

KAJIAN KENYAMANAN TERMAL RUMAH YANG MEMILIKI POHON DI PEKARANGAN PADA PERUMAHAN MAHKOTA SIOW KOTA MANADO

Priscilla Nelvy Gosal¹, Sangkertadi², Cynthia E V Wuisang³

¹Mahasiswa Prodi S2 Arsitektur, ^{2,3}Dosen Prodi S2 Arsitektur

Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi, Manado

e-mail: ¹priscillagosal1112@student.unsrat.ac.id, ²sangkertadi@unsrat.ac.id, ³cynthia.wuisang@unsrat.ac.id

ABSTRAK

Dalam Penelitian ini bertujuan untuk didapati hasil kenyamanan pada hunian yang dipengaruhi oleh adanya 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 ruamah 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 kuisisioner 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 rashes 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

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 adalah suatu kondisi atau keadaan dimana manusia merasakan suhu disekitarnya tidak panas dan juga tidak dingin (Karyono, 2016). Kenyamanan termal juga berdampak pada kesehatan dan keselamatan melalui proses iklim didalam suatu bangunan yang berkaitan erat dengan kondisi lingkungan (Karyono dkk, 2020). Variabel yang mempengaruhi kenyamanan termal yaitu variabel iklim meliputi suhu udara, kelembaban relatif, kecepatan udara dan suhu radiasi (Nicol & Humphreys, 2002). 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 menghadirkan 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 tragedy 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 (Undang-Undang Nomor 4 tahun 1992 tentang Perumahan dan Permukiman), 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 (Wikipedia). Pada daerah tropis, variabel yang berperan penting dalam kontribusi sebagai komponen iklim yang mempengaruhi kenyamanan yakni suhu radiasi rata rata dari suhu radiasi matahari secara langsung pada suatu lingkungan tempat manusia beraktifitas (Sangkertadi & Syafriny, 2016).

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.

TINJAUAN PUSTAKA

Kenyamanan Termal

Kenyamanan termal didefinisikan sebagai pola pikir manusia yang merasakan kenyamanan pada situasi kondisi dimana manusia tinggal dengan suhu temperature udara yang nyaman (Szokolay, 1973, *Manual of Tropical Housing and Building*). Kenyamanan termal berkaitan erat dengan keseimbangan temperature suhu udara dan suhu dalam tubuh manusia. (Sugini, 2014) Para ahli menyepakati terdapat 6 variabel yang mempengaruhi kenyamanan termal. Faktor-faktor iklim yang dapat mempengaruhi kenyamanan termal yaitu suhu udara, kecepatan angin, kelembaban relatif, dan perpindahan beban panas (Fanger, 1982). Faktor lainnya yang berhubungan dengan manusia dalam mempengaruhi kenyamanan termal yaitu aktivitas, tubuh manusia, jenis pakaian yang digunakan.

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kenyamanan termal seperti suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin, radiasi, dan faktor subjektif yaitu metabolisme tubuh manusia, jenis pakaian yang digunakan, makanan minuman, bentuk tubuh, usia dan jenis kelamin manusia, serta aktivitas manusia (Auchiciems dan Szokolay, 2007).

Standarisasi American Society Of Heating Refrigerating Air Conditioning Engineers (ASHRAE 55-2010) menjelaskan bahwa secara umum terdapat beberapa aspek adaptasi yang terjadi kepada penghuni berkenaan dengan perubahan suhu. Adaptasi dapat berupa memakai pakaian yang bersifat hangat atau sejuk, menggunakan jendela besar untuk mendukung terjadinya sirkulasi udara kedalam ruang, mengurangi pergerakan aktifitas untuk mengurangi proses metabolisme, dll.

Manusia dapat merasakan kenyamanan secara termis dipengaruhi oleh kondisi lingkungan iklim yakni suhu udara, suhu radiatif, kecepatan udara, dan kelembaban udara. Adapun kondisi lainnya yang berhubungan dengan manusia yaitu tingkat aktifitas, jenis pakaian yang dipakai, dan ukuran tubuhnya (Sangkertadi, 2012. *Perhitungan Ventilasi dan Kenyamanan Termis Pada Bangunan Tropis*).

