

Received : Oktober 2020

Accepted: November 2020

Published: April 2021

Kenyamanan Termal Adaptif Mahasiswa Di Universitas Sains dan Teknologi Jayapura

Indah Sari Zulfiana T^{1*}, Johannes Ferdinand Wally²

^{*1,2}Universitas Sains dan Teknologi Jayapura

*E-mail : indahsarizulfiana@gmail.com

Abstract

To get good quality learning, a comfortable study room is needed both visually, audally and thermally. Thermal comfort is greatly influenced by the climatic conditions of a region. In areas with high daily air temperature, high humidity and low air velocity, it is difficult to produce thermal comfort with natural air conditioning. Jayapura City is one of the cities in Indonesia with daily air temperature and high humidity and low air velocity. Therefore, adaptive processes are needed to achieve thermal comfort in spaces, including study rooms. Each human's adaptive thermal comfort is different according to local climatic conditions. The purpose of this study was to determine the adaptive thermal comfort of students in naturally ventilated classrooms at the Jayapura University of Science and Technology (USTJ) in the city of Jayapura, Papua, namely students' neutrality, acceptance and thermal preferences, as well as students' adaptive behavior in achieving thermal comfort. This research was conducted in one of USTJ's classrooms in Jayapura, Papua. Four environmental parameters were measured, namely temperature, humidity, wind speed, and mean radiant temperature (MRT). The data were obtained through filling out a questionnaire to 100 USTJ students during the space measurement. Thermal neutrality data were analyzed using regression analysis using SPSS software, while thermal acceptance and preference and adaptive behavior were analyzed based on the results of the questionnaire answers. The results showed that USTJ students' thermal neutrality was at 29. °C T_a or 29.55 °C T_{op} . all students can accept the thermal conditions of the room, but 59% of students choose to want the room to be cooler due to their thermal preferences. The adaptive behavior that is carried out is turning on the fan, picking up objects to be used as a fan, leaving the room and drinking more often.

Keywords : adaptive thermal comfort, class room, natural ventilation, adaptive behavior

Abstrak

Untuk mendapatkan kualitas belajar yang baik, diperlukan ruang belajar yang nyaman baik secara visual, audial maupun secara termal. Kenyamanan termal sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim suatu wilayah. Pada wilayah dengan suhu udara harian yang tinggi, kelembaban yang tinggi serta kecepatan udara yang rendah, sulit untuk menghasilkan kenyamanan ruang secara termal dengan pengkondisian udara alami. Kota Jayapura merupakan salah satu kota di Indonesia dengan suhu udara harian dan kelembaban yang tinggi serta kecepatan udara yang rendah. Oleh karena itu, proses adaptif diperlukan untuk mencapai kenyamanan termal ruang, termasuk ruang belajar. Kenyamanan termal adaptif setiap manusia berbeda menyesuaikan dengan kondisi iklim setempat. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kenyamanan termal adaptif mahasiswa pada ruang kelas berventilasi alami di Universitas Sains dan Teknologi Jayapura (USTJ) di kota Jayapura-Papua, yakni kenetralan, keberterimaan dan preferensi termal mahasiswa, serta perilaku adaptif mahasiswa dalam pencapaian kenyamanan termal. Penelitian ini dilaksanakan di salah satu ruang kelas USTJ di kota Jayapura-Papua. Digunakan pengukuran empat parameter lingkungan yakni suhu, kelembaban, kecepatan angin, dan *mean radiant temperature* (MRT). Data diperoleh melalui pengisian kuesioner kepada 100 mahasiswa USTJ saat pengukuran ruang berlangsung. Data kenetralan termal dianalisis dengan analisis regresi menggunakan *software* SPSS, sedangkan keberterimaan dan preferensi termal serta perilaku adaptif dianalisis berdasarkan hasil dari jawaban kuisisioner. Hasil penelitian menunjukkan kenetralan termal mahasiswa USTJ berada pada 29,58°C T_a atau 29,55 °C T_{op} . Seluruh mahasiswa dapat menerima kondisi termal ruang, tetapi 59% mahasiswa memilih menginginkan ruangan menjadi lebih dingin pada preferensi termalnya. Adapun perilaku adaptif yang dilakukan yaitu menyalakan kipas angin, mengambil benda untuk dijadikan kipas, keluar ruangan dan minum lebih sering.

