



Analisis Tingkat Kenyamanan Termal dan Kepuasan Pengguna di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Malikussaleh

Fahdea Helfialna¹, Adi Safyan², Sisca Olivia³

Universitas Malikussaleh

Informasi Artikel

Histori Artikel:
Submit **10 November 2023**
Accepted **15 November 2023**
Published **20 November 2023**

Email Author:

fahdea.190160021@mhs.unimal.ac.id
adisafyan@unimal.ac.id
sisca.olivia@unimal.ac.id

ABSTRACT

The laboratory is a place used for practicum, research, and can support the teaching and learning process. The mechanical engineering laboratory space is the most important space and is often used to support study activities in the mechanical engineering department of the university. However, laboratory conditions that do not use air conditioning and only rely on natural ventilation result in the lack of thermal comfort for users to comfortably support user activities. Apart from that, the high temperatures produced by heat through metal roofs from exposure to sunlight, equipment machines that emit hot temperatures, as well as the small amount of incoming and outgoing air flow are the objectives of selecting objects in this research. Thermal comfort is influenced by several variables, namely external, internal factors and air opening design. This research uses a mix method, namely qualitative and quantitative research methods with a descriptive approach. The results of this research are in the form of an analysis which shows that the thermal conditions of the four laboratory rooms do not meet the thermal comfort standards set by ASHRAE with conditions being above the comfort zone and the PMV comfort index cannot be said to be comfortable because there is no wind blowing into the building.

Keyword– *Laboratory, Thermal Comfort, PMV, PPD*

ABSTRAK

Laboratorium merupakan tempat yang digunakan sebagai praktikum, penelitian, dan dapat menunjang proses belajar mengajar. Ruang Laboratorium Teknik Mesin merupakan ruang yang paling penting dan sering digunakan untuk mendukung kegiatan studi jurusan Teknik Mesin Unimal.

Akan tetapi, kondisi laboratorium yang tidak menggunakan pendingin ruangan dan hanya mengandalkan penghawaan alami mengakibatkan tidak terpenuhinya kenyamanan termal bagi pengguna untuk mendukung aktivitas pengguna dengan nyaman. Selain itu, tingginya temperatur yang dihasilkan oleh panas melalui atap metal dari paparan sinar matahari, mesin peralatan yang mengeluarkan suhu panas, serta sedikitnya aliran udara masuk dan keluar yang menjadikan tujuan pemilihan objek pada penelitian ini. Kenyamanan termal dipengaruhi oleh beberapa variabel yaitu faktor eksternal, internal, serta desain bukaan udara. Penelitian ini menggunakan *mix methode* yaitu metode penelitian kualitatif dan kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Hasil penelitian ini berupa analisis yang menunjukkan bahwa kondisi termal ke-empat ruang laboratorium tidak memenuhi standar kenyamanan termal yang ditetapkan oleh ASHRAE dengan kondisi berada diatas zona nyaman dan indeks kenyamanan PMV tidak dapat dikatakan nyaman karena tidak adanya angin yang berhembus ke dalam bangunan.

Kata Kunci – Laboratorium, Kenyamanan Termal, PMV, PPD

PENDAHULUAN

Laboratorium merupakan tempat untuk melakukan kegiatan seperti praktikum, penelitian dan dapat menunjang proses belajar mengajar. Pada KBBI, laboratorium merupakan tempat yang dilengkapi peralatan tertentu untuk dapat mengadakan percobaan penyelidikan dan sebagainya. Demikian (Yaman & Pd, 2016) Laboratorium dianggap sebagai tempat penelitian ilmiah yang digunakan untuk melakukan eksperimen dan melatih pengukuran ilmiah berdasarkan (PERMEN No.05/th2018, 1980) yang juga menyimpulkan bahwa laboratorium memiliki fungsi untuk memenuhi sarana dalam melaksanakan pendidikan serta pengajaran dalam suatu cabang ilmu, teknologi atau seni tertentu sesuai dengan bidang studi yang bersangkutan.

Gedung Laboratorium Teknik Mesin merupakan ruang yang digunakan untuk proses praktek, penelitian, uji laboratorium dan sebagainya. Ruang laboratorium ini merupakan ruang yang paling penting dan ruang yang aktif digunakan dalam mendukung kegiatan studi pada Jurusan Teknik Mesin. Berdasarkan fungsional ruang tersebut sebaiknya dapat memenuhi kepuasan pengguna di dalamnya. Akan tetapi, ruang Laboratorium Teknik Mesin tersebut belum mencapai kepuasan pengguna dalam hal kenyamanan termal.

Laboratorium Teknik Mesin yang memiliki ruang cukup besar serta memiliki peralatan yang besar sehingga laboratorium tersebut tidak menggunakan pendingin ruangan dan mengandalkan penghawaan alami. Kondisi ini mengakibatkan banyaknya pengguna yang menggunakan laboratorium tersebut merasakan ketidaknyamanan dalam melakukan penelitian. Temperatur yang tinggi pada Laboratorium Teknik Mesin dihasilkan oleh kondisi ruangan, mesin ataupun peralatan didalam nya dapat mengeluarkan suhu panas. Selain itu, ruangan tersebut dapat menghasilkan panas akibat paparan sinar matahari, yang membuat atap ruangan tersebut mengeluarkan radiasi panas ke dalam ruangan laboratorium. Kualitas sirkulasi udara dan tingkat kenyamanan termal adalah elemen yang memiliki dampak pada perilaku individu saat beraktivitas di dalam ruangan,

termasuk dalam konteks proses belajar-mengajar. Dengan sirkulasi udara yang memadai dan kenyamanan termal yang optimal, mahasiswa memiliki kemungkinan lebih besar untuk menjaga fokus saat beraktivitas, dan hal ini juga mendukung kesejahteraan mereka.