Indeks Termal Kenyamanan Termal

Predicted Mean Vote disingkat menjadi PMV adalah acuan dasar pengembangan seperti model matematis indeks termal yang diformulasikan (Fanger, 1970) mengacu pada hasil pengamatan maupun evaluasi terhadap banyaknya subjek dengan kondisi iklim yang bervariasi dalam bioklimatis. ISO (International Standar Organization) merekomendasikan Indeks skala PMV yaitu menjadi standar universal pada tingkat kenyamanan termis.

Tabel 1. **Indeks Termal PMV. Perhitungan Perhitungan Ventilasi dan Kenyamanan Termis Pada Bangunan Tropis (Sangkertadi, 2012)**

PMV	Keterangan
+3	Sangat Panas
+2	Panas
+1	Agak Panas
0	Netral
-1	Agak Dingin
-2	Dingin
-3	Sangat Dingin

Sumber : Sangkertadi, (2012)

PMV sebagai indeks yang berasal dari universitas di Denmark oleh Professor Fanger yakni menginkasikan sensasi yang dirasakan dari dingin (cold) dan hangat (Warm) pada skala +3 sampai -3, terdapat 7 skala tingkat kenyamanan. Model PMV ini merupakan model kenyamanan termal yang klasik (Zhao dkk, 2021).

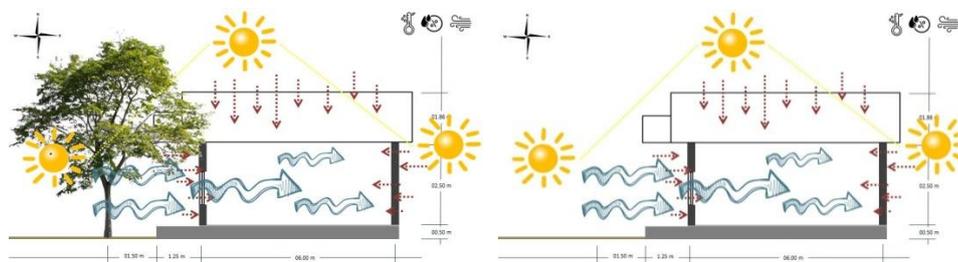
METODOLOGI PENELITIAN

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. (Creswell, 2009) mendefinisikan bahwa metode penelitian pendekatan kuantitatif ini adalah metode yang dipakai dalam mempelajari antar variabel untuk membuktikan adanya teori yang disajikan berupa data angka yang dapat diukur.

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.

Materi dan Rancangan Penelitian

Berdasarkan hipotesis yang telah disimpulkan diatas sesuai penelitian ini, didapatkan metode tahap yang akan menjadi landasan acuan untuk pelaksanaan penelitian nanti.



