



## Kajian Kenyamanan Termal Rumah yang Memiliki Pohon di Pekarangan pada Perumahan Mahkota Siow Kota Manado

Priscilla Nelvy Gosal<sup>1</sup>, Sangkertadi<sup>2</sup>, Cynthia E V Wuisang<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Arsitektur (S2), Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

<sup>2,3</sup>Dosen Program Studi Arsitektur (S2), Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

Email Penulis Korespondensi : [priscillagosall1112@student.unsra.ac.id](mailto:priscillagosall1112@student.unsra.ac.id)

**Abstrak**—Dalam Penelitian ini bertujuan untuk didapati hasil kenyamanan pada hunian yang dipengaruhi oleh adanya Pohon dengan menggunakan metode kuantitatif dalam melakukan penelitian dengan menggunakan alat ukur untuk didapati hasil yang sesuai dalam menguji kenyamanan termal yang terdapat pada rumah ada pohon maupun tidak ada pohon. Terdapat berbagai variabel didalam studi ini yang dibatasi yakni suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin, suhu radiasi, aktivitas manusia, dan insulasi pakaian. Dalam proses yang dilalui dalam penelitian dengan membandingkan kondisi rumah yang ada pohon dan tidak ada pohon, akan diketahui seberapa besar kenyamanan yang ada baik rumah yang ada pohon dan tidak ada pohon. Dengan dilakukan pengukuran secara langsung ke rumah yang akan diteliti untuk mendapatkan data suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin, suhu radiasi, aktivitas manusia, dan insulasi pakaian. Lalu terdapat kuisioner untuk penghuni rumah yang nantinya akan dibandingkan dengan hasil yang diperoleh melalui pengukuran. Kemudian dilakukan perhitungan menggunakan program computer yaitu Deltalog 10 untuk mendapatkan hasil kenyamanan termal PMV dan PPD didalam ruangan rumah baik yang ada pohon dan rumah yang tidak ada pohon. Jadi hasilnya menunjukkan bahwa temperature rumah yang ada pohon lebih rendah dari pada rumah yang tidak ada pohon karena pohon berperan penting dalam keseimbangan kenyamanan termal, untuk menciptakan kenyamanan termal pada bangunan hunian beriklim tropis – lembab dengan meminimalisir tingginya temperatur udara, dijadikan sebagai peneduh, mengurangi polusi udara, mengeluarkan oksigen, dan mengurangi terjadinya pemanasan global dan dapat meningkatkan kenyamanan.

**Kata Kunci:** kenyamanan termal, pohon, hunian, tropis lembab

**Abstract**—In this study the aim was to obtain comfort results in occupancy which were influenced by the presence of trees. There are various variables in this study that are limited, namely air temperature, air humidity, wind speed, radiation temperature, human activity, and clothing insulation. In the process that was carried out in the study by comparing the conditions of houses with trees and without trees, it will be known how much comfort there is for both the houses with trees and without trees. By taking measurements directly to the house to be examined to obtain data on air temperature, air humidity, wind speed, radiation temperature, human activity, and clothing insulation. Then there is a questionnaire for the occupants of the house which will later be compared with the results obtained through measurements. Then calculations were carried out using a computer program, namely Deltalog 10 to get the results of PMV and PPD thermal comfort in the room of the house, both with trees and houses without trees. So the results show that the temperature of houses with trees is lower than houses without trees because trees play an important role in the balance of thermal comfort, to create thermal comfort in tropical residential buildings – humidity by minimizing high air temperatures, serving as shade, reducing air pollution, emit oxygen, and reduce the occurrence of global warming and can increase comfort

