

STUDI EKSPERIMEN PENGARUH KOLAM AIR TERHADAP KENYAMANAN TERMAL RUMAH TINGGAL

EXPERIMENTAL STUDY OF EFFECT WATER POOL FOR THERMAL COMFORT IN RESIDENTIAL

Maria Rosita Maharani¹, Eddy Prianto²,
^{1,2}Magister Arsitektur Universitas Diponegoro
rose.arsitek@gmail.com

Abstrak : Dimasa pandemi covid-19 ini banyak orang melakukan sebagian besar aktivitasnya didalam rumah. Untuk itu diperlukan ruang yang nyaman untuk mendukung setiap aktivitas berjalan dengan optimal. Salah satu solusi yang dipercaya oleh masyarakat adalah adanya kolam air dalam rumah dapat membantu menurunkan suhu ruang. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari seberapa besar pengaruh kolam air didalam rumah terhadap perubahan suhu ruang dan kenyamanan termal didalam ruang. Objek penelian berada pada pusat kota Semarang. Jawa Tengah. Metode penelitian pada studi ini menggunakan paradigma kuantitatif, dengan pengumpulan data dari sumber empirik primer, melalui observasi,wawancara, pengukuran dan dokumentasi. Adapaun variabel yang ditentukan adalah suhu kering, kelembapan dan kecepatan udara sebagai variabel bebas, dan kenyamanan termal berdasarkan SNI 03-6572-2001 sebagai variabel terikat. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa diwaktu menjelang siang hingga sore hari, suhu kering di ruangan dengan kolam air malahan lebih tinggi dibandingkan dengan suhu ruangan tanpa kolam air. Namun hasil perhitungan temperatur efektif yang diperoleh dari kombinasi antara suhu kering, kelembapan dan kecepatan angin menunjukkan perbedaan hasil yang tidak terlalu signifikan. Dapat disimpulkan bahwa keberadaan elemen air dalam ruang tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kenyamanan termal dalam ruang.

Kata Kunci: *temperatur efektif, kenyamanan termal, ruang, kolam air*

Abstract : *During the Covid-19 pandemic, many people do most of their activities at home. So, a comfortable space is needed to support every activity running optimally. One solution that is believed by the community is that the presence of a pool of water in the house can help lower the temperature of the room. This object located in Semarang. The goal of this study was to look at how much influence indoor water pools have on changes in room temperature and thermal comfort in space. Location of bject research is ini centre of Semarang. The research methods of this study use quantitative paradigms, with data collection from primary empirical sources, through observations, interviews, measurements and documentation. There are two variables specified are dry temperature, humidity and airspeed as free variables, and thermal comfort as bound variables based on SNO 03-6572-2001 standar. The results of the study showed that in the afternoon to evening, the dry temperature in a room with a pool of water was even higher than the temperature of a room without a pool of water. But the results of effective temperature calculations obtained from the combination of dry temperature, humidity and air movement showed a difference in results that were not too significant. It can be concluded that the presence of water elements in space does not have a significant influence on thermal comfort.*

Keywords : *Effective temperature, thermal comfort, room, water pool*

1. PENDAHULUAN

Dimasa pandemi covid-19 ini membuat banyak orang melakukan sebagian besar bahkan seluruh aktivitasnya didalam rumah. Untuk itu diperlukan ruang yang nyaman untuk mendukung setiap aktivitas agar dapat berjalan dengan optimal. Suhu ruang dengan panas yang berlebih menjadikan fisik terasa cepat lelah dan mudah mengantuk, sebaliknya suhu ruang yang terlalu dingin dapat menurangi fokus perhatian serta

perasaan tidak tenang yang dapat berpengaruh negatif saat melakukan aktivitas terutama pada aktivitas kerja mental. Terjadinya penyimpangan suhu dari batas nyaman baik diatas maupun dibawah standar kenyamanan dapat berdampak buruk pada aktivitas dan produktivitas (Suma'mur, 1981)(Nasrollahi & Ghobadi, 2022). Pada penelitian (Urianti et al., 2021) didapatkan terjadi penurunan produktivitas hingga lebih dari 70% pada suhu ruang diatas kenyamanan termal. Oleh karena hal itu, orang-orang berusaha membuat suhu didalam rumah menjadi nyaman agar aktivitas dapat berjalan dengan optimal.

Kenyamanan merupakan akibat dari faktor fisiologi dan jiwa, namun belum ada tolak ukur yang objektif untuk mengukur kenyamanan.(Zhu et al., 2022)(Costa-Carrapiço et al., 2022) (ASHRAE, 1992)(Prianto et al., 2017). Kenyamanan termal adalah sebuah kondisi pikiran dalam mengekspresikan rasa nyaman dan puas terhadap kondisi lingkungan termal dan biasanya dinilai secara subyektif (Costa-Carrapiço et al., 2022)(Yao et al., 2022)(Ye et al., 2022)(Yang et al., 2022) (Hermawan et al., 2019) (Wang et al., 2022) (ASHRAE, 1992) (Hermawan et al., 2020). Perubahan panas pada permukaan tubuh dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Terdapat empat faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal yaitu : temperatur udara; kelembapan; kecepatan angin dan radiasi. Dari keempat faktor tersebut temperatur udara merupakan faktor yang paling penting untuk menentukan kenyamanan termal.(szokolay, 1980).(Xie et al., 2022)

Indonesia berada pada 6° LU-11° LS dan 95° BT-141° BT sehingga Indonesia termasuk dalam iklim tropis basah yang dengan ciri khas panas tidak menyenangkan, lambatnya gerakan udara dan tingginya radiasi matahari serta curah hujan. Temperatur rata-rata maksimal tahunan mencapai 30,5 ° C dengan kelembapan udara relatif diatas 75% (Kemendikbud, 2022) (Lippsmeier, 1980). Salah satu solusi yang dipercaya oleh masyarakat Indonesia adalah adanya kolam air dalam rumah dapat membantu menurunkan suhu didalam ruang. Berbagai media baik cetak maupun elektronik juga menuliskan manfaat adanya kolam didalam rumah dapat menurunkan suhu ruang.(Kompas, n.d.).

