

## **ANALISIS PENGARUH KELEMBAPAN RUANG TERHADAP KERUSAKAN FISIK BANGUNAN, STUDI KASUS: KANTOR YAYASAN RAJA ALI HAJI**

Mutiara Yaumil Atika<sup>1\*</sup>, Apriliana Hidayati Nurdin<sup>2</sup>, Andrie Herdiansyah<sup>3</sup>

Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning

\*[mutiara@unilak.ac.id](mailto:mutiara@unilak.ac.id)

### **Abstrak**

Indonesia memiliki sebuah sistem yang mengatur pembangunan di Indonesia guna memperpanjang usia produktif guna bangunan dan mengurangi angka bangunan Gedung yang terbengkalai karena sudah tidak layak pakai. Sistem ini adalah Sertifikat Laik Fungsi yang isi dari peraturan ini diatur pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang No. 27/PRT/M/2018 yang berbunyi bahwa SLF harus dimiliki oleh pemilik bangunan sebelum bangunan boleh difungsikan dan harus diperbaharui dalam jangka waktu tertentu. SLF meminta pemilik bangunan untuk memeriksa kondisi bangunannya dalam masa 5-20 tahun tergantung dari jenis bangunan tersebut. Tingkat kelembapan yang tinggi akan mempengaruhi Kesehatan penggunan bangunan dan juga mempengaruhi kondisi fisik bangunan. Kelembapan udara adalah jumlah partikel air yang terkandung di dalam udara dalam satu waktu. Penelitian dilakukan di Gedung Kantor Yayasan Raja Ali Haji sebagai sebuah kator yang diakses oleh publik. Gedung ini dikategorikan sebagai Gedung khusus. Penelitian akan menggunakan hygrometer untuk mengukur kadar kelembapan udara dan perubahan suhu untuk mencari kelembapan relative (*Humidity Relatives*) dan disimulasikan menggunakan *psychometric chart* untuk melihat perkembangan perubahan tingkat kelembapan dan kerusakan fisik bangunan. Kepentingan kajian ini ialah untuk melihat keterhubungan kelembapan udara dan progresif kerusakan fisik bangunan sehingga dapat diberikan perencanaan pemeliharaan bangunan yang lebih baik dan bangunan secara fisiknya dapat bertahan lebih lama.

**Kata kunci:** Kelembapan, SLF, Kerusakan

### **Abstract**

*Indonesia has a system that regulates development in Indonesia to extend the productive life of buildings and reduce the number of buildings that are abandoned because they are no longer suitable for use. This system is a Functional Worthy Certificate, the contents of this regulation are regulated in PUPR Ministerial Decree No. 27/PRT/M/2018 which states that SLF must be owned by the building owner before the building can be used and must be renewed within a certain period of time. SLF asks building owners to check the condition of their buildings within 5-20 years depending on the type of building. High humidity levels will affect the health of building users and also affect the physical condition of the building. Air humidity is the number of water particles contained in the air at one time. The research was*

*conducted in the Raja Ali Haji Foundation Office Building as an office that is accessible to the public. This building is categorized as a special building. The research will use a hygrometer to measure air humidity levels and temperature changes to find relative humidity (Humidity Relatives) and simulate using a psychrometric chart to see the development of changes in humidity levels and physical damage to buildings. The importance of this study is to see the relationship between air humidity and the progressive physical damage to buildings so that better building maintenance planning can be provided and the building can physically last longer.*

**Keywords:** Humidity, SLF, Damage

## A. PENDAHULUAN

Bangunan Gedung dibangun ialah untuk memenuhi kebutuhan manusia dan sebagai sarana prasarana dalam melakukan aktifitas. Terdapat beberapa jenis bangunan yang umum dibangun seperti sebagai tempat tinggal, tempat penyimpanan, kantor, dan lain-lain. Seperti layaknya sebuah benda yang diciptakan oleh manusia, bangunan Gedung memiliki usia produktif yang mana maksudnya adalah bangunan tersebut dapat diperkirakan masa nya untuk dapat digunakana secara aktif. Law (2008) mengatakan bahwa bentuk fisik dari suatu Gedung bangunan sangat berpengaruh pada usianya. Setiap bangunan memiliki usia sendiri bergantung pada material dan cara perawatannya. Bangunan yang dibangun dengan menggunakan bahan beton bertulang diperhitungkan dapat bertahan hingga 50 tahun apabila dirawat dengan baik (Chen, 2014).