**Keywords:** thermal comfort, tree, occupancy, tropical humid

### I. PENDAHULUAN

Kota Manado adalah kota yang secara geografi dilewati oleh garis katulistiwa. Kota ini berada pada katulistiwa sehingga suhu udara di Manado relatif tinggi. Kenyamanan termal juga berdampak pada kesehatan dan keselamatan melalui proses iklim didalam suatu bangunan yang berkaitan erat dengan kondisi lingkungan (Kanisius Karyono, Abdullah, Cotgrave, & Bras, 2020). Dan salah satu faktor yang secara signifikan berpengaruh pada kenyamanan termal yang dirasakan manusia yakni adanya vegetasi disekitar kita. Vegetasi mengambil peran penting dalam keseimbangan kenyamanan termal (Syarifah, 2021). Hal yang penting untuk dikaji adalah bagaimana merancang kenyamanan termal didalam ruangan pada bangunan dimana diketahui bahwa bangunan ini terletak pada wilayah beriklim tropis-lembab. Penelitian ini melakukan studi aspek-aspek yang berhubungan dengan kenyamanan termal termasuk konsep-konsep perancangan yang bertujuan untuk menhadirkan kenyamanan termal bangunan di wilayah beriklim tropis-lembab untuk meminimalisir tingginya temperatur dengan adanya

pembayangan dari vegetasi yakni pohon tentunya akan mengurangi tingginya temperatur suhu udara. Pohon dapat menghalangi radiasi matahari langsung seperti pada atap, dinding, teras rumah yang memakai material keras misalnya beton dalam menurunkan suhu lingkungan (Jumriya dkk, 2019). Bagian dari bangunan yang tertutup bayangan pohon akan memiliki karakteristik yang tidak sama dengan bagian bangunan yang terpapar sinar matahari sehingga berdampak dalam suhu udara didalam ruangan lewat pengujian memakai alat pengukuran yaitu thermohyrometer, anemometer, infrared thermometer untuk mendapatkan hasil kenyamanannya. Situasi suhu udara luar sangat dipengaruhi oleh intensitas lamanya sinar matahari, sudut datang sinar matahari, cuaca dan iklim. Terjadinya panas di permukaan bumi tidak akan pernah sama dari suatu tempat dengan tempat yang lain karena intensitas sinar matahari tidak menyebar dengan merata diseluruh permukaan bumi.

Secara fisik rumah adalah sebuah bangunan yang menjadi tempat kita manusia sebagai tempat perlindungan dari adanya tragedi alam seperti hujan, dingin, dan



tempat manusia beristirahat. Dalam KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia), rumah didefinisikan sebagai bangunan tempat tinggal manusia, bangunan yang dibangun pada umumnya misalnya gedung. Sementara, dalam pengertian (No, 4AD), rumah adalah tempat tinggal atau bangunan hunian yang fungsinya sebagai sarana tempat keluarga tinggal yang menghadirkan kedamaian dan ketentramannya didalamnya.

Climate atau iklim kata ini diambil dari bahasa Yunani, klima dalam kamus Oxford artinya region atau daerah yang memiliki kondisi situasi tertentu berkaitan dengan suhu kering, kecepatan angin, cahaya, dan lainnya. Kata tropis berasal dari bahasa Yunani kuno, yaitu kata tropikos yang berarti garis balik, kini pengertian ini berlaku untuk daerah antara kedua garis balik ini (Surhone, Timpledon, & Marseken, n.d.). Pohon adalah komponen yang sangat penting dalam menunjang iklim mikro pada ruang terbuka hijau, dapat dijadikan peneduh dan memberikan oksigen sebagai manfaat yang baik bagi kehidupan ekologis (Saroh Ismi, 2020)

Penelitian ini bertujuan mendapatkan hasil kemampuan dengan adanya pohon ruang luar dalam mempengaruhi kuantitas aliran panas dan kecepatan angin melalui selubung hunian beriklim tropis. Terdapat variabel yang akan diukur yaitu suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin, suhu radiasi, aktivitas manusia, dan insulasi pakaian.