Indeks termal yang dipakai di Indonesia mengacu pada temperatur efektif. Temperatur efektif akan memberikan sensasi yang kemudian didefinisikan sebagai nyaman atau tidak nyaman (Sugini, 2014)(Ji et al., 2022)(Zhang & Lin, 2020). Temperatur efektif dapat ditentukan dengan menghubungkan temperatur kering dan kelembapan pada diagram Psikometrik untuk mendapatkan temperatur basah, yang kemudian dihubungkan dengan kecepatan udara pada diagram nomogram (Lippsmeier, 1994) .(szokolay, 1980). Batas kenyamanan termal didaerah khatulistiwa berkisar 22,5°C sampai 29,5°C dengan kelembapan relatif antara 20%-50%.(Lippsmeier, 1980). Kelembapan udara menurut SNI 03-6572-2001 adalah nilai perbandingan antara jumlah uap air udara dengan jumlah kandungan uap air jenuh pada temperatur udara ruangan. Pada daerah dengan iklim tropis, dianjurkan memiliki kelembapan udara relatif sebesar 40% ~ 50%, namun pada ruangan dengan jumlah orang padat, diperbolehkan sebesar 55% ~ 60%. Sedangkan kecepatan udara yang berdasarkan Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi Dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung(2001) direkomendasikan lebih kecil dari 1,5m/s.

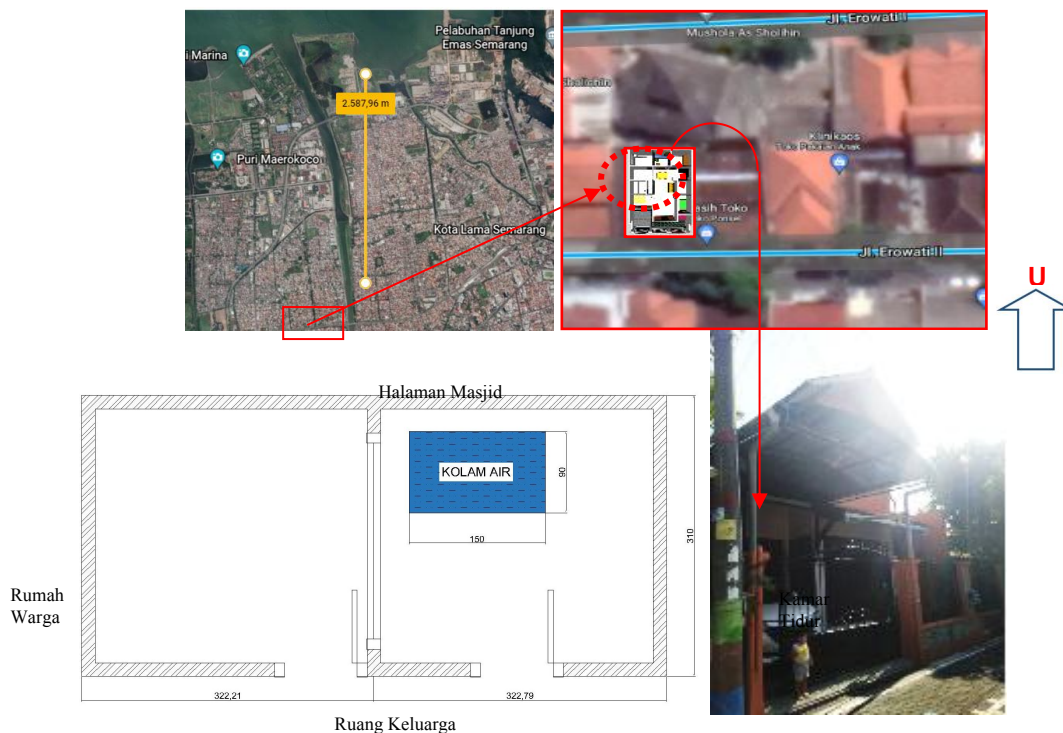
Standar kenyamanan termal yang dipakai sebagai rujukan pada penelitian ini mengacu pada Standar untuk bangunan Gedung di Indonesia menurut SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi Dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung, (2001) yaitu:

1. sejuk nyaman, kisaran $20,5^{\circ}\text{C} \sim 22,8^{\circ}\text{C TE}$
2. nyaman optimal, kisaran $22,8^{\circ}\text{C} \sim 25,8^{\circ}\text{C TE}$
3. hangat nyaman, kisaran $25,8^{\circ}\text{C} \sim 27,1^{\circ}\text{C TE}$

Beredarnya isu-isu tentang signifikansi kolam air yang beredar pada media yang menuliskan adanya kolam dalam rumah yang dapat menurunkan suhu ruang (Kompas, n.d.). Oleh karena itu penelitian dan kajian tentang kenyamanan termal rumah dengan adanya kolam air menjadi hal yang menarik dan diperlukan. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari seberapa besar pengaruh kolam air didalam rumah terhadap perubahan suhu ruang dan nyaman termal didalam ruang, dengan cara membandingkan suhu efektif antara ruangan dengan kolam air dan ruangan tanpa kolam air. Dengan harapan hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat yang berarti dalam perencanaan atau renovasi rumah dan bangunan baik bagi personal maupun instansi.