Kata kunci : kenyamanan termal adaptif, ruang kelas, ventilasi alami, perilaku adaptif

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis basah yaitu memiliki suhu yang tinggi diikuti dengan kelembaban yang tinggi pula. Kota Jayapura adalah salah satu kota di bagian timur Indonesia dengan suhu udara berkisar 29°C-31°C dan kelembaban dikisaran 79%-81% [1] yang dapat memicu pengeluaran keringat, sehingga mengakibatkan kegerahan atau ketidaknyamanan secara termal.

Berbagai cara dilakukan dalam perencanaan desain bangunan untuk menciptakan kenyamanan termal disetiap ruang-ruang dalam suatu bangunan. Pengkondisian lingkungan di dalam bangunan secara arsitektural dapat dilakukan dengan mempertimbangkan perletakan bangunan (orientasi bangunan terhadap matahari dan angin), pemakaian material/bahan bangunan yang sesuai dengan karakter iklim tropis basah, serta pemanfaatan elemen-elemen arsitektur dan lansekap. Melalui ke empat hal di atas, temperatur di dalam ruangan dapat diturunkan beberapa derajat tanpa bantuan peralatan mekanis [2].

Kondisi lingkungan termal yang panas dapat mempengaruhi kenyamanan manusia dalam melakukan segala hal dalam kehidupannya [2]. Salah satu ruang yang harus memperhatikan kenyamanan termalnya adalah ruang kuliah. Sebuah studi lama menyebutkan bahwa ada pengaruh dari kualitas termal suatu ruangan kelas dengan prestasi belajar siswa atau mahasiswa [3]. Ruang yang nyaman secara termal dapat berdampak pada kualitas penerimaan mahasiswa terhadap materi perkuliahan yang sedang berlangsung. Akan tetapi, akibat faktor suhu dan kelembaban yang beragam disetiap daerah di Indonesia, mengakibatkan penerimaan kenyamanan sensasi termal yang berbeda pula, dimana dalam satu ruang kuliah, terdapat mahasiswa dengan beragam asal daerah. Setiap orang memiliki kemampuan untuk beradaptasi terhadap lingkungan tempat ia telah lama tinggal, hal ini juga termasuk keberterimaan seseorang terhadap iklim, sehingga jika orang dalam jumlah besar dengan latar belakang

daerah yang beragam disatukan dalam satu tempat yang menggunakan sistem ventilasi alami, maka belum tentu mereka memiliki keberterimaan terhadap kenyamanan termal yang sama.

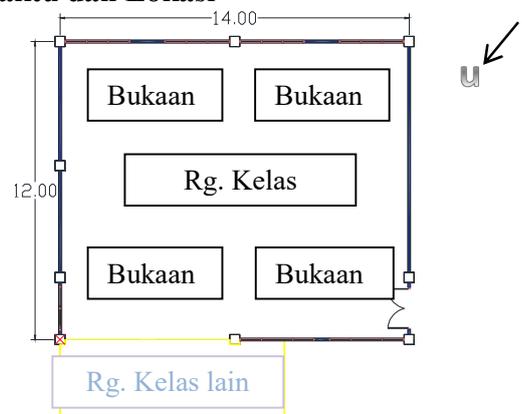
Dalam hal ini, model adaptif sangat diperlukan untuk mengetahui rentang suhu nyaman yang dapat diterima oleh penghuni ruangan. Oleh karena itu, diperlukan pengukuran mengenai sensasi termal yang dirasakan oleh mahasiswa dengan tingkat penerimaan suhu dan kelembaban yang berbeda sesuai dengan daerah asalnya pada satu tempat yaitu ruang kuliah.