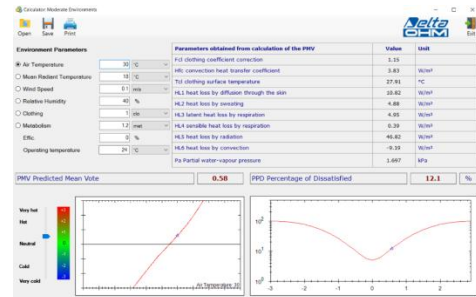
Kenyamanan termal didefinisikan sebagai pola pikir manusia yang merasakan kenyamanan pada situasi kondisi dimana manusia tinggal dengan suhu temperature udara yang nyaman (Ahmad, 2020). Kenyamanan termal berkaitan erat dengan keseimbangan temperature suhu udara dan suhu dalam tubuh manusia. Faktor lainnya yang berhubungan dengan manusia dalam mempengaruhi kenyamanan termal yaitu aktivitas, tubuh manusia, jenis pakaian yang digunakan

## II. METODE PENELITIAN

Metode yang dipakai dalam penulisan ini yaitu metode kuantitatif dan metode deskriptif untuk melakukan penelitian menggunakan alat ukur atau instrumen penelitian, analisa data dengan bertujuan untuk menguji hipotesis yang telah dibuat. Perolehan data yang akan dianalisis pada penelitian ini guna untuk peneliti akan melakukan perbandingan antara kasus rumah yang ada pohon dan tidak ada pohon dengan hasil yang telah didapatkan berdasarkan masing-masing sampel penelitian pada bangunan hunian dan hasil wawancara pada penghuni bangunan mengenai kenyamanan termal yang dirasakan.

Jika sudah didapati hasil data yakni berupa pengukuran langsung di lapangan tersebut diperoleh data kuantitatif seperti data suhu udara/ temperature, kelembaban udara, kecepatan angin, suhu radiasi yang kemudian data-data tersebut diuraikan pada penggunaan aplikasi software Delta Log untuk mengetahui kenyamanan PMV meter sehingga mudah dipelajari dan di mengerti. Data- data tersebut akan disusun dan didapatkan perbandingan antara kasus rumah ada pohon

dan kasus rumah tidak ada pohon melalui hasil pengukuran dilokasi kasus rumah tersebut, setelah itu akan ditarik kesimpulan yang berdasarkan dari hasil penelitian.

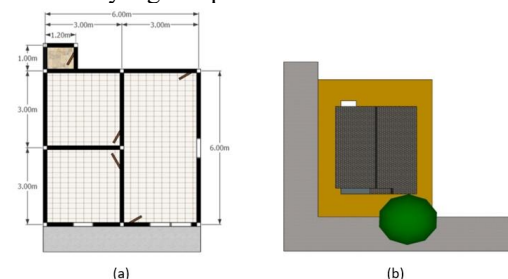


Gambar 1. Calculator Delta Ohm

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Identifikasi Gambar Bangunan.