Di Indonesia, Sertifikat Laik Fungsi (SLF) belum dikenal dengan baik oleh masyarakat. Santoso (2009) melakukan penelitian tentang pemahaman masyarakat di Ternate, Maluku Utara tentang SLF menghasilkan data 44.53% insinyur, konsultan perancangan, dan pemilik bangunan mengatakan tidak mengetahui tentang SLF. Iskandar (2013) melakukan penelitian yang serupa di D.I. Yogyakarta dan mendapati bahwa SLF juga tidak dikenal dengan baik oleh warga setempat.

Sertifikat Laik Fungsi diatur pada Undang-Undang Bangunan Gedung No. 28/2002 dan PP Bangunan Gedung No. 36/2005. Kandungan isi dari regulasi ini diatur pada Peraturan Menteri No 25/PRT/2007 yang menyebutkan bahwa SLF adalah Sertifikat yang dibuat oleh pemerintah untuk menyatakan kelayakan bangunan kecuali bangunan khusus dalam urusan administrasi dan teknikal sebelum bangunan tersebut dapat digunakan. Tidak berhenti sampai disitu, SLF juga merupakan sertifikat yang harus diperbaharui setiap 5-20 tahun tergantung dari jenis dan fungsi bangunan tersebut.

Sertifikat ini juga merupakan salah satu upaya pemerintah untuk menjaga agar bangunan digunakan sebagaimana semestinya dan mengurangi kasus-kasus bangunan

yang rusak dalam jangka waktu yang singkat. Ariana (2017) mengatakan bahwa sistem adalah suatu interaksi maupun kumpulan dari beberapa permasalahan atau bagian dari komponen yang saling bekerja untuk mencapai satu tujuan. Peraturan Menteri PUPR (2008) menyebutkan bahwa untuk menjaga ketahanan dari suatu bangunan perlu diadakan pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) agar bangunan tersebut selalu dalam keadaan baik.

Dilihat dalam aspek kesehatan, dapat diperhatikan bahwa dalam melakukan pembangunan harus diperhatikan syarat penghawaan, pencahayaan, sanitasi, dan penggunaan bahan bangunan Gedung. Bermakna bahwa kelembapan udara sangat berpengaruh dalam aspek-aspek keandalan bangunan. Penghawaan yang tidak baik, pencahayaan yang buruk, dan sanitasi yang tidak sesuai standar akan menciptakan suasana lembab dan mengakibatkan jamur bertumbuh. Jamur-jamur tersebut membuat kelembapan udara semakin memburuk dan tidak terkadang menjadi sumber penyakit bagi pengguna bangunan tersebut apabila terpapar dalam jangka waktu tertentu.

Penelitian ini mengidentifikasi tingkat kelembapan ruangan pada Gedung yang telah digunakan lebih dari lima tahun dengan kerusakan fisik yang dapat dilihat secara kasat mata. Objek penelitian adalah Gedung Kantor Yayasan Raja Ali Haji yang telah beroperasi lebih dari waktu yang ditentukan dengan tujuan menjawab idealitas dari peraturan SLF yang meminta pemilik bangunan untuk melakukan pemeriksaan fisik setiap lima tahun. Tujuan secara luas dari penelitian adalah melihat tingkat kelembapan udara idealnya suatu ruangan yang berlaku di Kawasan beriklim tropis.

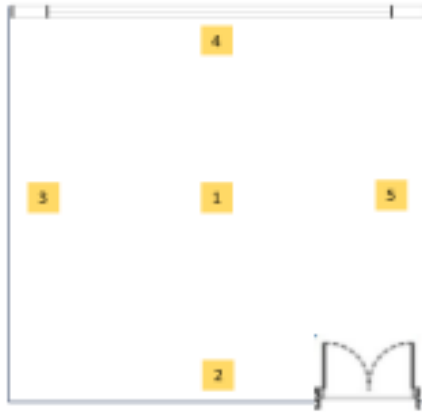
## **B. METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan adalah analisis deskriptif kuantitatif dengan tujuan mengidentifikasi sebab dan akibat hubungan antara dua variabel dan menilai akibat yang dihasilkan. Variabel yang digunakan adalah tingkat kelembapan pada suatu ruang dan hubungan akibatnya terhadap kerusakan fisik yang dapat dilihat secara kasat mata. Penelitian menggunakan simulasi suhu efektif dan *psychometric chart* yang menggambarkan diagram sifat termodinamik udara secara grafikal. *Psychometric chart* digunakan untuk menghitung kelembapan relatif (*Relative Humidity* akan disingkat RH) dengan melihat perbandingan antara jumlah aktual dan jumlah maksimal dari uap air pada suatu ruangan tertentu. Maka dari itu, sumber pengambilan data dapat dibagi atas tiga bagian, yaitu:

### **1. Observasi dan Pengukuran lapangan**

Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan data perubahan tingkat kelembapan dari sudut-sudut ruang yang dijadikan sebagai objek penelitian. Pengukuran dilakukan

dengan membagi ruang komunal/rapat di kantor Yayasan Raja Ali Haji yang berada di lantai dua ke dalam lima titik pengukuran seperti yang terlihat pada Gambar 1. Kondisi titik pengukuran dilakukan sejauh 30 cm dari permukaan dinding. Pengukuran dilakukan pada bulan Mei-Desember 2023 dan dilakukan selama 2 minggu setiap bulannya. Pengambilan data juga dilakukan pada waktu yang sama yaitu pukul 10.00 WIB dan diamati selama satu jam guna menyamakan kondisi ruang sepanjang tahun. Kondisi dilapangan dikontrol dalam kondisi pintu dan jendela tertutup dan pendingin ruangan tidak dinyalakan.



Gambar 1. Denah titik pengukuran ruang  
(Sumber: Data pribadi, 2023)

## 2. Simulasi Suhu Efektif

Setelah mendapatkan data hasil pengukuran Tingkat kelembapan ruangan komunal atau ruang rapat pada Gedung Kantor Yayasan Raja Ali haji yang menggambarkan kondisi kenyamanan kandungan air di udara, maka tahap selanjutnya adalah mencari range nilai suhu efektif pada suatu Kawasan tertentu dengan menggunakan diagram effective temperature (ET). Berdasarkan data rata-rata suhu udara tahunan kota Pekanbaru pada tahun 2020-2022 yang dilakukan oleh BMKG Stasiun Meteorologi Sultan Syarif Kasim II. Maka diperoleh data sebagai berikut:

- a.  $T_{max}$  / Temperatur kering : 27,70 °C
- b.  $T_{min}$  / Temperatur lembab : 22,20 °C

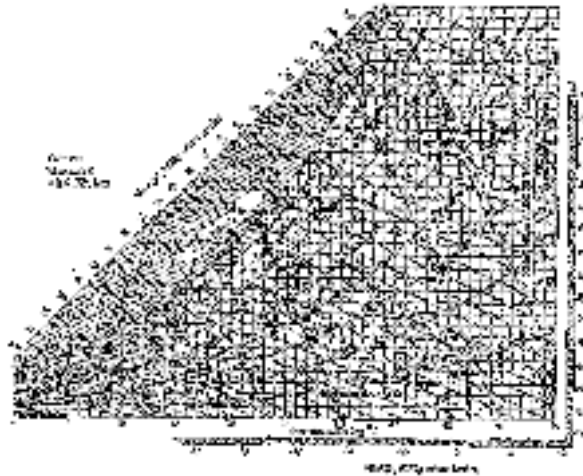
## 3. Simulasi Kecenderungan Kadar air di udara

Diagram Psikometrik digunakan untuk mengetahui kesenjangan keseimbangan antara kadar air di udara dalam kondisi udara kering dan mencari range kondisi ruang tertentu. Diagram ET berpengaruh dalam penggambaran keseimbangan antara suhu

dengan kadar udara di udara kering. Keterhubungan antara kedua diagram tersebut diambarkan ke dalam **Gambar 2** dengan rumusan sebagai berikut:

$$X = 0.622 \frac{RH \cdot Psaturasi}{P - (RH \cdot Psaturasi)}$$

- X = Rasio Kelembapan  
RH = Kelembapan Udara  
P = Tekanan atmosfer di udara (101325 Pa)  
Psaturasi = Tekanan Sturasi air pada udara



Gambar 2. Diagram Psikometrik  
(Sumber: *google.com*)

#### 4. Spesifikasi Alat dan Cara Pengambilan Data

Alat yang digunakan pada penelitian adalah Lutron LM-8010 Environemnt Meter. Alat ini merupakan alat yang digunakan untuk mengambil data anemometer, kelembapan, suhu, dan cahaya. Cara penggunaan Lutron LM-8010 dilakukan dengan meletakkan alat sesuai dengan titik-titik yang ditentukan. Pengambilan data diambil di waktu yang sama. Perlakuan tersebut bertujuan untuk melihat kecenderungan kelembapan udara pada ruangan dalam satu waktu yang sama.



### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi interior ruang pada saat penelitian cukup baik. Ruang yang di cat dengan warna *cream* dan hijau ini memiliki satu buah kabinet, satu buah meja bundar, 12 buah kursi, dua buah AC, empat buah foto, dan satu jam dinding. Dinding

berwarna hijau merupakan cat yang lama dan warna *cream* merupakan cat baru. Namun, terdapat kerusakan fisik yang dapat langsung dilihat secara kasat mata. Perhatikan Tabel 1 berikut yang merupakan dokumentasi kondisi di lapangan:

Tabel 1. Kondisi fisik bangunan

	<p><b>A. Terdapat Bercak jamur pada salah satu sudut ruangan</b></p>
	<p><b>B. Berjak jamur yang juga mengakibatkan keretakan pada dinding</b></p>
	<p><b>C. Lapisan cat tembok merenggang dari tembok dan akan mengelupas</b></p>

	<p><b>D. Pengelupasan cat pada bagian bawah dinding lama</b></p>
	<p><b>E. Pengelupasan cat pada area dekat jendela</b></p>

(Sumber: Data pribadi, 2023)

### 1. Analisis Hasil Pengukuran

Teknik pengukuran kelembapan udara pada ruang dengan menggunakan *hygrometer* telah dilakukan pada ruang komunal di gadung kantor yayasan Raja Ali Haji. Pengambilan data mengumpulkan data selama tujuh bulan dan dilakukan dalam 2 pekan setiap bulannya. Hasil pengukuran dapat dilihat dalam Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil rata-rata pengukuran kadar kelembapan di ruang komunal

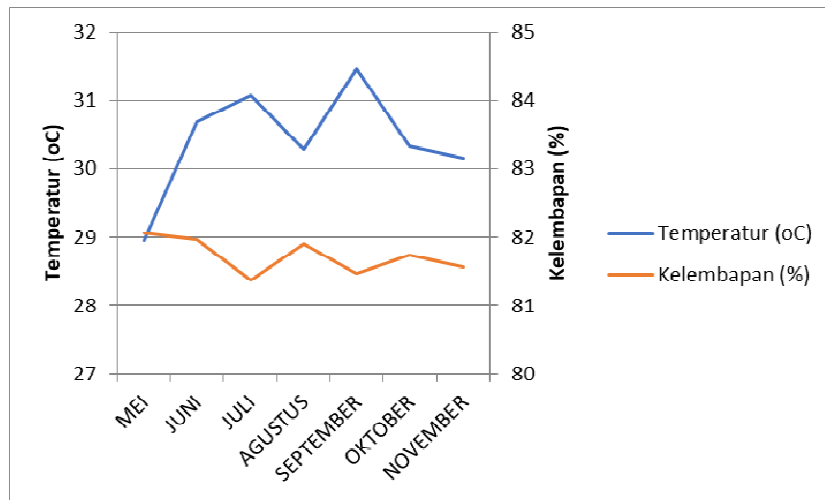
		MEI	JUNI	JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER
1	Temperatur (°C)	30,3	31,3	30,3	30,4	30,2	31,3	30,9
	Kelembapan (%)	81,8	82,0	80,8	80,7	81,2	81,5	81,4
2	Temperatur (°C)	32,5	29,2	31,4	31,1	30,5	30,0	30,8
	Kelembapan (%)	80,9	81,8	80,2	82,0	81,5	81,7	81,5
3	Temperatur (°C)	31,4	29,7	31,1	30,0	31,2	30,6	30,9
	Kelembapan (%)	82,0	81,8	80,3	81,7	81,8	81,7	80,5
4	Temperatur (°C)	27,9	32,5	31,1	30,8	31,2	29,9	29,0
	Kelembapan (%)	81,6	82,4	81,3	80,7	80,8	80,3	82,5
5	Temperatur (°C)	28,0	32,7	29,7	30,0	30,8	30,2	31,0
	Kelembapan (%)	82,2	82,0	81,3	82,5	83,0	81,2	82,2
6	Temperatur (°C)	28,0	29,7	31,2	28,1	31,7	29,9	30,5