Gambar 1. Analisis Perpindahan Panas dan Angin

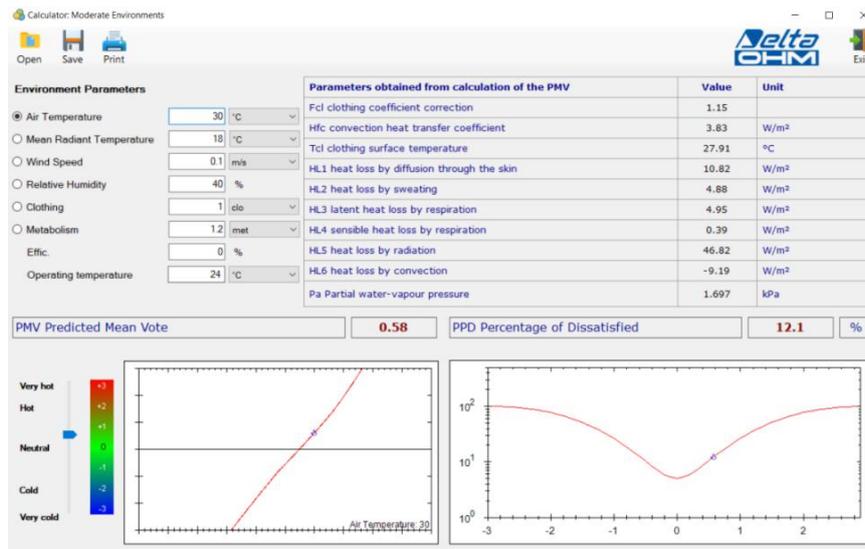
Sumber : Kajian Pribadi

Mengetahui seberapa besar variabel faktor panas dan angin dari luar bangunan hunian dengan peran adanya vegetasi pohon terhadap masuknya beban panas yang berasal dari luar ke ruangan dalam hunian, dimana beban panas menjadi faktor yang menyebabkan nyaman atau tidak nyamannya ruangan.

- Menyediakan alat penelitian untuk pengukuran dilokasi hunian
- Melakukan pengukuran suhu udara
- Melakukan pengukuran kelembaban udara
- Melakukan pengukuran kecepatan angin
- Melakukan pengukuran suhu radiasi
- Pengukuran ditempatkan pada bagian ruang dalam hunian dan luar ruang hunian

Analisis Data

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 2. Calculator Delta Ohm
 Sumber : Kajian Pribadi

Instrumen Penelitian

Pada penelitian ini akan digunakan Alat ukur dan penggunaannya sebagai berikut.

Tabel 2. Alat Penelitian

No	Alat Ukur	Keterangan
1		Elitech GSP-6 Temperature Humidity Data Logger Temp adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu udara dan kelembaban pada suatu ruangan.
2		Hot Wire Digital Anemometer Wind Speed adalah alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin yang ada pada suatu ruangan menggunakan sensor yaitu hot wire untuk mendeteksi adanya angin
3		Infrared thermogun Flir adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu permukaan suatu area dengan pancaran sinar inframerah yang dihantarkan sehingga dapat mendeteksi suhu permukaan yang ada.

Sumber : Kajian Pribadi

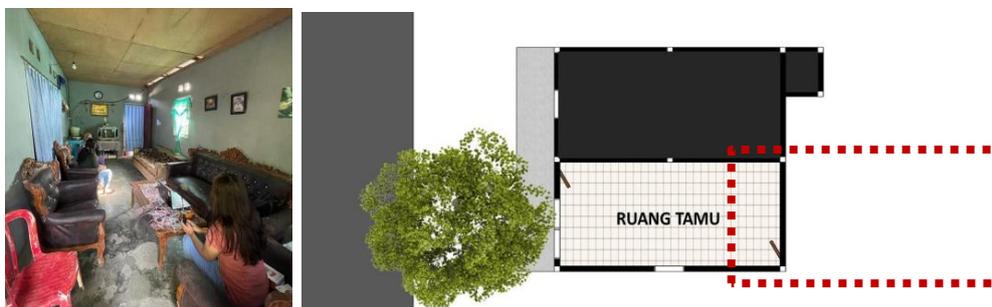
Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah hasil data secara keseluruhan yang didapati dari penelitian langsung dilapangan melalui pengukuran pada lokasi penelitian yang telah ditentukan terkait masing-masing parameter tersebut antara lain, data temperature suhu ruangan, kelembaban, kecepatan angin, dan suhu radiasi. Dan pengukuran akan dilakukan menggunakan alat yang tertera diatas yaitu thermohygrometer digital (Data logger), anemometer, Infrared Thermometer.