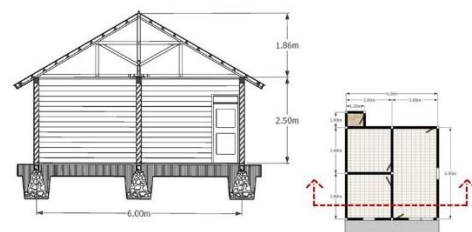
#### 1. Rumah yang ada pohon



Gambar 2. (a) Denah rumah ada pohon, (b) Site Plan rumah ada pohon

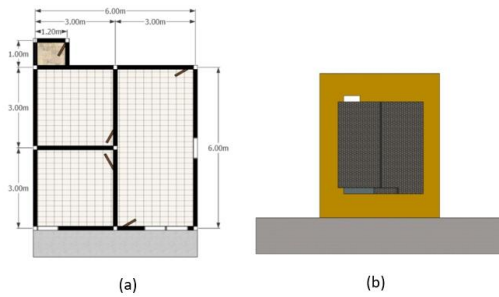


Gambar 3. Tampak Rumah Ada Pohon



Gambar 4. Potongan Rumah Ada Pohon

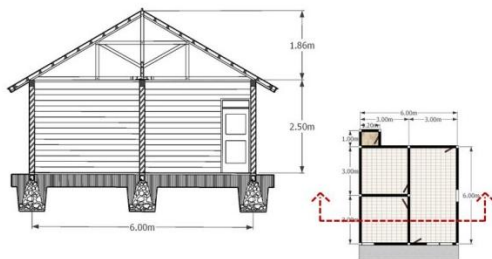
#### 2. Rumah yang tidak ada pohon



Gambar 5. (a) Denah rumah tidak ada pohon, (b) Site Plan rumah tidak ada pohon



Gambar 6. Tampak Rumah Tidak Ada Pohon



Gambar 7. Potongan Rumah Tidak Ada Pohon

## b. Data Hasil Penelitian

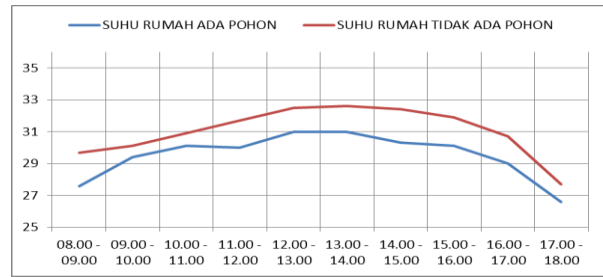
### 1. Rumah ada pohon

| No          | Waktu Pengukuran | Suhu Radiasi Permukaan (°C) |         |        |        |        |        |        |        |        |        | Suhu Udara (°C) | Kelembaban (%) | Kecepatan Angin (m/s) | Suhu Efektif (°C) | Catatan         |
|-------------|------------------|-----------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------|----------------|-----------------------|-------------------|-----------------|
|             |                  | Atap                        | Dinding | Lantai | Langit | Langit | Langit | Langit | Langit | Langit | Langit |                 |                |                       |                   |                 |
| 08.00-09.00 | 08.00            | 31.0                        | 28.0    | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0            | 75.0           | 0.5                   | 29.5              | Tidak Ada Pohon |
| 09.00-10.00 | 09.00            | 31.0                        | 28.0    | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0            | 75.0           | 0.5                   | 29.5              | Tidak Ada Pohon |
| 10.00-11.00 | 10.00            | 31.0                        | 28.0    | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0            | 75.0           | 0.5                   | 29.5              | Tidak Ada Pohon |
| 11.00-12.00 | 11.00            | 31.0                        | 28.0    | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0            | 75.0           | 0.5                   | 29.5              | Tidak Ada Pohon |
| 12.00-13.00 | 12.00            | 31.0                        | 28.0    | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0            | 75.0           | 0.5                   | 29.5              | Tidak Ada Pohon |
| 13.00-14.00 | 13.00            | 31.0                        | 28.0    | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0            | 75.0           | 0.5                   | 29.5              | Tidak Ada Pohon |
| 14.00-15.00 | 14.00            | 31.0                        | 28.0    | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0            | 75.0           | 0.5                   | 29.5              | Tidak Ada Pohon |
| 15.00-16.00 | 15.00            | 31.0                        | 28.0    | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0            | 75.0           | 0.5                   | 29.5              | Tidak Ada Pohon |
| 16.00-17.00 | 16.00            | 31.0                        | 28.0    | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0            | 75.0           | 0.5                   | 29.5              | Tidak Ada Pohon |
| 17.00-18.00 | 17.00            | 31.0                        | 28.0    | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0            | 75.0           | 0.5                   | 29.5              | Tidak Ada Pohon |
| Rata-rata   |                  |                             |         |        |        |        |        |        |        |        |        |                 |                |                       |                   |                 |
| Min         |                  |                             |         |        |        |        |        |        |        |        |        |                 |                |                       |                   |                 |
| Max         |                  |                             |         |        |        |        |        |        |        |        |        |                 |                |                       |                   |                 |