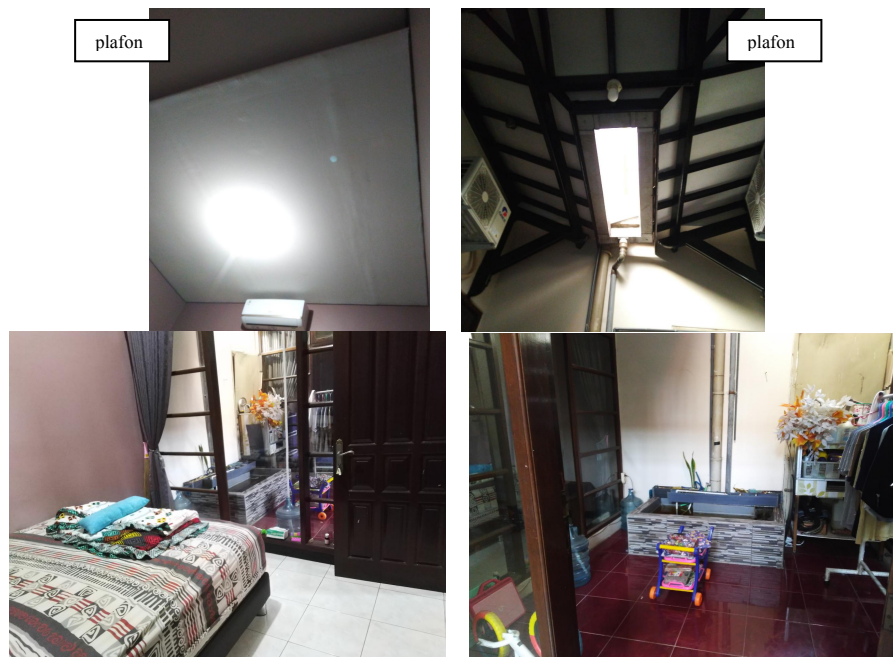
2. KASUS STUDI DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengambil sebuah sampel rumah tinggal satu lantai yang terletak di daerah pusat kota yang juga tidak jauh dari garis pantai kota Semarang, provinsi Jawa Tengah dengan longlat $-6.972842, 110.403005$. Orientasi bangunan memanjang pada arah utara – selatan dan bukaan terdapat pada sisi selatan (muka rumah). Lokasi penelitian diambil pada dua kamar yang berada di ujung selatan rumah, dengan batas-batas sebagai berikut: Utara: halaman masjid; Timur: kamar tidur; Selatan : Ruang keluarga dan Barat: Rumah warga



Gambar 1. Lokasi penelitian

Pengukuran suhu kering, kelembapan, dan kecepatan angin dilakukan pada waktu yang bersamaan pada dua ruangan objek penelitian, yang letaknya tepat bersebelahan. Masing-masing ruang berukuran sama, dengan $p \times l \times t$ adalah $300 \times 300 \times 275 \text{ cm}^2$ dilengkapi satu buah pintu berukuran $80 \times 210 \text{ cm}^2$. Pada ruang dengan kolam diberikan penambahan elemen air dengan ukuran kolam $p \times l \times t$ adalah $150 \times 90 \times 70 \text{ cm}^3$ dan volume air kurang lebih 74200 cm^3 , yang berarti jumlah air didalam ruang adalah sebesar 3% dari volume ruang. Pada ruang dengan kolam air terdapat genting transparan yang menjadi sumber masuknya cahaya. Kedua ruang ini dipisahkan jendela mati dengan ukuran $280 \times 200 \text{ cm}$. Kedua ruang objek penelitian dikondisikan tidak memiliki akses lubang udara dengan udara luar untuk meminimalisir adanya faktor external yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran. Pengukuran dilakukan pada hari Sabtu 11 februari 2022 pada saat cuaca cerah. selama 1×24 jam dengan jarak setiap pengukuran selama satu jam. Alat ukur dilatakan tepat ditengah ruangan, masing-masing sebanyak satu buah.

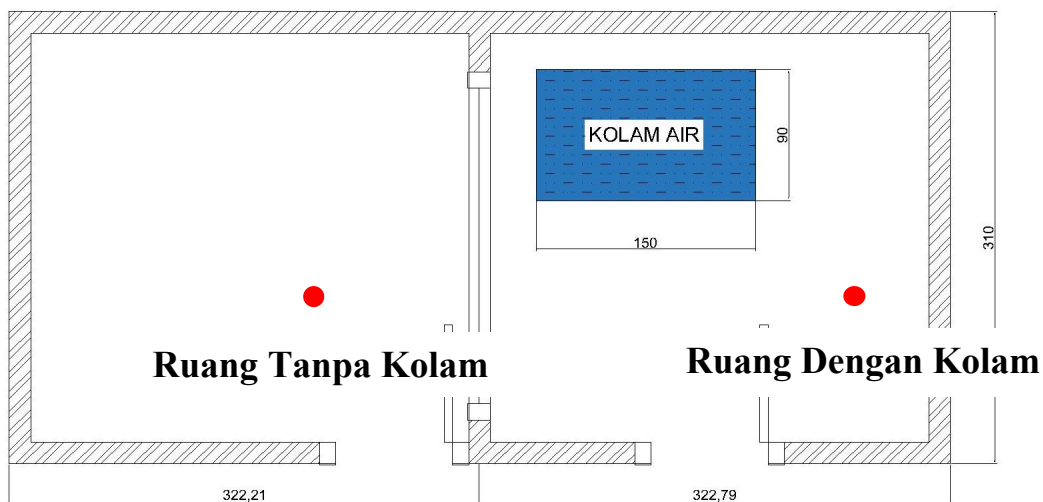


Gambar 2. Ruang tanpa kolam (kiri), Ruang dengan kolam (kanan)

Metode pengumpulan data diambil dari sumber empirik primer, didapatkan melalui observasi langsung pada objek penelitian yang meliputi pengamatan dan pendataan terkait variabel bebas dan variabel terikat, melakukan pengukuran suhu, kelembapan dan kecepatan angin, wawancara dengan penghuni rumah mengenai tingkat kenyamanan dan kepuasan dalam beraktivitas didalam rumah, dan dokumentasi berupa pengambilan foto. Daftar pertanyaan yang diberikan berupa pertanyaan tertutup. Pertanyaan tertutup dipilih agar peneliti dan narasumber dapat fokus pada tujuan yang ingin dicapai dengan hasil sebagai berikut:

- 1 Apakah anda merasa nyaman (tidak gerah) pada kedua ruang tersebut
- 2 Kapan anda merasa tidak nyaman ?

- 3 Dimana ruang (antara kedua objek penelitian)yang lebih sejuk?
- 4 Apakah menurut anda adanya kolam didalam ruang dapat mempengaruhi suhu ruang?