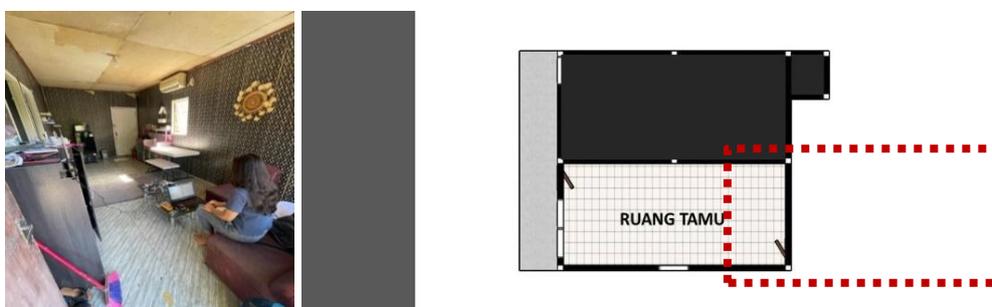


Gambar 3. Lokasi Penelitian
Sumber : Kajian Pribadi

Penelitian ini dilaksanakan di Perumahan Mahkota Siow Malendeng kota Manado dengan objek penelitian yaitu sampel kasus rumah 1 lantai dengan orientasi menghadap ke arah barat dengan kasus rumah yang ada pohon dan tidak ada pohon yang akan dijadikan data penelitian. Dan penelitian ini dilaksanakan pada jam 08.00 sampai jam 18.00 yaitu ada 10 jam dalam 1 hari.



Gambar 4. Pelaksanaan Penelitian Rumah Ada Pohon
Sumber : Kajian Pribadi



Gambar 5. Pelaksanaan Penelitian Rumah Tidak Ada Pohon
Sumber : Kajian Pribadi

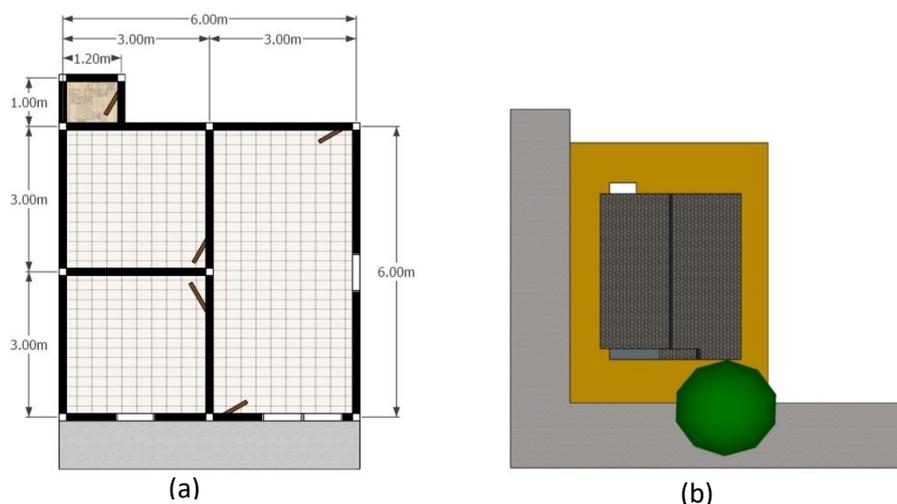
Ruang tamu sebagai lokasi penelitian dan tempat pengukuran berlangsung, dalam ruangan ini dipasangkan alat - alat ukur seperti, thermohygrometer data logger pada titik sensornya diletakkan

dibagian tengah ruangan dan disetting supaya dapat merekam hasil dari pengukuran suhu udara dan kelembaban yang ada dalam ruangan tersebut, anemometer untuk mengukur kecepatan angin yang masuk dalam ruangan dan alat ini diletakkan didekat adanya aliran udara yang masuk, sehingga setiap ada angin yang masuk atau terdeteksi oleh sensor hot wire anemometer tersebut langsung terekam pada laptop yang tersambung dengan alat anemometranya. Alat infrared thermometer untuk mengukur suhu permukaan, pada setiap rentan waktu 1 jam alat ini akan digunakan dengan menembak/mengukur tiap permukaan seperti dinding, jendela, lantai, dan plafond. Proses penelitian berlangsung 1 hari tiap rumah dengan kondisi cuaca yang cerah dari pagi sampai sore jam 08.00 – 18.00 Wita. Dan juga mengambil data penelitian pada ruang luar menggunakan alat thermohyrometer untuk mengetahui suhu udara dan kelembaban pada ruang luar rumah masing - masing rumah baik yang ada pohon maupun yang tidak adapohon.