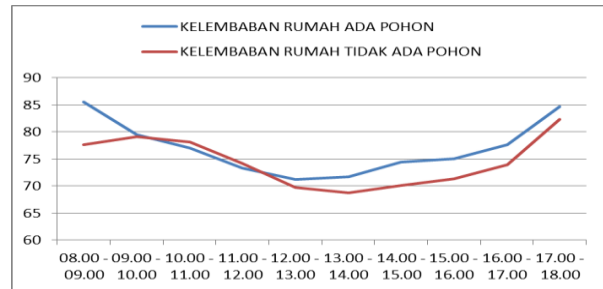
### 2. Rumah tidak ada pohon

| No          | Waktu Pengukuran | Suhu Radiasi Permukaan (°C) |         |        |        |        |        |        |        |        |        | Suhu Udara (°C) | Kelembaban (%) | Kecepatan Angin (m/s) | Suhu Efektif (°C) | Catatan         |
|-------------|------------------|-----------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------|----------------|-----------------------|-------------------|-----------------|
|             |                  | Atap                        | Dinding | Lantai | Langit | Langit | Langit | Langit | Langit | Langit | Langit |                 |                |                       |                   |                 |
| 08.00-09.00 | 08.00            | 31.0                        | 28.0    | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0            | 75.0           | 0.5                   | 29.5              | Tidak Ada Pohon |
| 09.00-10.00 | 09.00            | 31.0                        | 28.0    | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0            | 75.0           | 0.5                   | 29.5              | Tidak Ada Pohon |
| 10.00-11.00 | 10.00            | 31.0                        | 28.0    | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0            | 75.0           | 0.5                   | 29.5              | Tidak Ada Pohon |
| 11.00-12.00 | 11.00            | 31.0                        | 28.0    | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0            | 75.0           | 0.5                   | 29.5              | Tidak Ada Pohon |
| 12.00-13.00 | 12.00            | 31.0                        | 28.0    | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0            | 75.0           | 0.5                   | 29.5              | Tidak Ada Pohon |
| 13.00-14.00 | 13.00            | 31.0                        | 28.0    | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0            | 75.0           | 0.5                   | 29.5              | Tidak Ada Pohon |
| 14.00-15.00 | 14.00            | 31.0                        | 28.0    | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0            | 75.0           | 0.5                   | 29.5              | Tidak Ada Pohon |
| 15.00-16.00 | 15.00            | 31.0                        | 28.0    | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0            | 75.0           | 0.5                   | 29.5              | Tidak Ada Pohon |
| 16.00-17.00 | 16.00            | 31.0                        | 28.0    | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0            | 75.0           | 0.5                   | 29.5              | Tidak Ada Pohon |
| 17.00-18.00 | 17.00            | 31.0                        | 28.0    | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0   | 28.0            | 75.0           | 0.5                   | 29.5              | Tidak Ada Pohon |
| Rata-rata   |                  |                             |         |        |        |        |        |        |        |        |        |                 |                |                       |                   |                 |
| Min         |                  |                             |         |        |        |        |        |        |        |        |        |                 |                |                       |                   |                 |
| Max         |                  |                             |         |        |        |        |        |        |        |        |        |                 |                |                       |                   |                 |