2. Metoda Penelitian

2.1. Jenis Penelitian

Penelitian menggunakan metode survey analitis, merupakan bagian dari metode penelitian kuantitatif. Metode survey bertujuan untuk melihat keadaan yang menjadi objek penelitian apa adanya, dengan melihat data dan informasi yang ada dari sampel, tanpa memberikan perlakuan khusus [4]. Data kuantitatif yang diukur berupa data lingkungan termal ruang kelas, sedangkan untuk data lingkungan termal luar diambil dari data BMKG kota Jayapura. Pengisian kuisisioner terkait kenyamanan termal adaptif dilakukan dan hasilnya dikorelasikan dengan hasil pengukuran yang hasilnya akan dijabarkan dalam bentuk tabel dan grafik dan dijelaskan secara deskriptif.

2.2. Waktu dan Lokasi



Gambar 1. Denah ruang kelas tempat pengukuran berlangsung

Penelitian dilakukan di salah satu ruang kelas USTJ (gambar 1). Pengukuran dan pengisian kuisisioner dilakukan pada bulan Juli hingga Agustus pada ruang kelas berventilasi alami. Waktu pengukuran akan dilakukan pada siang hari dimana waktu temperatur udara berada pada titik tertinggi mulai pukul 11.00-14.00 WIT.

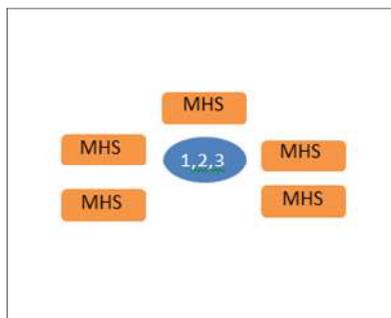
2.3. Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian adalah:

1. Ellitech Data Logger, untuk mengukur suhu udara T_{db} dan kelembaban ruang RH.
2. EXTECH HT30 heat stress WBTG (*wet bulb globe thermometer*), untuk mengukur suhu pancaran atau T_{globe} .
3. Anemometer Data Logger BENETECH GM8902, untuk mengukur kecepatan angin dalam ruang.

2.4. Teknik Pengumpulan Data

Melakukan pengukuran lingkungan di dalam ruang kelas dengan mengukur suhu udara T_a , kelembaban, mengukur T_{globe} , serta mengukur kecepatan angin. Pengukuran dilakukan pada ketinggian ± 1 meter di atas lantai dimana mahasiswa dalam posisi duduk. Alat ukur diletakkan di tengah ruangan, sedangkan posisi duduk mahasiswa pada saat pengukuran harus dekat dengan alat ukur.



Gambar 2. Posisi alat ukur dan mahasiswa pada ruang kelas saat pengukuran

Dimana :

- 1 = Ellitech Data Logger
- 2 = EXTECH HT30 Heat Stress WBTG
- 3 = BENETECH GM8902 Data Logger
- MHS = Mahasiswa

Terhadap 100 mahasiswa secara bergantian diberikan kuisisioner terkait kenetralan kondisi termal, keberterimaan termal, dan preferensi kondisi termal. Kuisisioner akan diberikan kepada mahasiswa setelah ± 15 menit berada di dalam ruangan untuk merasakan sensasi termal ruang.

2.5. Analisis Data

Metode analisis yang digunakan adalah metode kuantitatif deskriptif, dimana hasil pengukuran akan disandingkan dengan jawaban sensasi termis responden dengan menggunakan 7 skala dari ASHRAE [5] yaitu, -3 (sangat dingin), -2 (dingin), -1 (agak dingin), 0 (netral), 1 (agak hangat), 2 (hangat), dan 3 (panas), yang akan dianalisis dengan menggunakan software SPSS untuk mendapatkan nilai kenetralan termal adaptif responden. Kemudian, keberterimaan termal, preferensi termal, dan perilaku adaptif akan dianalisis berdasarkan jawaban responden terhadap pertanyaan terkait di atas [6].