	Kelembapan (%)	82,2	81,7	82,2	82,9	81,1	82,5	82,1
7	Temperatur (°C)	27,5	29,4	31,9	28,9	32,3	30,1	28,2
	Kelembapan (%)	82,3	82,5	82,0	83,0	81,6	82,9	82,5
8	Temperatur (°C)	27,9	29,5	32,0	30,6	32,4	31,2	30,4
	Kelembapan (%)	82,5	81,5	82,9	81,9	81,8	82,0	81,3
9	Temperatur (°C)	28,3	30,8	30,7	31,5	32,1	30,5	29,3
	Kelembapan (%)	82,2	81,5	81,0	81,9	81,6	82,1	81,5
10	Temperatur (°C)	27,8	32,2	31,4	31,5	32,1	29,5	30,6
	Kelembapan (%)	83,2	82,5	81,7	81,8	80,3	81,4	80,2
Rata-rata:								
	Temperatur (°C)	29,0	30,7	31,1	30,3	31,5	30,3	30,2
	Kelembapan (%)	82,1	82,0	81,4	81,9	81,5	81,7	81,6

(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2023)

Dalam Tabel 1 dapat dilihat bahwa suhu tertinggi yang tercapai adalah 32,7 °C pada bulan Juni dengan tingkat kelembapannya adalah 82% sedangkan suhu terendah yang tercapai adalah 27,5 °C pada bulan Mei dengan tingkat kelembapannya 82,3%. Rata-rata hasil pengambilan data memperlihatkan bahwa tingkat kelembapan pada ruang tersebut berkisar pada angka lebih besar daripada 80%. Tingkat kelembapan tertinggi tercapai pada angka 83,2% pada bulan Mei dengan suhu mencapai 27,8 °C sedangkan tingkat kelembapan terendah adalah pada angka 80,2% pada bulan November dengan suhu yang mencapai 30,6 °C.

Nilai rata-rata perbulannya untuk nilai temperatur dan kelembapan udara selama bulan Mei hingga November mengalami pola kemiripan data yang cukup sama. Saat terjadi kenaikan temperatur udara, secara bersamaan kelembapannya akan ikut menurun. Begitupun sebaliknya saat kondisi temperatur udara pada nilai terendah, kondisi kelembapan akan mengalami kenaikan. Sehingga dapat dinyatakan pada saat bulan terpanas di bulan September dengan temperatur udara 31,5°C, kelembapan udara menjadi menurun dengan nilai 81,5%. Kondisi data yang fluktuatif ini dapat diamati pada grafik Gambar 10 di bawah ini.



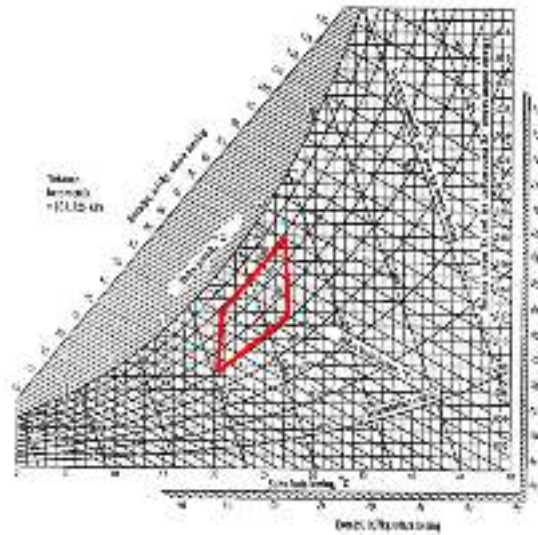
Gambar 3. Grafik temperature dan kelembapan udara bulan Mei-November  
(Sumber: Data pribadi, 2023)

## 2. Analisis Hasil Simulasi

Kenyamanan bangunan meliputi aspek kemandirian dan keselamatan, kenyamanan, dan kemudahan, serta kesehatan untuk mencapai suhu yang normal bagi manusia di setiap cuaca. Menentukan suhu cuaca normal mengacu pada standar kenyamanan termal Indonesia yaitu, SNI T-14-1993-03 yang meliputi:

- Sejuk Nyaman > Temperatur 20,5°C – 22,8°C, dengan Kelembapan 50-80%.
- Nyaman Optimal > Temperatur 22,8°C – 25,8°C, dengan Kelembapan 70-80%.
- Hampir Nyaman > Temperatur 25,8°C – 27,1°C, dengan Kelembapan 60-70%.