Gambar 8. Grafik Suhu Udara



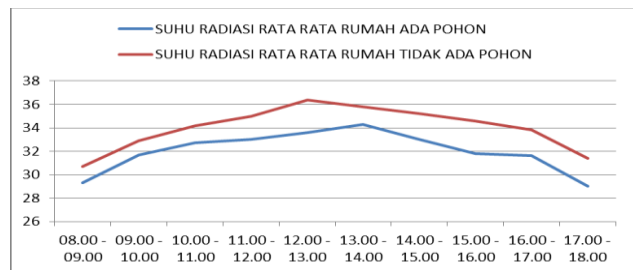
Gambar 9. Grafik Kelembaban Udara



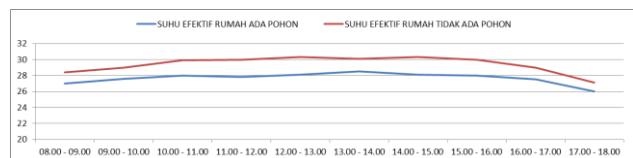
Gambar 10. Grafik Kecepatan angin



Gambar 11. Grafik Suhu Radiasi



Gambar 12. Grafik Suhu Efektif



Berdasarkan data hasil pengukuran kenyamanan termal yang didapat dari 2 kasus rumah yaitu yang ada pohon dan tidak ada pohon dalam jangka waktu pagi sampai sore jam 08.00 – 18.00 wita. Terdapat perbedaan yang bisa dilihat antara perbandingan suhu udara, kelembapan udara, kecepatan angin, dan suhu radiasi didalam rumah ada pohon dan tidak ada pohon.

Hasil pengukuran temperature suhu udara pada rumah yang ada pohon dari jam 08.00 – 18.00 wita menunjukan rata-rata 29.51 OC nilai maksimum yang diperoleh 31 OC dan nilai minimum yaitu 26.6 OC. Sedangkan pada kasus



rumah yang tidak ada pohon diperoleh rata – rata 31.02 0C nilai maksimum 32.6 0C dan nilai minimum 27.7 0C. Sehingga perbandingan yang jelas dari hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa suhu rata –rata pada rumah tinggal yang ada pohon lebih rendah dari pada rumah tinggal yang tidak ada pohon. Dalam pengukuran kelembapan udara pada 2 kasus rumah tinggal baik yang ada pohon maupun tidak ada pohon, secara analisis didapati hasil adanya keterkaitan antara suhu udara dan kelembapan yaitu semakin tinggi suhu udara maka semakin rendah kelembapan udaranya demikian sebaliknya

Kelembapan pada rumah yang ada pohon rata – rata diperoleh nilai 77.01% nilai maksimum 85.6% nilai minimum 71.2 %. Sedangkan pada rumah yang tidak ada pohon rata –rata 74.52 % nilai maksimum 82.3 % dan nilai minimum 68.7%. Dari hasil nilai rata – rata kelembapan yang didapati dari 2 rumah tinggal tersebut bahwa kelembapan pada rumah yang ada pohon lebih tinggi dari pada rumah yang tidak ada pohon.

Pada pengukuran kecepatan angin antara 2 kasus rumah tinggal terdapat perbedaan baik yang ada pohon dan tidak ada pohon, yaitu rumah ada pohon rata –rata kecepatan angin diperoleh nilai 0.224 m/s nilai maksimum 0.32 m/s nilai minimum 0.16 m/s. Sedangkan rata – rata kecepatan angin pada rumah yang ada pohon adalah 0.107 m/s nilai maksimum 0.16 m/s nilai minimum 0.09 m/s. Dari hasil data rata – rata kecepatan angin yang diperoleh bahwa rumah yang ada pohon lebih tinggi dari dibandingkan rumah yang tidak ada pohon. Hasil tersebut dapat disebabkan karena faktor iklim manfaat dari tanaman peneduh sebagai wind barrier yaitu memaksimalkan serta mengontrol angin juga dapat mengarahkan angin ke dalam bangunan.

Selanjutnya hasil penelitian rata – rata suhu radiasi pada rumah yang ada pohon dan tidak ada pohon, yakni yang ada pohon didapati nilai rata – rata 32 0C nilai maksimum 34.3 0C nilai minimum 29 0C. Sedangkan pada rumah yang tidak ada pohon nilai rata rata suhu radiasi 34 0C nilai maksimum 36.4 0C nilai minimum 30.7 0C. Dapati hasil perbandingan suhu radiasi rata –rata antara 2 rumah tinggal bahwa rumah yang tidak ada pohon suhu radiasi rata – rata lebih tinggi dibandingkan suhu radiasi rata –rata pada rumah yang ada pohon, disimpulkan antara 2 rumah tinggal yang dilakukan penelitian bahwa rumah yang tidak ada pohon suhu rata – ratanya lebih panas dari pada suhu rumah yang ada pohon.