Pada kondisi ini sumber panas dalam ruangan berasal dari panasnya bahan-bahan mesin yang sering digunakan dan panas radiasi matahari melalui atap seng serta sangat sedikit aliran udara yang masuk dan keluar bangunan sehingga dapat menambah beban panas pada ruang dalam laboratorium. Hal tersebut berasal pada panas ruangan yang terperangkap di dalam ruangan dan tidak adanya saluran pertukaran udara dalam dan udara luar (Suma'mur P.K, 1984).

Berdasarkan permasalahan diatas, Laboratorium Teknik Mesin dapat dijadikan objek penelitian karena laboratorium merupakan ruang yang aktif digunakan bagi para mahasiswa, selain itu semakin banyak pengguna di dalam ruang laboratorium maka akan menimbulkan kenaikan suhu dan dapat mempengaruhi kenyamanan termal pada ruang tersebut. Karena kenyamanan termal memegang peranan yang penting dalam semua jenis ruangan dan bangunan. Ini diperlukan untuk menciptakan lingkungan belajar yang mendukung serta hasil yang memuaskan bagi penghuninya dan merupakan keadaan mutlak yang dirasakan manusia ketika seseorang tersebut berada di suatu tempat disebuah lingkungan. Manusia secara sadar atau tidak sadar mampu beradaptasi terhadap perubahan termal yang terjadi. Untuk mencapai tingkat kenyamanan termal yang diinginkan, diperlukan pengendalian dan adaptasi oleh pengguna, termasuk mengatur sistem ventilasi, menggerakkan sirkulasi udara secara mekanik, memasang tirai di area bangunan yang terkena langsung sinar matahari, dan bahkan menyarankan desain perangkat perlindungan matahari untuk mengurangi panas dari radiasi (Santoso, 2012). Melihat kondisi ini maka dilakukannya penelitian untuk mengetahui sejauh mana tingkat kenyamanan termal pada setiap ruang Laboratorium Teknik Mesin Universitas Malikussaleh.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode kuantitatif dan metode penelitian deskriptif kualitatif. Penelitian kuantitatif menurut (Sugiyono, 2013) adalah penelitian yang digunakan untuk meneliti kondisi objek dengan teknik pengumpulan data informasi memakai perlengkapan alat ukur/instrument sebagai acuan untuk mengenali pengaruh variabel dependen (hasil), serta meningkatkan model matematis, menghubungkann keterkaitan antara teori dengan fenomena alam. Metode kuantitatif mencakup pengukuran dan pengamatan secara langsung pada variabel yang berperan dalam kenyamanan termal seperti temperatur, kelembaban, kecepatan angin, aktifitas dan pakaian. Penelitian secara langsung dengan pengukuran menggunakan beberapa alat yaitu *Environment Meter* sebagai alat ukur suhu serta kelembaban udara ruangan, dan *Anemometer* sebagai alat pengukur kecepatan udara dalam dan luar ruangan. Nilai hasil pengukuran dan pengamatan tersebut, dimasukkan pada kalkulator termal yaitu *CBE thermal comfort tools* sehingga diperoleh nilai PMV dan PPD, kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Metode kualitatif dilakukan dengan cara wawancara langsung dengan pengguna di Laboratorium Teknik Mesin Unimal dan sebagai pelengkap dalam penelitian ini memakai pendekatan deskriptif. Mendeskripsikan foto, dari objek dan memudahkan dalam menguasai objek yang di bahas dengan bentuk dimensi, grafik, gambar, warna, dan sebagainya.

Kedua metode di atas yang akan digunakan dalam penelitian yaitu “*Analisis Tingkat Kenyamanan Termal dan Kepuasan Pengguna Pada Laboratorium Teknik Mesin Universitas Malikussaleh*”. Berikut varibel penelitian yang akan dijadikan tolak ukur dalam penelitian.

Kenyamanan Termal

Definisi kenyamanan dapat bervariasi dalam penilaian subjektif, dengan respon yang berbeda-beda dari individu ke individu lainnya (Oborne, 1995 dalam Putranto, 2018) Dalam pandangan ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating, Air-Conditioning Engineers*) kenyamanan termal diartikan sebagai situasi yang mencerminkan sejauh mana seseorang merasa puas dengan kondisi termal lingkungannya. Demikian menurut (Satwiko, 2009) kenyamanan termal ialah pandangan atau penilaian terhadap kepuasan individu terkait dengan kondisi termal di sekitarnya. Terdapat beberapa variabel yang menjadi indikator dalam menilai kenyamanan termal, baik dari segi lingkungan fisik (eksternal) maupun aspek personal (internal). Faktor lingkungan mencakup suhu udara, suhu radiasi, kecepatan udara, dan kelembaban. Sementara itu, faktor personal meliputi insulasi pakaian dan tingkat metabolisme (ASHRAE, 2017).

a. Suhu Udara (*air temperature*)

Suhu udara dibedakan menjadi dua, yaitu suhu udara normal dan suhu udara rata-rata (MRT = *Mean Radiant Temperature*) yang mempengaruhi suhu tubuh seseorang sebesar 66%. Standar suhu kenyamanan termal pada manusia yaitu 37°C dan apabila naik hingga 5°C ataupun turun sampai 2°C maka pengguna akan merasakan ketidaknyamanan atau bahkan bisa menimbulkan kematian. Sedangkan pada suhu udara lingkungan sekitar akan dikatakan nyaman pada suhu sekitar 25°C, dan apabila suhu sudah diatas 25°C maka tubuh manusia akan berkeringat.

b. Kelembaban (*air humidity*)