Hasil penelitian nantinya akan disandingkan dengan hasil penelitian kenyamanan termal di kota Timika yang juga termasuk dalam wilayah Provinsi Papua.

3. Hasil Penelitian

3.1. Kondisi Umum Iklim di Kota Jayapura

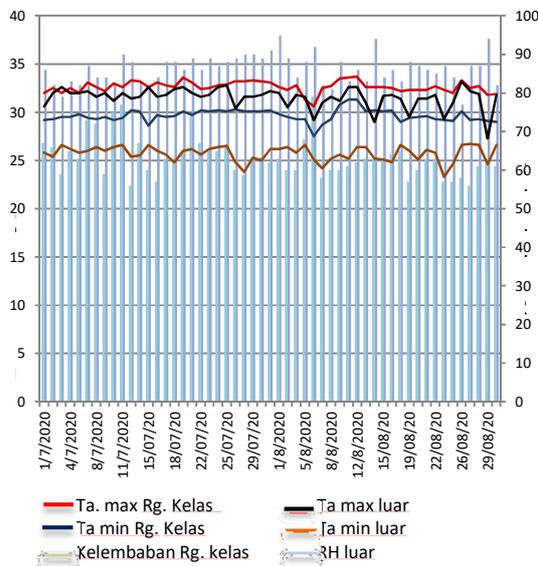
Iklim lingkungan luar sangat mempengaruhi kondisi termal di dalam ruangan. Oleh karena itu, diperlukan data-data seperti temperatur udara (T_a), kelembaban udara relatif (RH), kecepatan aliran udara (V_a) lingkungan luar. Adapun data iklim lingkungan di gunakan data dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG) Kota Jayapura bulan Juli-Agustus selama penelitian berlangsung [7].

Berdasarkan data yang diperoleh, diketahui bahwa temperatur udara maksimum di kota Jayapura pada bulan Juli-Agustus adalah $32,8^\circ\text{C}$ yaitu pada tanggal 12 dan 25 Juli 2020. Adapun kelembaban relatif (RH) tinggi dengan kisaran 77%-95% , tidak memenuhi standar kenyamanan termal Lippsmeier dengan kisaran kelembaban 20%-50% [8], juga melebihi standar kenyamanan

orang Indonesia [9] yaitu sejuk nyaman (20.5° C - 22.8° C), nyaman optimal (22.8° C - 25.8°C), hangat nyaman (25.8° C - 27.1° C). Adapun kecepatan udara tertinggi rata-rata yang cukup rendah, dibawah 4m/s, dimana menurut Lechner (2007) bahwa kecepatan angin yang baik pada iklim tropis lembab adalah 4m/s [2]. Untuk arah angin terbanyak yaitu pada arah timur laut.

3.2. Kondisi Termal Ruang Kelas

Berdasarkan pengukuran, diketahui bahwa temperatur ruang kelas pada saat pengukuran berlangsung, lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur udara luar dengan kisaran 29,2°C - 33,6°C dan kelembaban 57% - 79% sehingga dapat dikatakan bahwa kondisi ruang kelas saat pengukuran berlangsung adalah tidak nyaman jika dibandingkan dengan standar suhu nyaman SNI tahun 2001. Hal itu dapat disebabkan oleh rendahnya kecepatan angin di dalam ruang yang hanya dibawah 0,6m/s atau hampir tidak terasa. Letak bukaan yang hanya sebagian kecil saja pada arah angin terbanyak (timur laut) salah satu faktor yang mempengaruhi kecilnya intensitas angin yang masuk ke dalam ruang kelas.