Pada hasil pengukuran suhu udara dan kelembapan pada ruang luar di rumah yang ada pohon dan tidak ada pohon. Di dapati hasil pada rumah yang ada pohon rata – rata suhu 29.9 0C nilai maksimum 31.7 0C nilai minimum 26.1 0C. Sedangkan pada rumah yang tidak ada pohon / gersang nilai rata – rata 31.3 0C nilai maksimum 35.8 0C dan nilai minimum 22.3 0C. Disimpulkan bahwa ruang luar yang ada pohon suhunya lebih rendah / nyaman dari pada rumah yang tidak ada pohon. Untuk kelembapan ruang luar yang ada pohon rata – rata 76.75 % nilai maksimum 90.1 % nilai minimum 69.9 %. Sedangkan

kelembapan ruang luar rumah tidak ada pohon rata – rata 72.16 % nilai maksimum 90 % nilai minimum 60 %.

Dari hasil penelitian antara rumah yang ada pohon dan tidak ada pohon. Dalam standar kenyamanan termal SNI 03-6572-2001 adalah 25.8 0C – 27.1 0C dan untuk kelembapan udara pada daerah tropis sesuai SNI 03-6572-2001 yaitu 40% - 50%. Berdasarkan data penelitian pada 2 rumah tinggal baik yang ada pohon maupun yang tidak ada pohon, dapat dilihat dengan jelas nilai suhu efektif dan kelembapan udara rata-rata tidak ada yang sesuai dengan standar kenyamanan termal SNI 03-6572-2001 artinya tidak nyaman. Namun pada rumah yang ada pohon pada pagi hari jam 08.00 – 09.00 dan sore hari jam 16.00 – 18.00, juga pada rumah yang tidak ada pohon pada sore hari jam 16.00 – 18.00 dikatakan oleh responden penghuni rumah tersebut yang dirasakan adalah nyaman. Disebabkan oleh kemungkinan responden sudah terbiasa dengan kondisi yang dirasakan didalam rumah tinggal tersebut

#### IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapati dari hasil penelitian yang sudah dilakukan pada 2 rumah tinggal yang ada pohon dan tidak ada pohon dengan menyesuaikan kuisioner. Bahwa temperatur rumah yang ada pohon lebih rendah dari pada rumah yang tidak ada pohon dikarenakan adanya pohon yang berperan penting dalam keseimbangan kenyamanan termal, untuk menciptakan kenyamanan termal pada bangunan hunian beriklim tropis – lembab dengan meminimalisir tingginya temperatur udara., juga dapat dijadikan sebagai peneduh, mengurangi polusi pencemaran udara / filter udara, mengeluarkan oksigen, mengurangi terjadinya pemanasan global dan dapat meningkatkan kenyamanan.

Secara umum dapat disimpulkan dalam kasus ini bahwa pada pohon yang dilindungi oleh vegetasi ternyata dapat memberikan potensi kenyamanan yang lebih besar dibandingkan pada kasus rumah yang tidak dilindungi pohon disekitarnya. Hal ini terjadi, berkat peran pepohonan yang dapat membantu menurunkan suhu permukaan dinding dinding dalam ruangan yang selanjutnya berimplikasi terhadap peningkatan rasa kenyamanan termal.