HASIL PENELITIAN

Identifikasi Gambar Bangunan

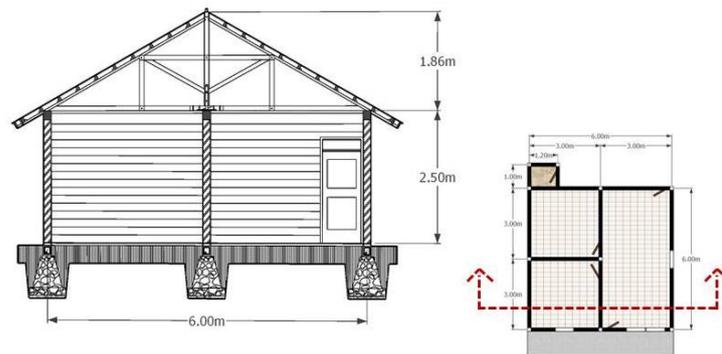
Rumah yang ada pohon



Gambar 6. (a) Denah rumah ada pohon, (b) Site Plan rumah ada pohon
Sumber : Kajian Pribadi

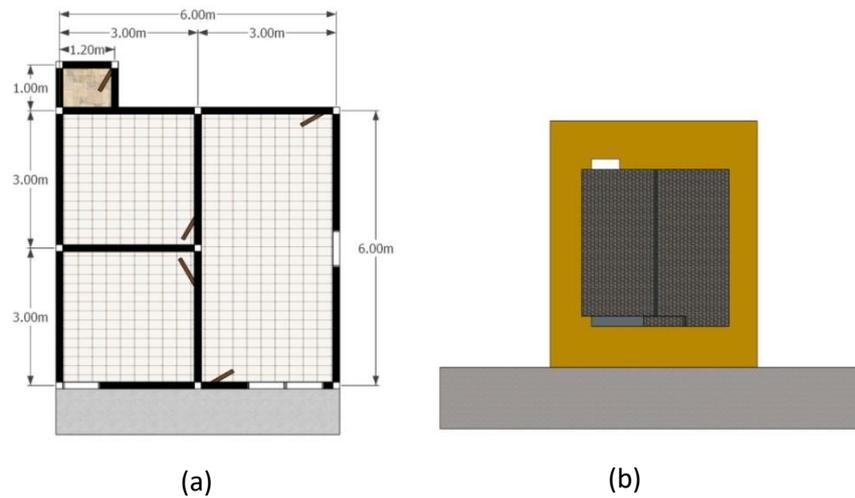


Gambar 7. Tampak Rumah Ada Pohon
Sumber : Kajian Pribadi



Gambar 8. Potongan Rumah Ada Pohon
 Sumber : Kajian Pribadi

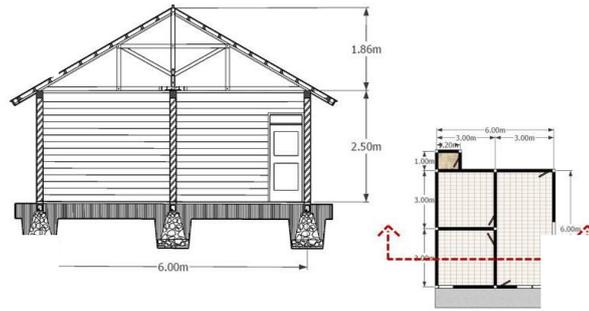
Rumah yang tidak ada pohon



Gambar 9. (a) Denah rumah tidak ada pohon, (b) Site Plan rumah tidak ada pohon
 Sumber : Kajian Pribadi