Berdasarkan standar kenyamanan termal tersebut, dapat diperkirakan dan diamati pada Gambar 4 di bawah ini yang memperlihatkan simulasi penempatan rentang kenyamanan dengan kategori Nyaman Optimal pada diagram psikometrik. Area zona nyaman ini yang menjadi acuan dalam memperlihatkan apakah kondisi ruang masih dalam batasan yang nyaman secara termal atau sudah tidak. Selain pada kategori tersebut, ambang batas maksimal masih dapat direfleksikan oleh area pada Hampir Nyaman. Di luar dari area itu, kondisi ruang sudah mulai mengalami ketidaknyamanan.



Gambar 4. Diagram Psikometrik batas Zona Kenyamanan Termal ruang  
 (Sumber: Data pribadi, 2023)

Hasil pengukuran di lapangan diketahui bahwa rata-rata temperatur udara di bulan terdingin adalah 29oC dengan Kelembapan 82,1%. Adapun hasil pengukuran temperatur udara pada bulan terpanas adalah 31,5oC dengan Kelembapan 81,5%. Hasil pengukuran menggambarkan kondisi ruang yang memiliki kelembapan yang dapat dikatakan tinggi dengan temperatur udara yang cukup tinggi pula, namun dengan rentang perbedaan nilai yang kecil. Sehingga dengan perhitungan berikut:

T = 29 °C  
 RH = 82,1%  
 P = Tekanan atmosfer di udara (101325 Pa)  
 Psaturasi = 0,040 = 4032 Pa (cek tabel tekanan saturasi air pada udara)

T = 31,5 °C  
 RH = 81,5%  
 P = Tekanan atmosfer di udara (101325 Pa)  
 Psaturasi = 0,046 = 4657 Pa (cek tabel tekanan saturasi air pada udara)

$$X = 0.622 \frac{RH \cdot Psaturasi}{P - (RH \cdot Psaturasi)}$$

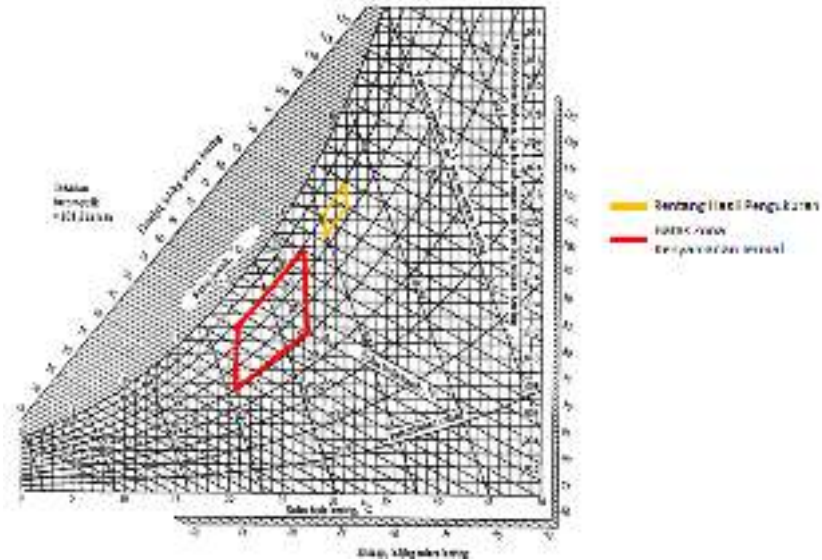
$$= 0.622 \frac{0,82 \cdot 4032}{101325 - (0.82 \cdot 4032)}$$

$$X = 0.622 \frac{RH \cdot Psaturasi}{P - (RH \cdot Psaturasi)}$$

$$= 0.622 \frac{0,81 \cdot 4657}{101325 - (0.815 \cdot 4657)}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2056,48}{101325 - (3306,24)} \\
 &= \frac{2056,48}{98018,76} \\
 &= 0,0209804 \text{ kg/kg}
 \end{aligned}
 \qquad
 \begin{aligned}
 &= \frac{2360,77}{101325 - (3795,45)} \\
 &= \frac{2360,77}{97529,55} \\
 &= 0,0242639 \text{ kg/kg}
 \end{aligned}$$

Dapat digambarkan ke dalam diagram psikometrik yang ada pada gambar 5 berikut:



Gambar 5. Diagram psikometrik perbandingan hasil pengukuran dan standar zona kenyamanan  
 (Sumber: Data pribadi, 2023)