Keterangan : ●

Gambar 3. Denah Objek Penelitian

Adapaun variabel yang ditentukan adalah suhu kering, kelembapan dan kecepatan udara sebagai variabel bebas, dan kenyamanan termal sebagai variabel terikat.

Metode pengukuran yang dilakukan adalah sebagai berikut:

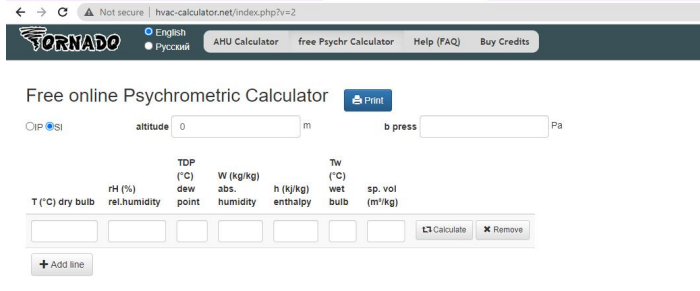
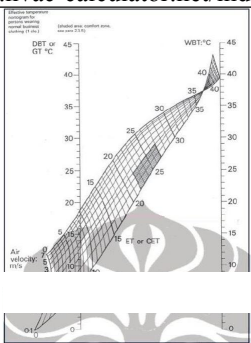
1. Alat ukur diletakkan tepat ditengah-tengah ruangan,
2. Jarak pengukuran setiap 60 menit mulai selama 24 jam.
3. Kedua ruang sebagai objek penelitian diatur sama dan serupa, yaitu dengan posisi jendela tertutup dan pintu terbuka. Sehingga sirkulasi udara yang masuk hanya melalui pintu.

Alat bantu yang digunakan :

1. Termometer untuk mengukur suhu udara kering
2. Hygrometer untuk mengukur kelembapan
3. Anemometer digital untuk mengukur kecepatan angin
4. Kamera, untuk mendokumentasi kegiatan.

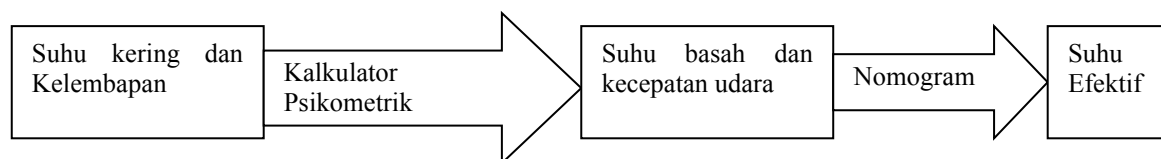
Tabel 1: Parameter dan Alat

Parameter	Alat / Indikator
Temperatur Kering Dan Kelembapan	 <p>Termo-Hygrometer</p>

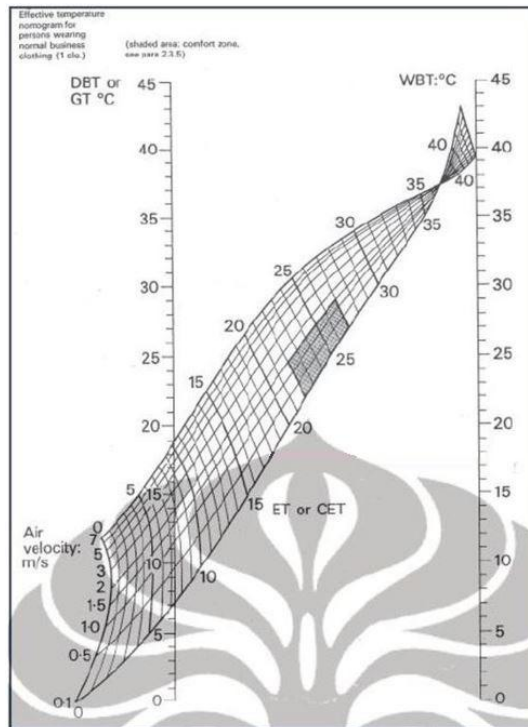
Kecepatan Angin	Anemometer digital
Temperatur Basah	 <p>http://www.hvac-calculator.net/index.php?v=2</p>
Suhu Efektif	 <p>Nomogram</p>
Standar Kenyamanan Termal	SNI 03-6572-2001

Penelitian ini mengikuti paradigma penelitian kuantitatif yaitu dengan analisa dan penarikan kesimpulan berupa hasil dari pengukuran dan perhitungan angka. Tahapan analisis data yang dilakukan adalah, data hasil pengukuran suhu kering dan kelembapan yang telah diperoleh diolah dengan kalkulator psikometrik untuk mendapatkan suhu basah. Angka perhitungan suhu basah yang telah didapatkan kemudian dihubungkan dengan kecepatan angin dengan menggunakan diagram nomogram untuk mendapatkan suhu efektif. Suhu efektif yang direkomendasikan berada pada bagian yang diarsir yang tampak pada gambar 5.

Masing-masing nilai suhu efektif dari kedua objek penelitian dianalisa apakah masuk kedalam kategori standar kenyamanan termal berdasarkan SNI 03-6572-2001. Kedua hasil tersebut kemudian dibandingkan untuk mendapatkan seberapa besar pengaruh kolam air terhadap kenyamanan termal didalam ruang.



Gambar 4. Alur Perhitungan Temperatur Efektif



Gambar 5. Diagram Nomogram

3. HASIL DAN TEMUAN

Pada studi ini dipaparkan empat kajian data dari dua ruangan objek penelitian terkait kenyamanan termal, yaitu temperatur kering, kelembapan, kecepatan angin dan temperatur efektif. Hasil pengukuran suhu kering, kelembapan dan kecepatan udara pada dua objek penelitian tampak pada tabel 2.