Kelembaban udara relatif di dalam sebuah ruangan adalah perbandingan antara konsentrasi uap air yang ada di udara dalam ruangan tersebut dengan konsentrasi uap air maksimum yang dapat ditampung oleh udara pada suhu yang sama. Kenyamanan untuk kelembaban relatif di Indonesia menurut (SNI, 2001), pada wilayah tropis, kelembaban udara yang direkomendasikan berkisar 40% sampai 50%.

c. Kecepatan Angin (*air speed*)

Kecepatan udara atau angin yang menyapu permukaan kulit dapat mempercepat pelepasan pada panas tubuh manusia melalui konveksi. Jika permukaan kulit basah maka penguapan mengakibatkan panas yang lebih besar. Pada suhu udara 25°C, kecepatan angin sebesar 0,5 m/detik membuat tubuh terasa 2°C lebih dingin, sedangkan kecepatan angin 1 m/detik bisa membuat tubuh terasa 3°C lebih dingin, meskipun dalam kenyataannya hanya 1,5°C (Darmawan, 2015).

d. Pakaian (*Clothes*)

Pakaian mempengaruhi proses perpindahan panas. Pada iklim dingin kita memakai pakaian tebal dan rapat agar panas tubuh tidak terbuang ke udara. Dalam keadaan kedinginan, tubuh akan bereaksi dengan cara menggigil. Sebenarnya, proses menggigil merupakan upaya tubuh untuk memperoleh panas secara mekanis (kontraksi otot). Kenyamanan termal hanya dibatasi oleh kondisi udara yang tidak ekstrim *Moderate Thermal Environment*, dengan keadaan manusia yang dapat beradaptasi pada perubahan suhu disekitarnya (Karyono, 1996)

e. Metabolisme Tubuh

Kenyamanan termal terjadi pada tubuh ketika kondisi tubuh seimbang terhadap radiasi panas sekitar 37°C. produksi panas di dalam tubuh terjadi dari hasil proses metabolisme yang dimana energi kimia dari makanan berubah menjadi energi mekanik pada aktivitas tubuh manusia. Kelembaban udara dapat mempengaruhi pelepasan kalor pada tubuh manusia apabila kelembaban udara tinggi maka dapat mengakibatkan ketidaknyamanan pada tubuh manusia begitu juga sebaliknya apabila kelembaban udara yang rendah dapat menimbulkan kulit kering pada tubuh manusia (Rizal, 2000)

Batasan Standar Kenyamanan Termal

Kenyamanan termal yang dialami oleh manusia akan berbeda serta dipengaruhi oleh variabel iklim di tiap individu. Menurut (BSN, 2011) dalam (SNI 03-6572-2001) tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung juga berlaku pada Laboratorium Teknik Mesin tersebut, ada 3 batasan kenyamanan termal yang aman dan nyaman bagi warga Indonesia. Batasan standart kenyamanan termal dapat disimpulkan pada tabel berikut.

Tabel 1. Batas Kenyamanan Termal

Kondisi	Temperatur Efektif (TE)	Kelembapan (RH)
Sejuk Nyaman	20,5°C – 22,8°C	50%
Ambang Bawah	25°C	80%
Nyaman Optimal	22,8°C – 25,8°C	70%
Ambang Batas	28°C	
Hangat Nyaman	25,8°C – 27,1°C	60%
Ambang Atas	31°C	

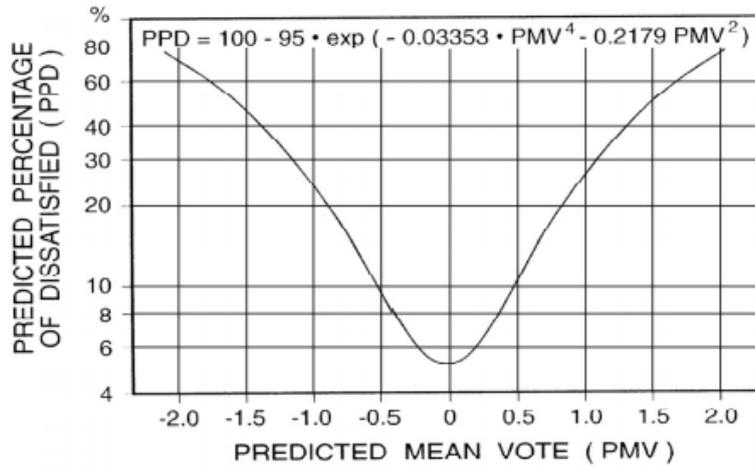
Indeks Kenyamanan Termal

Indeks kenyamanan termal adalah suatu ukuran yang digunakan untuk menggambarkan kualitas termal. Dalam konteks ini, indeks kenyamanan termal merupakan indikator yang digunakan untuk mengevaluasi kondisi termal lingkungan. Indikator ini dihasilkan dengan menggabungkan beberapa parameter yang telah diuji untuk menentukan tingkat kenyamanan termal secara matematis (Sugini, 2004). Indeks kenyamanan termal yang akan digunakan adalah PMV (*Predicted Mean Vote*). Indeks ini menggambarkan sensasi dingin dan panas yang dirasakan oleh manusia dalam skala -3 sampai +3. PMV berhubungan dengan 6 parameter dan mencerminkan persepsi rata-rata mengenai sensasi dingin dan panas oleh sejumlah orang. Perbedaan individual dihubungkan dengan PMV dan PPD (*Predicted Percentage of Disatisfied*), yang memperkirakan persentase ketidakpuasan.