Gambar 10. Tampak Rumah Tidak Ada Pohon
 Sumber : Kajian Pribadi



Gambar 11. Potongan Rumah Tidak Ada Pohon
Sumber : Kajian Pribadi

Data Hasil Penelitian

Tabel 3. Rumah ada pohon

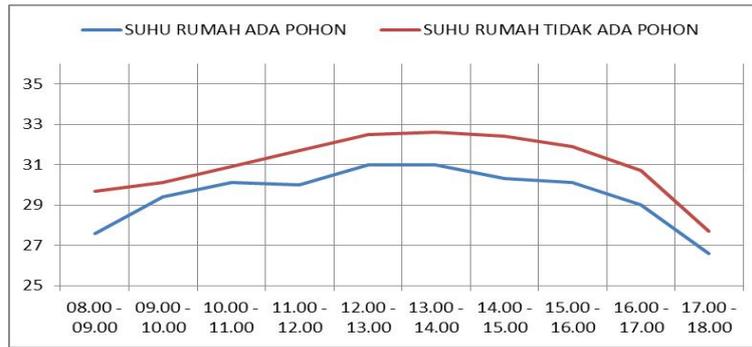
JAM PENELITIAN	Indoor				Suhu Radiasi Permukaan (OC)								Suhu Radiasi Permukaan Rata-rata	Hasil Kuisioner	Suhu Efektif	SNI 03-6572-2001 (25,8°C s/d 27,1°C) (40%-50%)		Clothing (Clo)	Activity (Met)	PMV		PPD %		Kesesuaian hasil PMV dan Kuisioner		Outdoor	
	Suhu	RH	Kecepatan Udara	wsp	Dinding A	Dinding B	Dinding C	Dinding D	Lantai	Plafond	Jendela A	Jendela B				Suhu	RH			Agak Panas	Tidak Nyaman	Agak Panas	Tidak Mayoritas	Tidak Sesuai	Sesuai	Suhu (OC)	RH (%)
	(°C)	(%)	(m/s)	(°C)												(°C)	(%)										
08.00 - 09.00	27.6	85.6	0.18	26.9	28.2	29.9	28.2	28.4	27.6	32.6	29.2	29	Nyaman	27	Nyaman	Tidak Nyaman	0.27	1	0.52	Agak Panas	10.8	Tidak Mayoritas	Tidak Sesuai	28.9	81.3		
09.00 - 10.00	29.4	79.5	0.24	26.7	30.5	33	30.9	30	29.5	35.5	30.8	31.2	31.7	Agak Panas	27.6	Tidak Nyaman	Tidak Nyaman	0.27	1	1.38	Agak Panas	44.7	Tidak Mayoritas	Sesuai	30.6	76.4	
10.00 - 11.00	30.1	77	0.16	26.8	32	34.8	32.4	30.7	29.8	36.5	31.8	32.8	32.7	Agak Panas	28	Tidak Nyaman	Tidak Nyaman	0.27	1	1.97	Panas	75.2	Mayoritas	Tidak Sesuai	30.7	75.6	
11.00 - 12.00	30	73.3	0.23	26.2	32.4	34.2	33.4	31.7	30.6	35.9	31.7	34.3	33	Agak Panas	27.8	Tidak Nyaman	Tidak Nyaman	0.27	1	1.81	Panas	67.6	Mayoritas	Tidak Sesuai	30.4	73	
12.00 - 13.00	31	71.2	0.18	26.6	32.5	34.4	33.4	32.2	31	37.7	32.5	32.4	33.6	Panas	28.1	Tidak Nyaman	Tidak Nyaman	0.27	1	2.32	Panas	89	Mayoritas	Sesuai	31.6	69.9	
13.00 - 14.00	31	71.7	0.17	27.1	33.7	35	34.3	33.6	31.8	37.6	33.5	34.2	34.3	Panas	28.5	Tidak Nyaman	Tidak Nyaman	0.27	1	2.5	Panas	93.5	Mayoritas	Sesuai	31.7	71.1	
14.00 - 15.00	30.3	74.4	0.18	26.9	32.9	33.7	33.5	32.4	31.2	34.8	32.2	31.6	33	Panas	28.1	Tidak Nyaman	Tidak Nyaman	0.27	1	2.02	Panas	77.6	Mayoritas	Sesuai	30.9	73.8	
15.00 - 16.00	30.1	75	0.28	26.8	32.3	32.7	33.4	31.9	30.2	32.1	30.9	31.7	31.8	Panas	28	Tidak Nyaman	Tidak Nyaman	0.27	1	1.52	Panas	52.2	Mayoritas	Sesuai	30.2	75.9	
16.00 - 17.00	29	77.7	0.3	26.7	31.4	32.2	32.2	31.6	30.7	32.1	31.2	30.6	31.6	Nyaman	27.5	Tidak Nyaman	Tidak Nyaman	0.27	1	1.09	Agak Panas	29.9	Tidak Mayoritas	Tidak Sesuai	28.8	80.4	
17.00 - 18.00	26.6	84.7	0.32	25.6	29.4	29.8	29.3	29.3	28.3	28.9	27.1	27.8	29	Nyaman	26	Nyaman	Tidak Nyaman	0.27	1	-0.29	Nyaman	6.27	Tidak Mayoritas	Sesuai	26.1	90.1	
Rata - Rata	29.51	77.01	0.224	26.63									32		27.66										29.99	76.75	
Max	31	85.6	0.32	27.1									34.3		28.5										31.7	90.1	
Min	26.6	71.2	0.16	25.6									29		26										26.1	69.9	