Hasil pengukuran pada tabel 2 memperlihatkan masing-masing variabel memiliki puncak nilai pengukuran tertinggi di waktu yang berbeda-beda. Variabel suhu kering kedua objek mencapai puncaknya pada pukul 16:00 wib, yaitu 29,2 °C pada ruang tanpa kolam air dan 30,3 °C pada ruang dengan kolam air. Rata-rata suhu kering kedua objek juga memiliki rentang yang tidak jauh berbeda, yaitu pada kisaran 27 °C. Suhu kering pada ruang tanpa kolam air adalah 25,3 °C sedangkan pada ruang dengan kolam air adalah 25 °C. Rata-rata kelembapan kedua objek tidak jauh berbeda yaitu pada kisaran 81 %, dengan kelembapan maksimal ruang tanpa kolam air mencapai 85% pada siang hari yaitu pukul 11:00 hingga 12:00 wib, sedangkan presentase kelembapan tertinggi pada ruang dengan kolam air berada pada malam hari yaitu pukul 18:00 wib. Rata-rata kecepatan angin ruang kedua objek juga tidak jauh berbeda, yaitu pada kisaran 0,2 m/s. kedua ruang sama-sama mencapai angka kecepatan udara terendah pada 0,1 m/s serta sama-sama mencapai kecepatan udara maksimal pada 0,9 m/s.

Tabel 2 : Hasil pengukuran suhu kering, kelembapan, kecepatan udara antara ruang dengan kolam air dan ruang tanpa kolam air

No	Waktu	t1	t 2	h1	h2	v1	v1
1	01:00	26,3	25,9	82	86	0,1	0,3
2	02:00	25,8	25,3	82	86	0,3	0,5
3	03:00	25,3	25	82	85	0,1	0,7
4	04:00	25,4	25,1	82	84	0,2	0,1
5	05:00	25,4	25,1	82	83	0,2	0,1
6	06:00	25,5	25,8	80	81	0,1	0,1
7	07:00	26,1	26,7	79	80	0,7	0,3
8	08:00	26,9	27,5	79	83	0,3	0,7
9	09:00	27,7	27,6	83	82	0,1	0,4
10	10:00	27,7	28,2	84	78	0,1	0,3
11	11:00	28	28,7	85	78	0,9	0,1
12	12:00	28,2	29,5	85	75	0,6	0,1
13	13:00	28,5	29,6	84	71	0,3	0,1
14	14:00	28,7	29,6	83	72	0,2	0,9
15	15:00	29	30	81	73	0,3	0,4
16	16:00	29,2	30,3	80	75	0,5	0,2
17	17:00	28,5	28,9	80	83	0,1	0,1
18	18:00	27,7	26,8	80	88	0,9	0,3
19	19:00	27,7	27,1	82	84	0,2	0,3
20	20:00	27,7	27,2	83	85	0,2	0,8
21	21:00	27,7	26,9	82	85	0,1	0,9
22	22:00	27,3	26,5	80	86	0,3	0,1
23	23:00	27	26,5	82	86	0,1	0,1
24	00:00	26,7	26,2	82	86	0,1	0,3
	Min	25,3	25	79	71	0,1	0,1
	Max	29,2	30,3	85	88	0,9	0,9
	SD	1,203	1,663	1,711	5,039	0,248	0,270
	Average	27,250	27,333	81,833	81,458	0,292	0,342

Keterangan :

t1 = Suhu Kering ruang tanpa kolam

t2= Suhu Kering ruang dengan kolam air

h1 = Kelembapan ruang tanpa kolam

h2= Kelembapan ruang dengan kolam air

v1 = Kecepatan ruang tanpa kolam

v2= Kecepatan udara ruang dengan kolam air

Hasil wawancara yang dilakukan pada lima orang didapatkan hasil sebagai berikut :

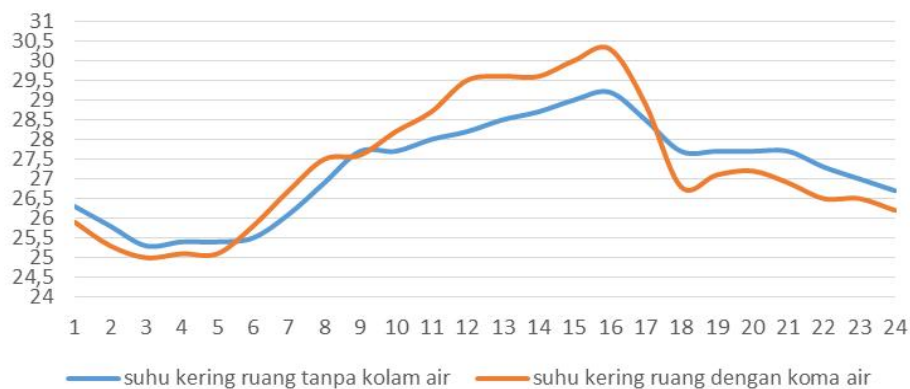
Tabel 3 : Hasil Wawancara

No	Pertanyaan	Hasil Rangkuman
1	Apakah anda merasa nyaman (tidak gerah) pada kedua ruang tersebut	Nyaman, namun pada saat cuaca panas terasa gerah
2	Kapan anda merasa tidak nyaman ?	Saat cuaca panas, seringkali siang hari
3	Dimana ruang (antara kedua objek penelitian)yang lebih sejuk?	Relatif sama
4	Apakah menurut anda adanya kolam didalam ruang dapat mempengaruhi suhu ruang?	Tidak tahu

Seluruh responden memberikan hasil yang relatif sama, dimana dalam hal kenyamanan thermal tidak terasa perbedaan yang signifikan antara ruang dengan kolam air dan tanpa kolam air.

3.1 Suhu Kering

Pola pergerakan suhu kering ruang tanpa kolam air dan ruang dengan kolam air cenderung sama, yaitu naik pada pagi hingga sore hari dan cenderung turun pada malam hari. Didapatkan hasil mulai malam hari pukul 18:00 wib hingga pagi hari pukul 05:00 wib suhu ruang tanpa kolam air lebih tinggi dari suhu ruang dengan kolam air, namun pada pagi hingga sore hari yaitu mulai pukul 05:00 wib hingga 18:00 wib suhu pada ruangan yang diberi kolam air menjadi lebih tinggi dibanding ruangan tanpa adanya kolam air. Selisih terbesar ada pada siang hari yaitu pukul 12:00 wib dimana suhu ruangan dengan kolam air lebih tinggi hingga 1,3 °C dibandingkan dengan suhu ruangan tanpa kolam air. Namun pada malam hari pukul 21:00 wib hingga 22:00 wib suhu ruangan dengan kolam air lebih rendah 0,8 °C dibandingkan suhu pada ruangan tanpa kolam air.