Gambar 3. Grafik termal ruang kelas dan ruang luar

3.3. Data Responden

Pengukuran sensasi termis dilakukan kepada 100 mahasiswa yang terdiri dari 77 mahasiswa laki-laki dan 23 mahasiswa perempuan dengan pakaian yang digunakan yaitu kaos dan kemeja. Selain data termis, data lain yg ditanyakan dalam kuisioner mencakup asal domisili, lama menetap di kota Jayapura, usia dan berat badan. Untuk asal domisili, 99 mahasiswa berasal dari berbagai daerah di Provinsi Papua dan Papua Barat, adapun 1 mahasiswa berasal dari Provinsi Maluku (tabel 1) dengan lama menetap di Kota Jayapura selama 10 tahun, sehingga dapat dikatakan mahasiswa tersebut telah beradaptasi dengan iklim yang ada di Kota Jayapura. Untuk karakteristik usia, lama kuliah di USTJ dan berat badan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Karakteristik asal domisili responden

Asal Domisili	Jumlah
Halmahera	1
Timika	3
manokwari	5
Merauke	3
Kota Jayapura	54
Sorong	13
Wamena	12
Fak-Fak	1
Sarmi	3
Kab. Jayapura	4
Dogiyai	1
Total	100

Tabel 2. Karakteristik usia dan berat badan responden

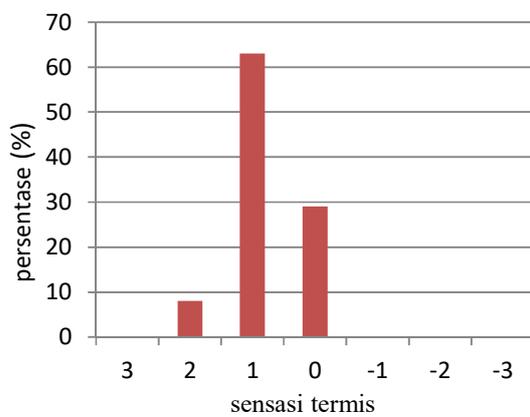
	Usia (thn)	Berat badan (kg)	Lama kuliah di USTJ (thn)
Min	18	40	0
Max	24	100	7
Avg	20,28	57,1	2,21

3.4. Distribusi Sensasi Termis Responden

Pada 100 mahasiswa yang diukur kenyamanan termalnya, 97% telah menempuh kuliah di USTJ lebih dari 1 tahun yang artinya sudah beradaptasi dengan iklim ruang yang ada.

Tabel 3. Sensasi termis mahasiswa

Sensasi Termis Mahasiswa	Jumlah
Panas (3)	0
Hangat (2)	8
Agak Hangat (1)	63
Netral (0)	29
Agak Dingin (-1)	0
Dingin (-2)	0
Dingin Sekali (-3)	0
Total	100



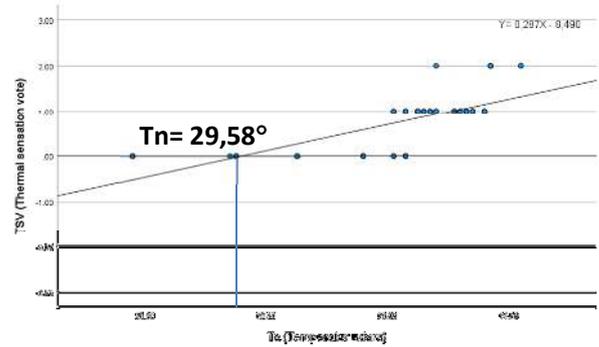
Gambar 4. Distribusi sensasi termis 100 mahasiswa USTJ (analisis penulis, 2020)

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pemilihan sensasi termis berada pada rentang netral (0) ke hangat (2). Adapun sebanyak 63 mahasiswa (63%) memilih agak hangat, 29 mahasiswa (29%) memilih netral dan 8 mahasiswa (8%) memilih hangat pada sensasi termisnya. Adapun 8 mahasiswa tersebut merupakan mahasiswa dengan asal domisili dari Kecamatan Wamena, Kabupaten Jayawijaya. Berdasarkan data [10], iklim di Wamena berada di kisaran 14,5°C hingga 24,5°C, lebih rendah dari temperatur ruang kelas yang diukur lingkungan termalnya.

