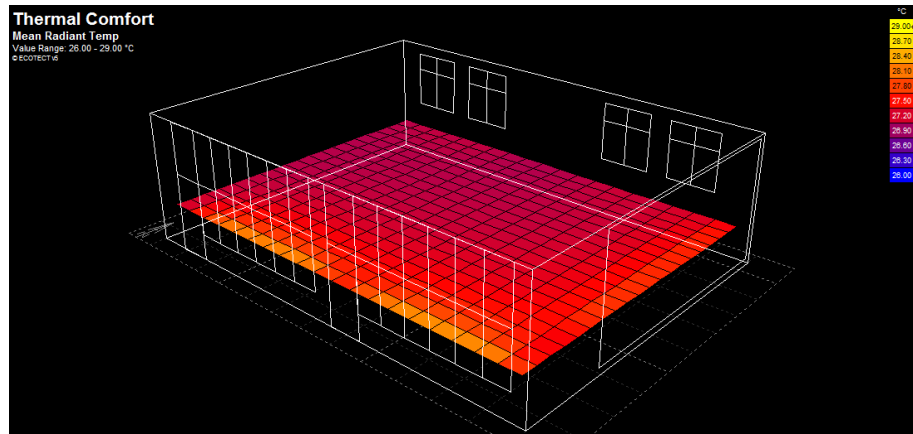


Gambar 68 Hasil simulasi termal ruang Studio Arsitektur, setting thermostat 22°C

Dari hasil analisis data simulasi pada gambar 68, dapat dilihat bahwa *Meant radiant Temperature* (MRT) di ruang Studio Arsitektur mencapai $27,2^{\circ}\text{C}$ dengan pengaturan thermostat 22°C . Hasil simulasi ini mengindikasikan bahwa tingkat kenyamanan pengguna di dalam ruangan

tersebut berada dalam kondisi nyaman. Hal ini konsisten dengan standar indeks kenyamanan PMV (*Predicted Mean Vote*) yang memiliki nilai +3,56.

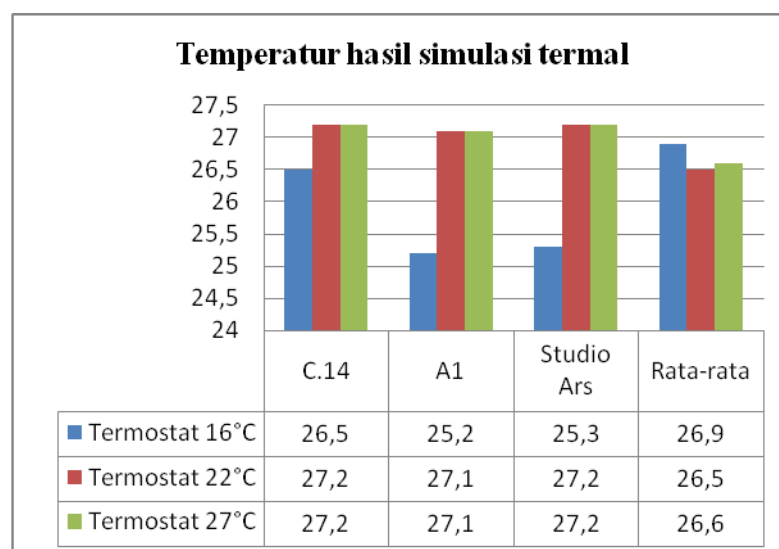
c. Setting thermostat 27⁰C



Gambar 69 Hasil simulasi termal ruang Studio Arsitektur, setting thermostat 27⁰C

Hasil analisis data simulasi pada gambar 69, dapat dilihat bahwa *Meant radiant Temperature* (MRT) di ruang Studio Arsitektur mencapai 27,2⁰C dengan pengaturan thermostat 27⁰C. Hasil simulasi ini mengindikasikan bahwa tingkat kenyamanan pengguna di dalam ruangan tersebut berada dalam kondisi nyaman. Hal ini mengacu dengan standar indeks kenyamanan PMV (*Predicted Mean Vote*) yang memiliki nilai +3,56.

4.6 Rata-rata kondisi termal hasil simulasi



Gambar 70 Hasil analisis simulasi termal

Setelah melakukan design improvement terhadap ke tiga ruang perkuliahan tersebut dengan menggunakan *software Autodesk Ecotect* 2011, rata-rata nilai temperature yang dihasilkan terlihat pada gambar 45 adalah 26,6⁰C. Hasil analisis ini dapat disimpulkan bahwa kondisi termal masuk dalam kategori nyaman, mengacu pada standar kenyamanan termal Indonesia (SNI) dengan batas nyaman yaitu 25,8⁰C-27,1⁰C.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sekitar 82% dari responden merasa nyaman dengan kondisi termal di dalam ruang kuliah sesuai dengan standar ASHRAE. Rata-rata suhu udara di ketiga ruangan tersebut berkisar antara 25,7⁰C hingga 27,3⁰C dengan rata-rata kelembaban udara sekitar 60% hingga 63%. Berdasarkan analisis ini, kondisi termal dapat dikategorikan sebagai “hampir nyaman”, sesuai dengan standar kenyamanan termal Indonesia (SNI) yang mengatur rentang suhu nyaman antara 25⁰C hingga 27,1⁰C dengan kelembaban relatif 60% hingga 70%. Selanjutnya, dilakukan perbaikan desain dengan mengubah material bangunan yang memiliki nilai *U-Value* tinggi menjadi rendah. Hasil simulasi dari perbaikan desain menunjukkan bahwa rata-rata kondisi termal ketiga ruang perkuliahan adalah 26.6⁰C. Dengan mengacu pada standar kenyamanan termal SNI, dapat disimpulkan bahwa setelah perbaikan desain, kondisi termal berada dalam kategori yang sesuai dengan standar tersebut yaitu “nyaman.”

5.2 Saran

Secara umum, diperlukan pemantauan yang teratur terhadap suhu dan kelembaban ruangan untuk memastikan kondisi termal yang optimal. Sistem pengaturan suhu dan kelembaban perlu dilakukan penyesuaian agar tetap optimal dan mendukung kenyamanan serta produktivitas di dalam ruangan. Dalam perencanaan dan desain lingkungan, perlu memperhatikan pentingnya kenyamanan termal sebagai faktor yang mempengaruhi kesehatan, produktivitas dan keberlanjutan lingkungan. Memilih bahan bangunan yang dapat menjaga suhu dan kelembaban yang nyaman di dalam ruangan, serta mempertimbangkan penggunaan teknologi hijau yang membantu mengurangi dampak pemanasan global.

Dalam penelitian ini tidak dipungkiri masih terdapat banyak sekali kekurangan, sehingga perlu perkembangan lagi dan dilakukan penelitian-penelitian lanjutan yang lebih mendalam mengenai kenyamanan termal.