Tabel 2. Hubungan antara PMV, PDD, dan sensasi termal (ASRAE 55, 2017)

PMV	Sensasi Termal	PPD
+3	Panas	100
+2	Hangat	75
+1	Sedikit Hangat	25
0	Netral	5
-1	Sedikit Sejuk	25

-2	Sejuk	75
-3	dingin	100



Gambar 1. PMV dan PPD

Variabel Penelitian

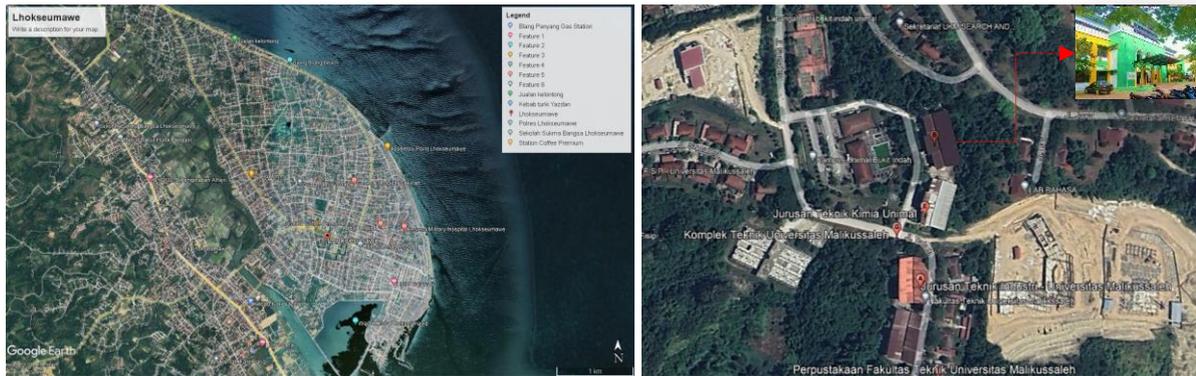
Variabel penelitian yang akan diteliti atau dipelajari bertujuan untuk mendapatkan informasi terkait penelitian tersebut sesuai indikator yang ditentukan oleh aspek penelitian yang telah disusun.

Tabel 3. Variabel Penelitian

Lokasi	Landasan Teori	Variabel	Indikator	Kebutuhan Data
Gedung Laboratorium Teknik Mesin Unimal	Standar Amerika ASHRAE 55-2017	Faktor Lingkungan (Eksternal)	Suhu Udara Kecepatan Angin Kelembapan Udara	Data hasil pengukuran dari tiap titik pengukuran yang telah ditentukan
		Faktor Personal (Internal)	Insulasi Pakaian (<i>Clo-Value</i>) Tingkat Metabolisme (<i>metabolic rate</i>)	Jenis pakaian yang digunakan pengguna laboratorium Pengamatan terhadap kegiatan yang dilakukan pengguna laboratorium

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gedung Laboratorium Teknik Mesin (Laboratorium Konversi Energi, Laboratorium Rekayasa Bahan, Laboratorium Manufaktur, Laboratorium Konstruksi) jalan Batam Kampus Bukit Indah, Bathupat, Blang Pulo, Muara Satu, Kota Lhokseumawe, Aceh 24355



Gambar 2. Peta Lokasi Gedung Teknik Mesin Unimal

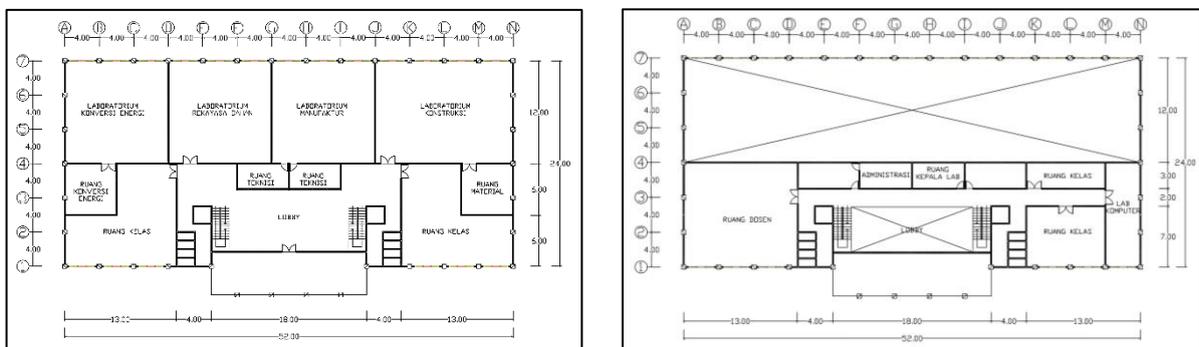
Deskripsi Data

Kondisi lingkungan sekitar bangunan gedung kampus ini berdekatan dengan gedung kampus lainnya yang berada di depan dan di samping kanan kiri serta di belakang gedung tersebut sedan gada pembangunan yang akan dibuat. Seperti yang diketahui, gedung kampus ini berada di pada urban Kota Lhokseumawe yang di kelilingi sebagian hutan.



Gambar 3. Gedung Teknik Mesin Unimal

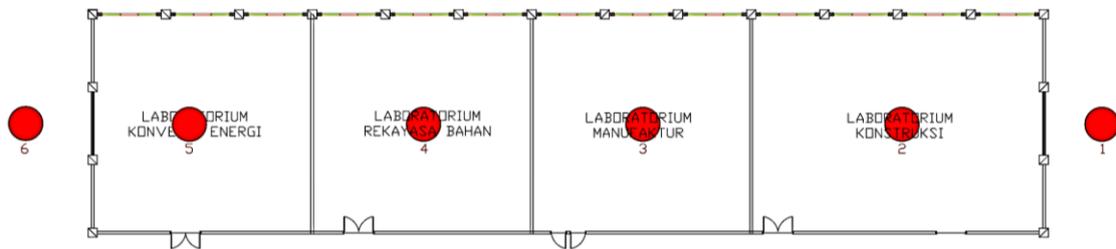
Dalam penelitian memilih bertujuan untuk mengetahui kenyamanan termal pada Gedung Teknik Mesin dalam memenuhi kebutuhan mahasiswa dan pengajar sebagai sarana pendidikan. Metode yang digunakan adalah *Predicted Percentage Dissatisfied* dan *Predicted Mean Vote*, sebagaimana dijelaskan dalam (ASHRAE Standard 2017) mengenai kondisi termal lingkungan untuk manusia dan (SNI, 2001) yang mengatur perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara dalam bangunan gedung.