#### V. REFERENSI

- Szokolay S.V, et. al (1973), Manual of Tropical Housing and Building, Bombay: Orient Langman.
- Sangkertadi, 2012. Perhitungan Ventilasi dan Kenyamanan Termis Pada Bangunan Tropis. Manado: Penerbit PT Waja Utama
- ANSI/ASHRAE Standard 55-2010. Thermal Environmental Conditions For Human Occupancy.
- Building Science Text Book Series: Book 3: Topical Themes: Part 10: S.V. Szokolay's Memoirs - Section C: 1965 Works: Lighting Design



- Karyono, Tri Harso. "Kenayaman Termal dalam Arsitektur Tropis." Researchgate, no. July (2016): 9.
- Undang-Undang Nomor 4 tahun 1992, tentang Perumahan dan Permukiman. KBBI, Bangunan Hunian
- Fanger, (1982), Thermal Comfort, Analysis and Applications in Environmental Engineering, Robert E. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida
- Wikipedia, the free encyclopedia. Thermal Comfort
- Nicol & Humphreys, (2002), Adaptive Thermal Comfort and Sustainable Thermal Standards for Buildings, Journal: Energy and Buildings 34, Elsevier Science
- ISO 7730 (2005) - Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Switzerland
- Creswell, J. W. (2009). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (3rd ed.). Sage Publications, Inc.
- Sugini, 2014. Kenyamanan Termal Ruang 'konsep dan penerapan pada desain'. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu
- Sangkertadi, S., & Syafriny, R. (2016). Pair influence of wind speed and mean radiant temperature on outdoor thermal comfort of humid tropical environment. Journal of Urban and Environmental Engineering, 10(2), 177-185.
- Syarifah, H. N. (2021). Fungsi vegetasi terhadap kontrol kenyamanan termal dalam pengembangan rancangan lansekap kawasan Waduk Ria Rio, Jakarta Timur.
- Qiantao Zhao, Zhiwei Lian & Dayi Lai (2020) Thermal comfort models and their developments: A review, Energy and Built Environment, Volume 2.
- Kanisius Karyono, Badr M. Abdullah, Alison J. Cotgrave, Ana Bras (2020). The adaptive thermal comfort review from the 1920s, the present, and the future. Developments in the Built Environment 4.
- Jumriya, J., Mulyadi, R., & Hamzah, B. (2019). Pengaruh Pembayangan terhadap Kenyamanan Termal pada Rumah Tinggal di Perumahan Bukti Baruga Antang Makassar. Jurnal Penelitian Enjiniring, 23(1), 18-24.
- Ahmad, Afriliya Rumaizha. (2020). *Kenyamanan Termal Adaptif pada Rumah Susun (Studi Kasus: Asrama Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin)*. Universitas Hasanuddin.
- Karyono, Kanisius, Abdullah, Badr M., Cotgrave, Alison J., & Bras, Ana. (2020). The adaptive thermal comfort review from the 1920s, the present, and the future. *Developments in the Built Environment*, 4, 100032.
- Karyono, Tri Harso. (2016). Arsitektur Tropis dan Bangunan Hemat Energi. *Jakarta: Jurnal KALANG, Jurusan Teknik Arsitektur, Universitas Tarumanagara*, 1(1).
- Kholiq, Afrizal, & Hidayat, Muhammad Syarif. (2016). Pengaruh Bentuk Atap Terhadap Karakteristik Thermal Pada Rumah Tinggal Tiga Lantai. *Vitruvian: Jurnal Arsitektur, Bangunan, Dan Lingkungan*, 5(3), 265317.
- No, Undang Undang. (4AD). tahun 1992 tentang Perumahan dan Permukiman. *Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum RI*.
- Sangkertadi, Sangkertadi, & Syafriny, Reny. (2016). Pair influence of wind speed and mean radiant temperature on outdoor thermal comfort of humid tropical environment. *Journal of Urban and Environmental Engineering*, 10(2), 177–185.
- Santoso, Eddy Imam. (2012). Kenyamanan termal indoor pada bangunan di daerah beriklim tropis lembab. *The Indonesian Green Technology Journal*, 1(1), 13–19.