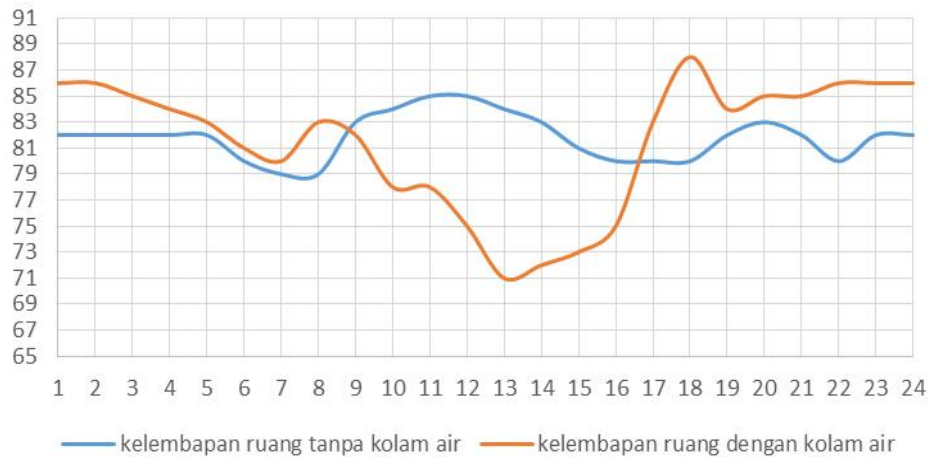


Gambar 6. Time series suhu kering antara ruang tanpa kolam dan ruang dengan kolam

Dalam waktu pengukuran didapatkan 50% ruang dengan kolam air memiliki suhu lebih rendah dibandingkan ruang tanpa kolam air. Pada gambar 6 dapat dilihat jarak perbedaan suhu yang relatif besar terjadi pada siang hingga sore hari dan didapatkan adanya air dalam ruangan malah dapat menambah suhu ruangan menjadi lebih tinggi hingga 1,3 °C. Sebaliknya adanya penambahan elemen air dalam ruang dapat menurunkan suhu ruang pada malam hingga pagi hari. Adanya elemen air dapat menaikkan dan menurunkan suhu dan menaikkan suhu dengan presentasi sama yaitu 50%.

3.2 Kelembapan

Pola pergerakan presentasi kelembapan kedua objek penelitian jauh berbeda dan bertolak belakang. Dimana saat presentasi kelembapan pada ruangan tanpa kolam air menurun, presentasi kelembapan pada ruangan dengan kolam air justru meningkat. Presentase kelembapan ruang tanpa kolam air terus mengalami peningkatan pada pagi hingga siang hari, dan kemudian menurun pada sore hingga malam hari. Namun pada ruang dengan penambahan elemen air lebih lembap pada malam hingga pagi hari.

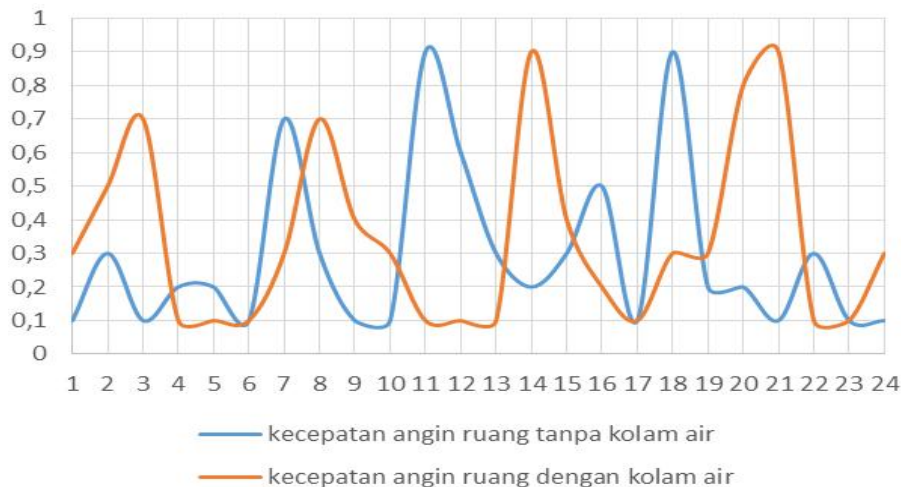


Gambar 7. Time series kelembapan antara ruang tanpa kolam dan ruang dengan kolam air

Dari gambar 7 dapat dilihat GAP yang sangat besar antara kedua objek penelitian. Adanya penambahan elemen air pada ruangan juga mempengaruhi presentasi kelembapan, yaitu dapat secara signifikan menurunkan kelembapan pada pagi hingga sore hari hingga mencapai 13 %. Dalam satu hari ruang dengan kolam air memiliki presentasi kelembapan lebih rendah sebanyak 33%, dan 66% lebih tinggi dari ruang tanpa air kolam.

3.3 Kecepatan Udara

Kecepatan udara pada kedua ruang memiliki pola yang fluktuatif, dimana perubahannya tidak dipengaruhi oleh waktu, seperti yang terjadi pada suhu dan kelembapan. Tidak terdapat perbedaan yang berarti pada kecepatan udara kedua ruangan. Dari hasil pengukuran didapatkan elemen udara didalam ruang tidak mempengaruhi kecepatan angin. Angka kecepatan angin juga dipengaruhi oleh pendingin ruangan mekanik seperti kipas angin, dan juga aktivitas penghuni rumah.