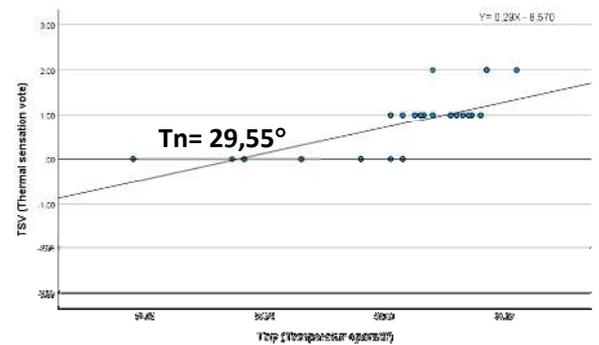
3.5. Kenetralan Termal

Untuk mengetahui kenetralan termal dan batas suhu nyaman responden (mahasiswa), digunakan analisis regresi terhadap hasil jawaban kuisisioner dengan meregresi hasil

pengukuran sensasi termal terhadap suhu udara dan suhu operatif [11].



Gambar 5. Regresi linier sensasi termis hasil penelitian terhadap temperatur udara T_a mahasiswa (analisis penulis, 2020)

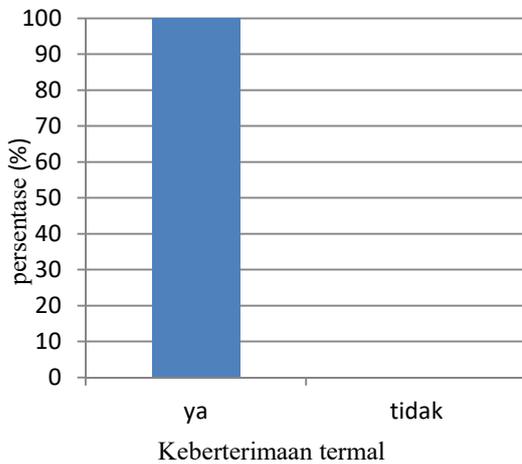


Gambar 6. Regresi sensasi termis hasil penelitian terhadap temperatur operatif T_{op} mahasiswa

Gambar 5 dan 6 merupakan hasil regresi linier menggunakan analisa SPSS yang menunjukkan suhu netral dan rentang suhu nyaman mahasiswa. Hasilnya menunjukkan bahwa kenetralan termal yang dicapai 100 mahasiswa adalah 29,58°C T_a atau 29,55 °C T_{op} . Jika dibandingkan dengan penelitian kenyamanan termal adaptif di Kota Timika yang juga termasuk dalam wilayah Provinsi Papua, kenetralan termal mahasiswa USTJ masih dibawah kenetralan termal masyarakat Timika yaitu berada pada 30.74°C T_a atau 30.56°C T_{op} [6].

3.6. Keberterimaan Termal

100 mahasiswa yang melakukan pengisian kuisioner dapat menerima kondisi termal di ruang kelas tempat dilaksanakannya pengukuran. Hal ini dapat dikarenakan mahasiswa telah beradaptasi terhadap temperatur ruang. Hal tersebut sejalan dengan Nihira dalam Coulter dan Henry W. Morrow yang menyatakan bahwa pembiasaan menyebabkan perubahan persepsi manusia tentang lingkungan dimana manusia cenderung kurang sadar terhadap rangsang yang telah berkali-kali diterimanya [12]. Jadi, pembiasaan menyebabkan mahasiswa dapat menerima tanpa mengeluh akibat kondisi lingkungan yang tidak diterima.