Gambar 4. Denah Gedung Teknik Mesin Unimal

Pada titik pengukuran ini dilakukan pada ruang-ruang Laboratorium pada Gedung Teknik Mesin,

dengan mengukur temperatur udara, kelembapan, dan kecepatan angin di dalam ruangan laboratorium.



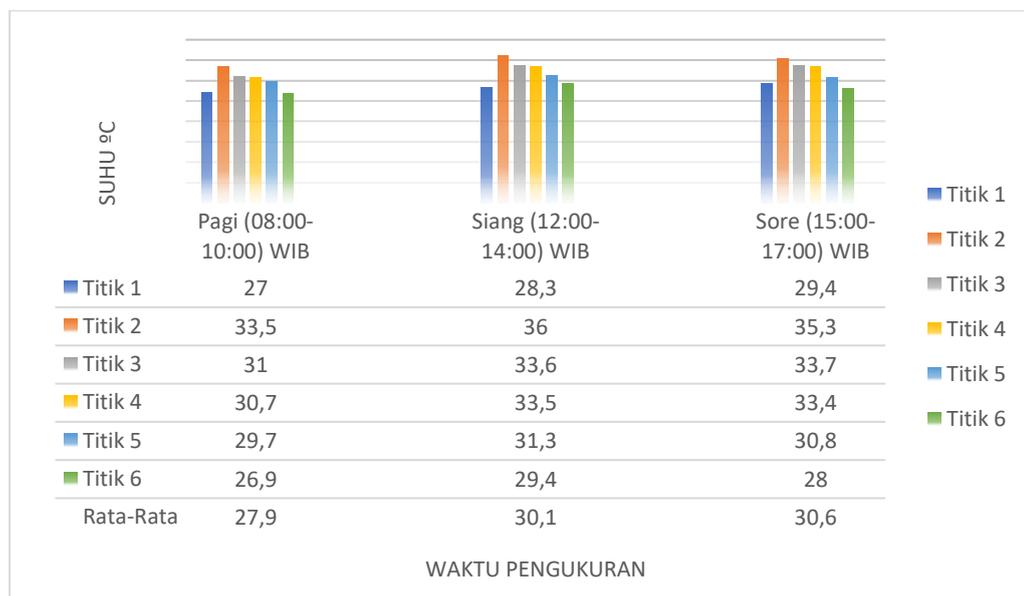
Gambar 5. Denah Titik Pengukuran Laboratorium Teknik Mesin

Analisis Hasil Pengukuran Eksternal

Pengukuran dilakukan pada 6 titik yaitu titik 1 pada teras bangunan di bagian kanan, titik 2 pada ruang laboratorium konstruksi, titik 3 pada ruang laboratorium manufaktur, titik 4 pada ruang laboratorium rekayasa bahan, titik 5 pada laboratorium konveksi energi dan titik ke 6 dilakukan di teras bangunan bagian kiri pada gedung Teknik Mesin. Parameter yang diukur pada keenam titik tersebut sesuai dengan standar dari ASHRAE-55, yaitu suhu udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin. Setelah dilakukannya pengukuran kemudian data-data tersebut dikumpulkan dan dianalisis melalui *Software Microsoft Excel* untuk mendapatkan nilai rata-rata pada tiap titiknya.

a. Temperatur Udara

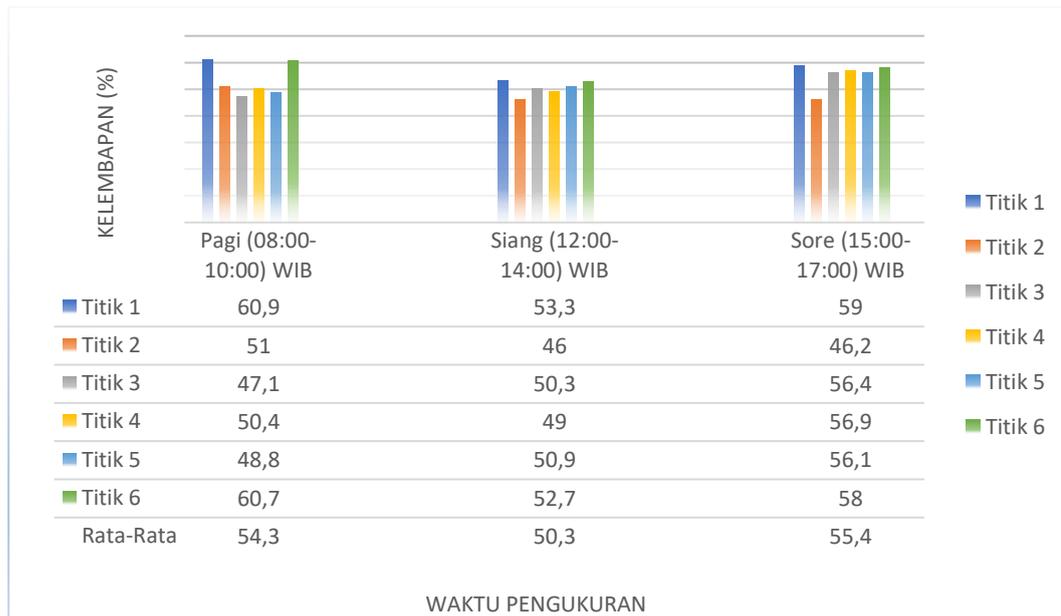
Temperatur udara pada titik pengukuran 2, 3, 4 dan 5 cenderung lebih tinggi karena temperatur udara ikut dipengaruhi mesin yang sedang di uji coba atau di teliti.