Gambar 8. Time series kelembapan antara ruang tanpa kolam dan ruang dengan kolam

4. DISKUSI/PEMBAHASAN

Temperatur Efektif

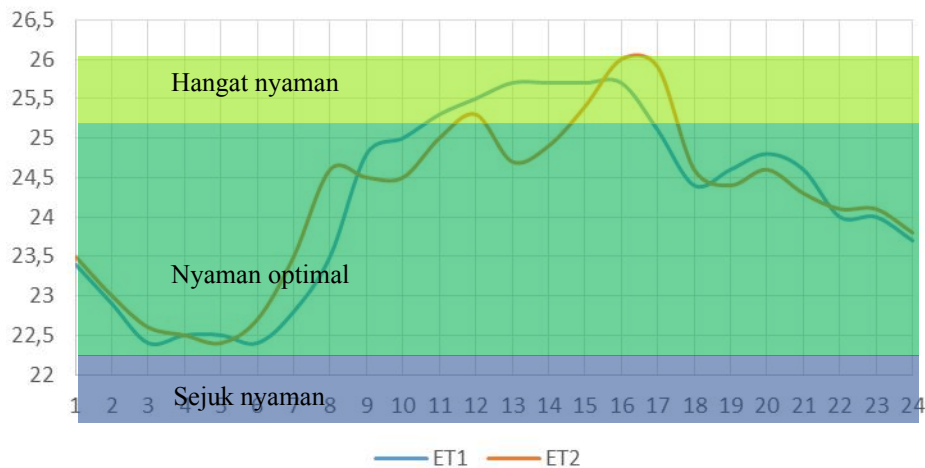
Temperatur efektif didapatkan dari hasil perhitungan gabungan dari tiga variabel, yaitu temperatur kering, kelembapan dan kecepatan angin. Hasil pengukuran temperatur kering yang dipengaruhi kelembapan dimasukkan kedalam *psikometric calculator* untuk mendapatkan temperatur basah. Hasil perhitungan temperatur basah dan kecepatan angin kemudian dimasukkan kedalam grafik nomogram untuk mendapatkan temperatur efektif. Hasil perhitungan temperatur efektif tampak pada tabel 4

Tabel 4 : Temperatur Efektif

No	Waktu	ET1	ET2
1	01:00	23,4	23,5
2	02:00	22,9	23
3	03:00	22,4	22,6
4	04:00	22,5	22,5
5	05:00	22,5	22,4
6	06:00	22,4	22,7
7	07:00	22,8	23,5
8	08:00	23,5	24,6
9	09:00	24,8	24,5
10	10:00	25	24,5
11	11:00	25,3	25
12	12:00	25,5	25,3
13	13:00	25,7	24,7
14	14:00	25,7	24,9
15	15:00	25,7	25,4
16	16:00	25,7	26
17	17:00	25,1	25,9
18	18:00	24,4	24,6
19	19:00	24,6	24,4
20	20:00	24,8	24,6
21	21:00	24,6	24,3
22	22:00	24	24,1
23	23:00	24	24,1
24	00:00	23,7	23,8
	Min	22,4	22,4
	Max	25,7	26
	SD	1,176	1,030
	Average	24,20	24,20

Keterangan: ET 1 : Temperature efektif ruang tanpa kolam air
ET 2 : Temperatur efektif ruang dengan kolam air

Dari hasil perhitungan didapatkan kedua objek penelitian mempunyai rata-rata suhu efektif yang sama, yaitu 24,2 °C TE. Begitu pula dengan suhu efektif terendah pada kedua ruang mencapai angka yang sama yaitu 22,4 °C TE. Sedangkan pada suhu tertinggi, kedua ruang mencapai angka yang berbeda dengan selisih 0,3 °C TE, yaitu 25,7 °C TE pada ruang tanpa kolam air dan 26 °C TE pada ruang dengan kolam air.



Gambar 9. Time series kelembapan antara ruang tanpa kolam dan ruang dengan kolam

Gambar 9 memperlihatkan pola perubahan suhu efektif, didapatkan kedua objek penelitian memiliki pola perubahan yang sama. Suhu efektif mengalami peningkatan pada pagi hingga siang hari, dan terus mengalami penurunan pada malam hari. Berdasarkan standar kenyamanan termal SNI 03-6572-2001 kedua ruang masuk kedalam kategori nyaman secara termal. Pada ruang tanpa kolam air, sebanyak 20% masuk kedalam kategori sejuk nyaman dan sebanyak 80 % masuk kedalam kategori nyaman optimal. Pada ruang dengan kolam air, didapatkan 16,67 % masuk kedalam kategori sejuk nyaman, 75% masuk kedalam kategori nyaman optimal, dan sisanya sebanyak 8,3% masuk kedalam kategori hangat nyaman.

5. KESIMPULAN

Dari dua objek penelitian dengan objek ruang tipikal, yang pertama adalah ruang tanpa penambahan elemen air, dan yang kedua adalah ruang dengan kolam air yang diberi tambahan elemen air sebesar 3% dari volume ruang, kedua ruang dikondisikan tidak memiliki akses lubang udara dengan udara luar didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Adanya elemen air sebesar 3% dari volume ruang dapat menaikkan suhu kering hingga 1,3 °C pada siang hari, dan dapat menurunkan suhu kering hingga 0,8 °C pada malam hari.
2. Adanya penambahan elemen air, juga mempengaruhi presentasi kelembapan. Didapatkan pola perubahan kelembapan antara ruang dengan kolam air dan ruang tanpa kolam air sangat bertolak belakang. Dimana ruang dengan kolam air menjadi lebih lembap pada malam hingga pagi hari, sedangkan ruang tanpa kolam air lebih lembap pada pagi hingga menjelang malam hari.

3. Adanya penambahan elemen air tidak didapatkan mempengaruhi kecepatan angin didalam ruang.
4. Adanya penambahan elemen air tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap temperatur efektif. Sepanjang durasi penelitian selama 24 jam didapatkan kedua objek penelitian masuk kedalam kategori nyaman secara termal menurut SNI 03-6572-2001, dan didapatkan rata-rata suhu efektif yang sama yaitu 22,2 °C TE.