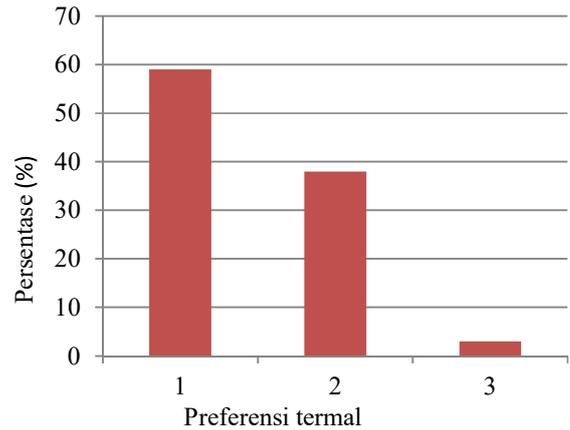
Gambar 7. Keberterimaan termal mahasiswa

Adaptasi fisiologis atau aklimatisasi menjadi salah satu faktor pendukung hasil penelitian, dimana untuk menciptakan kenyamanan termalnya akibat terbiasa menerima kondisi termal lingkungan, responden (mahasiswa) mengubah persepsi kenyamanan mendekati kondisi termal lingkungan, sehingga penerimaan kondisi termal dapat tercapai dan mengubah standar kenyamanan termalnya mengikuti kondisi termal lingkungan.

3.7. Preferensi Termal

Preferensi termal menunjukkan pilihan responden terhadap kondisi termal ruang, apakah responden menginginkan agar ruangan menjadi lebih dingin (1), tetap (2), atau lebih panas (3). Sebanyak 59 mahasiswa (59%)

yang melakukan pengisian kuisioner memilih agar ruangan menjadi lebih dingin (1) pada preferensi termalnya. 38 mahasiswa (38%) memilih tetap (2), sedangkan 3 mahasiswa (3%) menginginkan ruang kelas menjadi lebih panas (3). 3 mahasiswa tersebut merupakan mahasiswa asal domisili kota Sorong dan kota Timika, dengan berat badan 70kg, 90kg dan 100kg.



Gambar 8. Preferensi termal

Jika disandingkan dengan sensasi termal ASHRAE, sebanyak 14 mahasiswa dengan sensasi termal netral/nyaman optimal (0), menginginkan agar ruang kelas menjadi lebih dingin (1) yang berarti, temperatur netral tidak menjamin seseorang telah merasa nyaman. Tetapi, 13 mahasiswa yang juga dengan sensasi termal netral (0) memilih tetap (2) terhadap preferensinya, serta 2 mahasiswa memilih agar kondisi termal ruang menjadi lebih panas (3). Adapun mahasiswa dengan sensasi termis agak hangat (1), sebanyak 37 mahasiswa dengan preferensi termal 1 (lebih dingin), 25 mahasiswa dengan preferensi 2 (tetap), serta 1 mahasiswa dengan preferensi 3 (lebih panas). 8 mahasiswa dengan sensasi termis hangat (2), memilih preferensi termal lebih dingin (1).

Tabel 4. Distribusi preferensi termal dalam TSV

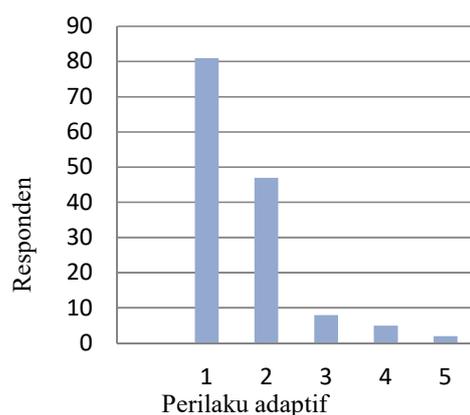
ASHRAE	Lebih panas	Tetap	Lebih dingin	Sub total	(%)
3	0	0	0	0	1%
2	0	0	8	8	8%
1	1	25	37	63	56%
0	2	13	14	29	35%

-1	0	0	0	0	0%
-2	0	0	0	0	0%
-3	0	0	0	0	0%
Sub total	3	38	59	100	100%
(%)		38%		100%	

3.8. Perilaku Adaptif

Dari 100 responden (mahasiswa) yang telah mengisi kuisioner terkait dengan perilaku adaptif untuk menciptakan kenyamanan termal jawaban terbanyak adalah dengan melakukan kegiatan: menggunakan kipas angin (1), menagmbil benda untuk dijadikan kipas (2), minum lebih sering (3), keluar ruangan (4), dan mematikan lampu (5). Berikut akan dipaparkan perilaku adaptif yang sering dilakukan oleh mahasiswa.