Gambar 6. Grafik Rata-Rata Pengukuran Temperatur Udara

b. Kelembapan Udara

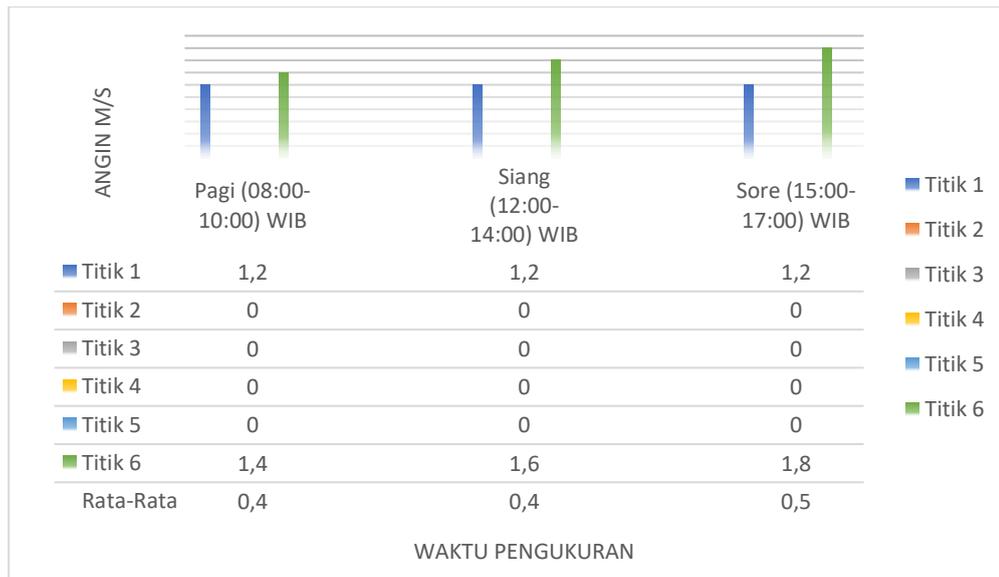
Urutan rata-rata kelembapan udara dari yang tertinggi dimulai pada pengukuran Sore (15:00-17:00) WIB yang mencapai 55,4% lalu pada Pagi (08:00-10:00) WIB 54,3% dan Siang (12:00-14:00) WIB sebesar 50,3%.



Gambar 7. Grafik Rata-Rata Pengukuran Kelembapan Udara

c. Kecepatan Angin

Perbedaan rata-rata disebabkan karena titik yang berada didalam ruangan tidak adanya hembusan angin dan jika berada pada titik 1 dan 6 adanyan hembusan angin karena berada di teras bagian samping bangunan.



Gambar 8. Grafik Rata-Rata Pengukuran Kecepatan Angin

Analisis Hasil Pengukuran Internal

a. Nilai Insulasi Pakaian

Insulasi pakaian yang dikenakan para pengguna laboratorium diperoleh melalui pengamatan langsung di dalam laboratorium.

Tabel 4. Nilai Insulasi Pakaian

No	Jenis Pakaian	Clo	Sumber
1	Pakaian dalam	0,04	
2	Baju kemeja lengan panjang	0,25	
3	Celana Panjang tebal	0,24	
4	Kaos kaki	0,03	SNI 03-6572-2001
5	Sepatu	0,02	
Jumlah nilai clo setiap jenis pakaian		0,52	
Total Nilai Clo + $(0,727 \times (0,52) + 0,113)$		0,49	

b. Nilai MET

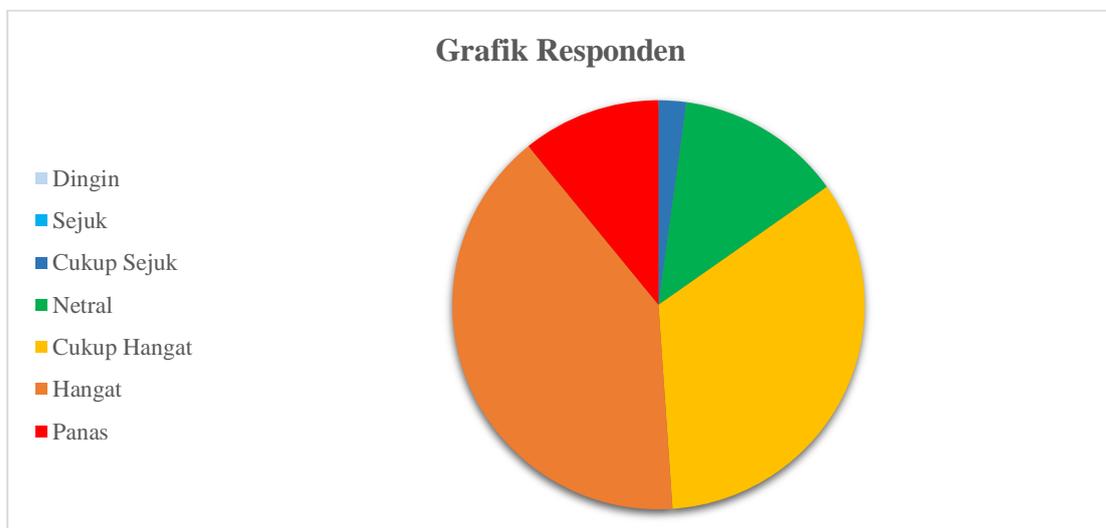
Nilai metabolisme didapat melalui observasi secara langsung dengan mengamati aktivitas para pengguna laboratorium.