Saran

1. Bagi bidang akademisi, masih diperlukan penelitian lanjutan untuk mengukur ruangan dengan presentase volume air yang lebih besar, guna mengetahui apakah elemen air dengan volume yang lebih besar dapat membantu memaksimalkan suhu ruang menjadi lebih nyaman.
2. Bagi masyarakat umum, penambahan elemen air untuk menurunkan suhu ruang tidaklah memberikan hasil yang efektif, sehingga dapat mengupayakan solusi lain untuk menurunkan suhu ruang.
3. Bagi pekerja profesional, penambahan elemen air dalam ruang tidaklah direkomendasikan karena dapat meningkatkan kelembapan ruang dan dapat menaikkan suhu ruang pada siang hari.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada pemilik rumah dan para responden yang mau memberikan waktu bagi berlangsungnya penelitian ini. Terimakasih juga diucapkan bagi editor dan penerbit yang telah membantu terbitnya penelitian ini.

7. DAFTAR PUSTAKA

- ASHRAE. (1992). *Thermal Environmental Condition for Human Occupancy*. Atlanta US.
- Costa-Carrapiço, I., González, J. N., Raslan, R., Sánchez-Guevara, C., & Redondas Marrero, M. D. (2022). Understanding thermal comfort in vernacular dwellings in Alentejo, Portugal: A mixed-methods adaptive comfort approach. *Building and Environment*, 217, 109084. <https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2022.109084>
- Hermawan, Prianto, E., & Setyowati, E. (2019). Indoor Temperature Prediction of the Houses with Exposed Stones in Tropical Mountain Regions during Four Periods of Different Seasons. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, 10(5), 604–612.
<http://www.iaeme.com/IJCIET/index.asp604><http://www.iaeme.com/ijmet/issues.asp?JTtype=IJCIET&VType=10&IType=5><http://www.iaeme.com/IJCIET/issues.asp?JTtype=IJCIET&VType=10&IType=5><http://www.iaeme.com/IJCIET/index.asp605>
- Hermawan, Prianto, E., & Setyowati, E. (2020). The comfort temperature for exposed stone houses and wooden houses in mountainous areas. *Journal of Applied Science and Engineering*, 23(4), 571–582. [https://doi.org/10.6180/jase.202012_23\(4\).0001](https://doi.org/10.6180/jase.202012_23(4).0001)
- Ji, W., Zhu, Y., Du, H., Cao, B., Lian, Z., Geng, Y., Liu, S., Xiong, J., & Yang, C. (2022). Interpretation of standard effective temperature (SET) and explorations on its modification and development. *Building and Environment*, 210, 108714. <https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2021.108714>
- Kemendikbud. (2022). *Iklm Indonesia*. Kementrian Pendidikan Dan Kebudayaan.

- <https://sumber.belajar.kemdikbud.go.id/repos/FileUpload/PerubahanIklim-sk/topik-1.html>
- Kompas. (n.d.). *Kolam Penyejuk Udara Sekaligus Pengikat Debu*. Retrieved January 26, 2022, from <https://internasional.kompas.com/read/2009/05/05/16433627/kolam.penyujuk.udara.sekaligus.pengikat.debu>
- Lippsmeier, G. (1980). *Bangunan Tropis* (P. Indarto (ed.); 2nd ed.). Erlangga.
- Nasrollahi, N., & Ghobadi, P. (2022). Field measurement and numerical investigation of natural cross-ventilation in high-rise buildings; Thermal comfort analysis. *Applied Thermal Engineering*, 211, 118500. <https://doi.org/10.1016/J.APPLTHERMALENG.2022.118500>
- Prianto, E., Suryono, B., & Windarta, djaka. (2017). *Strategi Menghidupkan Kota Lama Semarang (Suatu Kajian Pengaruh Iklim Mikro-Kenyamanan Termal- Tata Lampu pada Taman Sri Gunting)*. II(2).
- Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung, Sni 03 - 6572 - 2001 1 (2001).
- Sugini. (2014). *Kenyamanan Termal Ruang (Konsep dan Penerapan pada Desain)* (Graha Ilmu (ed.); 1st ed.). Graha Ilmu.
- Suma'mur, P. . (1981). *Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan* (1st ed.). CV Haji Masagung.
- Urianti, S., Simbolon, B. H., Kesehatan, P., & Kesehatan, K. (2021). *Hubungan Lingkungan Fisik dan Karakteristik Karyawan Dengan Produktivitas Kerja Di Home Industri Kerajinan Gerabah*. 15(1), 28–33. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26630/rj.v15i1.2474>
- Wang, X., Li, H., & Sodoudi, S. (2022). The effectiveness of cool and green roofs in mitigating urban heat island and improving human thermal comfort. *Building and Environment*, 217(January), 109082. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109082>
- Xie, X., Xia, F., Zhao, Y.-Q., Xu, B., Wang, Y.-L., & Pei, G. (2022). *Parametric study on the effect of radiant heating system on indoor thermal comfort with/without external thermal disturbance*. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123708>
- Yang, Y., Zhou, D., Wang, Y., Meng, X., Gu, Z., Xu, D., & Han, X. (2022). Planning method of centralized greening in high-rise residential blocks based on improvement of thermal comfort in summer. *Sustainable Cities and Society*, 80(February), 103802. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103802>
- Yao, R., Zhang, S., Du, C., Schweiker, M., Hodder, S., Olesen, B. W., Toftum, J., Romana d'Ambrosio, F., Gebhardt, H., Zhou, S., Yuan, F., & Li, B. (2022). Evolution and performance analysis of adaptive thermal comfort models – A comprehensive literature review. *Building and Environment*, 217(March), 109020. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109020>
- Ye, R., Wang, J., Jiang, H., & Xie, N. (2022). Numerical study on thermal comfort and energy-saving potential of a prefabricated temporary house integrated with composite phase change materials. *Energy & Buildings*, 268, 112169. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112169>
- Zhang, S., & Lin, Z. (2020). Predicted Mean Vote with skin temperature from standard effective temperature model. *Building and Environment*, 183, 107133. <https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2020.107133>
- Zhu, R., Zhang, X., Yang, L., Liu, Y., Cong, Y., & Gao, W. (2022). Correlation analysis of thermal comfort and physiological responses under different microclimates of urban park. *Case Studies in Thermal Engineering*, 34(January), 102044. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2022.102044>