Jawaban terbanyak mahasiswa adalah menyalakan kipas angin, (81 mahasiswa) dimana dalam ruang kelas terdapat 2 kipas angin gantung yang tidak dinyalakan selama pengukuran berlangsung. Di urutan ke dua, sebanyak 47 mahasiswa memilih untuk mengambil benda untuk dijadikan kipas. Adapun keluar ruangan di pilih sebanyak 8 mahasiswa, diikuti 5 mahasiswa memilih keluar ruangan dan 2 mahasiswa memilih untuk mematikan lampu.



Gambar 9. Grafik perilaku adaptif responden

4. Kesimpulan

Dari 100 mahasiswa yang diukur kenyamanan termalnya, kenetralan termal berada pada angka 29,55 °C T_{op} yang mana seluruh mahasiswa dapat menerima kondisi termal ruang tetapi terdapat 59 mahasiswa memilih agar ruangan menjadi lebih dingin pada preferensi termalnya. Adapun perilaku adaptif yang palinf sering dilakukan yaitu menyalakan kipas angin, mengambil benda untuk dijadikan kipas, minum lebih sering, keluar ruangan dan mematikan lampu.

5. Saran

Diperlukan responden yang lebih banyak lagi agar hasil penelitian lebih dapat mewakili keseluruhan mahasiswa di Universitas Sains dan Teknologi Jayapura.

6. Daftar Pustaka

- [1] Pemerintah Provinsi Papua. Keadaan Topografi dan Iklim www.papua.go.id/view-detail-kabupaten-274/Keadaan-Topografi-dan-Iklim.html. Diakses Juli tahun 2016.
- [2] Norbert Lechner. *Heating, Cooling, Lighting*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada. 2007.
- [3] Muhammad Tayeb, dkk. Pengaruh luasan Bukaian Terhadap kenyamanan Termal Ruang kelas Siswa Pada Bangunan SD Negeri Sudirman 1 Kota Makassar. Simposium Nasional RAPI XV2016 FT UMS. 2016.
- [4] Rully Indrawan dan R. Poppy Yaniawati. *Metodologi Penelitian*. Bandung: Refika Aditama. 2014.
- [5] ASHRAE. *ASHRAE Standard 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, Atlanta, USA. 2005.
- [6] Indah Sari Zulfiana. Kenyamanan Termal Adaptif Rumah Tinggal di Kota Timika-Papua. *Jurnal Teknologi Terpadu* vol. 7 no. 2, pp.130-134. 2019.
- [7] Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG). *Data Iklim Kota Jayapura Bulan Juli dan Agustus 2020*. 2020.
- [8] Georg Lippsmeier. *Bangunan Tropis*, alih bahasa, Ir. Syahmir Nasution. Jakarta: Erlangga. 1980.

- [9] SNI 03-6572-2001. Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung. 2001.
- [10] Pemerintah Provinsi papua. Topografi dan Iklim. www.papua.go.id. Diakses Juli tahun 2020.
- [11] Alfata, Muhammad Nurfajri. Studi Kenyamanan Termal Adaptif Rumah Tinggal di Kota Malang. *Jurnal Permukiman*, Vol. 6 No. 1 April 2011 : 9-17. 2011.
- [12] Coulter, W. Alan dan Henry W. Morrow. *Adaptive Behavior*. London: Grune & Stratton. 1983.