Tabel 5. Nilai Metabolisme

No	Aktivitas	MET	Sumber
1	Mengangkat	2,1	ASHRAE 55-2017
2	Pekerjaan Mesin (Berat)	4,0	

Analisis Hasil Survei

Pada (Sugini, 2004) menjelaskan tentang individu yang telah lama tinggal di daerah cenderung panas memiliki tingkat toleransi yang lebih baik terhadap suhu yang dingin begitu pun sebaliknya. Penjelasan ini mengindikasikan bahwasannya kenyamanan termal juga dipengaruhi oleh tiap individu untuk beradaptasi terhadap aktivitas di lingkungan sekitar.

**Gambar 9. Grafik Presentasi Tingkat Kenyamanan Laboratorium Berdasarkan Wawancara**

Berdasarkan hasil penelitian wawancara mengenai tingkat kenyamanan termal pada laboratorium mengindikasikan bahwasannya kondisi laboratorium termasuk pada kategori panas.

Pada titik di luar bangunan responden menganggap bahwasannya sensasi termal berdasarkan indeks kenyamanan PMV masih dapat dikatakan nyaman dikarenakan pada luar bangunan terdapat angin yang menetralkan kondisi tubuh saat mengalami radiasi metabolisme. Tetapi pada ruangan dalam bangunan laboratorium responden menganggap bahwasannya sensasi termal pada setiap ruang laboratorium tidak dapat dikatakan nyaman dikarenakan tidak adanya angin yang berhembus ke dalam bangunan. Selain itu menurut responden, laboratorium akan terasa lebih sejuk apabila terjadinya hujan yang dapat memberikan suhu pada bangunan dalam lebih nyaman, hal ini terjadi karena suhu luar bangunan yang turun akan mempengaruhi suhu dalam bangunan.

Analisis Kenyamanan Termal

Berdasarkan analisis yang mengacu pada hasil kenyamanan termal menurut standar ASHRAE-55 terdapat pada tabel 4.9 terlihat bahwa hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa hasil perhitungan rata-rata *Predicted Mean Vote* (PMV) dan *Predicted Percentage of Dissatisfied* (PPD) menunjukkan bahwa ketiga waktu pengukuran tersebut tidak memenuhi standar kenyamanan termal yang diinginkan. Nilai PMV tidak berada pada rentang -0,5 hingga +0,5, sedangkan nilai PPD pada penelitian melebihi 20%. Selain itu, parameter kenyamanan termal lainnya seperti temperatur udara melewati batas ketentuan nilai ASHRAE Standard 55-2017, akan tetapi kelembapan udara telah memenuhi ketentuan nilai ASHRAE Standard 55-2017. Meskipun kelembapan udara telah memenuhi standar, tetapi untuk parameter lainnya menunjukkan ketidaknyamanan terhadap laboratorium tersebut, bahkan melebihi standar yang telah ditetapkan.

Tabel 6. Rekapitulasi hasil analisis kenyamanan termal berdasarkan ASHRAE 2017

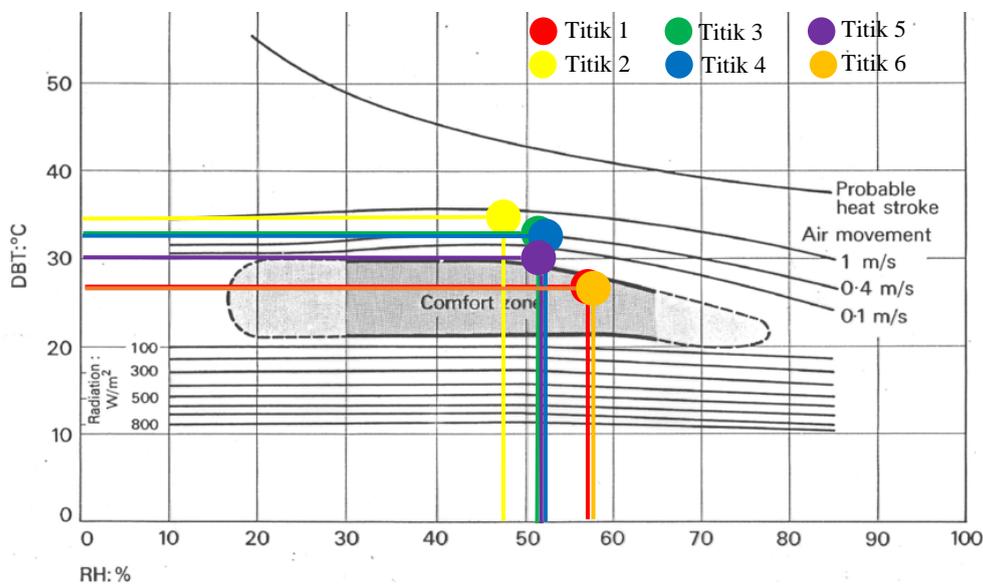
Parameter	Standar ASHRAE-55 2017	Rata-Rata					
		1	2	3	4	5	6
Temperatur Udara (°C)	23°C - 26°C	28,2	34,9	32,7	32,5	30,6	28,1
Kelembaban Udara (%)	30% - 70%	57,4	47,7	51,2	52,1	51,9	57,1
Kecepatan Angin (m/s)	> 0,2m/s	1,2	0	0	0	0	1,6
Temperatur Radiasi	23 °C - 26 °C	-					
Nilai Insulasi Pakaian (clo)	-	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
Metabolisme (MET)	-	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Nilai PMV	-0,5 - +0,5	+0,81	+3,1	+2,5	+2,53	+2,08	+0,66
Skala PMV	Agak Sejuk – Agak Hangat	Sedikit Hangat	Panas	Panas	Panas	Hangat	Sedikit Hangat
PPD%	0% - 20%	20	99,3	87,6	88	69,6	36