Hasil dari simulasi rentang kenyamanan dalam Gambar 5 memperlihatkan bahwa hasil pengambilan data dalam waktu sebenarnya berada pada rentang yang terlalu tinggi. Apabila melihat Kembali dalam gambar 2. Dampak Kesehatan terhadap kelembapan, maka akan terlihat bahwa tingkat kelembapan yang mencapai 80% tersebut sudah melebihi tingkat kesehatan yang dapat ditolerir manusia dan dapat mengakibatkan penyakit. Kemudian dilihat kembali mengenai keterhubungannya terhadap ketahanan material bangunan yang juga berkurang secara progresif.

Melihat Kembali pada gambaran suhu efektif untuk kota Pekanbaru yang menggambarkan suhu outdoor, dapat dilihat bahwa suhu rata-ratanya adalah 22,2 oC – 27,7 oC. Suhu tersebut lebih mendekati suhu efektif yang termasuk dalam zona

nyaman untuk ruangan sesuai standar SNI tersebut. Sehingga dapat diperkirakan bahwa perbedaan suhu yang cukup signifikan antara udara luar dan dalam disebabkan oleh system penghawaan ruang dalam yang kurang baik. Semakin tinggi nilai kelembapan dalam suatu ruang tanpa didukung oleh sistem penghawaan yang baik akan berdampak pada munculnya berbagai macam permasalahan pada fisik bangunan. Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan didapatkan bahwa rata-rata temperatur udara di bulan terdingin adalah 29°C dengan Kelembapan 82,1%. Adapun hasil pengukuran temperatur udara pada bulan terpanas adalah 31,5°C dengan Kelembapan 81,5%. Kondisi ini sudah berada diluar batas dari zona kenyamanan termal yang sudah ditetapkan oleh SNI T-14-1993-03, dengan nilai rentang untuk temperatur udara adalah 20,5°C-27,1°C dan kelembapan dengan nilai 50%-80%.

#### **D. KESIMPULAN**

Secara keseluruhan hasil pengukuran menunjukkan adanya variabel temperatur dan kelembapan udara yang tidak seimbang pada ruang pengamatan. Tingginya nilai kelembapan yang mencapai angka 80% dengan tingkat suhu pada rentang 27 °C hingga 32 °C dapat mengakibatkan terjadinya beberapa perubahan fisik pada bangunan. Salah satu perubahan yaitu terdapat kerusakan fisik yang dapat langsung dilihat secara kasat mata, yang ditandai dengan bekas jamur pada area dinding, pengelupasan cat, dan keretakan pada struktur. Diharapkan penelitian ini dapat melihat keterhubungan kelembapan udara dan progresif kerusakan fisik bangunan sehingga dapat diberikan perencanaan pemeliharaan bangunan yang lebih baik dan bangunan secara fisiknya dapat bertahan lebih lama.

#### **E. DAFTAR PUSTAKA**

BMKG Stasiun Meteorologi Sultan Syarif Kasil II Pekanbaru, Pekanbaru dalam angka, 2022,

- Edar, Ahmad Nadhil. & Wahyuni, A., “Pengaruh Suhu dan Kelembapan Terhadap Rasio Kelembapan dan Entalpi (Studi Kasus: Gedung UNIFA Makassar)”, *Jurnal Arsitektur Kota dan Pemukiman* Vol. 6 No. 2, p. 102-114,
- Ginting, Ribka R, et al., 2020. “Evaluasi Kenyamanan Thermal pada Ruang Tidur Asrama Putri Ipau di Banda Aceh” *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Arsitektur dan Perencanaan* Vol. 4, No. 3, Agustus 2020, hal 24-30,
- Iskandar, B., Dini, S.N.E., Utomo, J., dan Kristiani, F. 2013. Evaluasi Pelaksanaan Sertifikasi Layak Fungsi Untuk Gedung Pemerintah Di Kota Semarang. *Journal Universitas Diponegoro*
- Law, W.S. 2008. An evaluation of the Mandatory Building Inspection Scheme in Hong Kong. the degree of Master of Housing Management, The University of Hong Kong, Hong Kong, December 2008.
- Setyohadi, Bambang KP. “Kajian Kenyamanan Thermal Pada Bangunan Rumah Tinggal Arsitektur Kolonial Modern” *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan UNNES* No. 1, Vol. 13, pp 9-20. 2011