Keterangan:

: Tidak Sesuai Standar ASHRAE-55

Hasil tabel di atas merupakan gambaran yang menunjukkan tingkat kenyamanan termal yang paling rendah ada pada waktu pagi hari dibandingkan dengan kedua sesi lainnya yang mencapai kenyamanan termal lebih tinggi. Berdasarkan hasil PMV dan PPD serta tanggapan pengguna melalui wawancara langsung dapat disimpulkan bahwa berada didalam laboratorium tersebut menunjukkan tidaknyaman dalam hal kenyamanan termal.

Analisis terhadap kenyamanan termal di laboratorium yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kondisi termal di ke-empat ruang laboratorium tidak memenuhi standar kenyamanan termal yang ditetapkan oleh ASHRAE. (Victor Olgyay et al., 1963) dalam *bioclimatic chart* nya antara hubungan elemen iklim dengan kenyamanan, jika grafik menggambarkan kondisi termal berada di atas zona kenyamanan, langkah-langkah perbaikan dan korektif diperlukan untuk mengembalikan kenyamanan.



Gambar 8. Grafik Zona Nyaman Titik Pengukuran 3 Waktu

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat dilihat bahwasannya temperatur udara dan kelembaban yang dianalisis menggunakan *bioclimatic chart*, keseluruhan titik pengukuran berada di atas zona nyaman, dimana untuk mengembalikan kenyamanan dibutuhkan angin dengan kecepatan 1 m/s. Menurut (Victor Olgyay et al., 1963), upaya perbaikan dapat dilakukan dengan cara alami, yaitu dengan memanfaatkan elemen-elemen iklim seperti sirkulasi udara. Namun, ada situasi tertentu di mana solusi alami tidak memungkinkan atau kurang efektif.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka didapati bahwa tingkat kenyamanan termal pada Laboratorium Teknik Mesin Unimal belum memenuhi standar kenyamanan termal dari ASHRAE-55, dimana hasil yang didapat setelah dilakukan pengujian terhadap *software CBE Thermal Comfort Tool* nilai yang keluar pada tiap titik pengukuran di jam pagi, siang, dan sore mendapatkan hasil *slightlywarm* bahkan mendapatkan hasil *warm* hingga sampai mendapatkan hasil *hot* pada skala PMV jika sudah menjelang siang hari. Hal ini dapat menimbulkan tidak fokusnya melakukan aktifitas penelitian didalam ruang laboratorium. Selain itu tingkat kepuasan pada

pengguna banyak yang merasakan tinyak nyaman secara termal dikarenakan tidak adanya pergerakan angin ketika didalam laboratorium. Dengan kata lain suhu dan kondisi termal didalam laboratorium sangat jauh dari kondisi yang dianggap nyaman oleh standar ASHRAE-55.

DAFTAR PUSTAKA

- ASHRAE, S.-55. (2017). ASHRAE Standard 55-2020 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. *Ashrae, 8400(55)*.
- ASHRAE Standard 170. (2017). Ventilation of Health Care Facilities. *Ashrae, 8400*.
- BSN. (2011). SNI 6390:2011 tentang Konservasi Energi pada Sistem Tata Udara. *Sni 6390:2011*, 1–19.
- Karyono, T. H. (1996). *Arsitektur, Kenyamanan Termal dan Energi. Jurnal Semarang Universitas Soegrijapranata*.
- PERMEN No.05/th2018. (1980). *Peraturan Pemerintah No. 5 Tahun 1980 Tentang Pokok-Pokok Organisasi Universitas/Institut Negeri. 1980(1)*, 1–25.
- Putranto, N. F. (2018). Landasan teori dan program Museum Perfilman Indonesia di Jakarta. <https://Medium.Com/>, 1–105. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- Rizal, hari P. dan. (2000). Pengaruh Kelembaban, Temperatur Udara dan beban Kerja Terhadap Kondisi Faat Tubuh Manusia. *Logika, ISSN: 1410-2315, Volume 4,*.
- Santoso, E. I. (2012). Kenyamanan Termal Indoor Pada Bangunan Di Daerah Beriklim Tropis Lembab. *Indonesian Green Technology Journal, 1(1)*, 13–19.
- Satwiko, P. (2009). *Fisika Bangunan.pdf*.
- SNI, 03-6572-2001. (2001). *Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung . 1–55*.
- Sugini, D. (2004). *Kenyamanan Termal Ruang (Konsep Penerapan Pada Desain)*. Yogyakarta. Graha Ilmu.
- Sugiyono, D. (2013). Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D. In *Penerbit Alfabeta*.
- Suma'mur P.K. (1984). *Hygene Perusahaan dan Keselamatan Kerja*. Cetakan ke 2 PT Gunung Agung Jakarta. <http://shadibakri.uniba.ac.id/wp-content/uploads/2016/03/Buku-Ergonomi.pdf>
- Victor Olgyay, Aladar Olgyay, Donlyn Lyndon, Olgyay, V. W., Reynolds, J., & Yeang, K. (1963). *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism - New and expanded Edition*.
- Yaman, E., & Pd, S. (2016). *Pengoptimalan Peran Kepala Labor dalam Menunjang Pembelajaran IPA di SMPN 7 Kubung. 1(1)*, 63–71.

Copyright holder:

Fahdea Helfialna, Adi Safyan, Sisca Olivia (2023)

First publication right:

ETNIK : Jurnal Ekonomi dan Teknik