Sumber : Kajian Pribadi

Tabel 4. Rumah tidak ada pohon

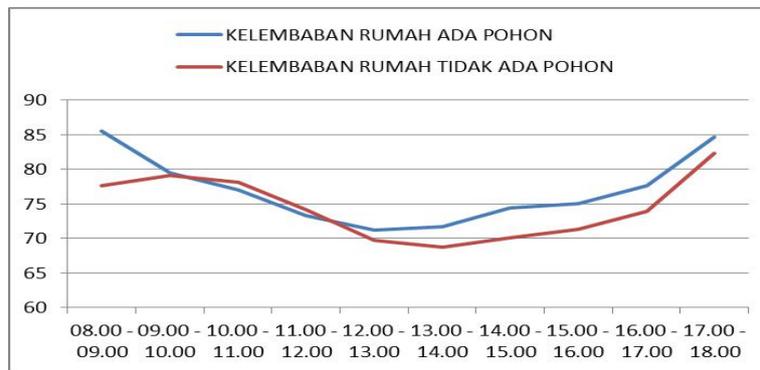
JAM PENELITIAN	Indoor				Suhu Radiasi Permukaan (OC)								Suhu Radiasi Permukaan Rata-rata	Hasil Kuisioner	Suhu Efektif	SNI 03-6572-2001 (25,8°C s/d 27,1°C) (40%-50%)		Clothing (Clo)	Activity (Met)	PMV		PPD %		Kesesuaian hasil PMV dan Kuisioner		Outdoor	
	Suhu	RH	Kecepatan Udara	wsp	Dinding A	Dinding B	Dinding C	Dinding D	Lantai	Plafond	Jendela A	Jendela B				Suhu	RH			Agak Panas	Tidak Nyaman	Agak Panas	Tidak Mayoritas	Tidak Sesuai	Sesuai	Suhu (OC)	RH (%)
	(°C)	(%)	(m/s)	(°C)												(°C)	(%)										
08.00 - 09.00	29.7	77.6	0.11	28	29.3	29.7	29.5	29.5	30.2	34.5	30.2	32.9	30.7	Agak Panas	28.4	Tidak Nyaman	Tidak Nyaman	0.27	1	1.55	Panas	53.8	Mayoritas	Tidak Sesuai	32.5	77.3	
09.00 - 10.00	30.1	79.1	0.14	28.8	31.8	32.3	31.2	30.9	31.2	38.1	32.9	34.9	32.9	Agak Panas	29	Tidak Nyaman	Tidak Nyaman	0.27	1	2.08	Panas	80.4	Mayoritas	Tidak Sesuai	32.2	73	
10.00 - 11.00	30.9	78.1	0.09	29.8	32.7	33.5	33.3	32.9	32.5	38.9	33.5	34	34.2	Agak Panas	29.9	Tidak Nyaman	Tidak Nyaman	0.27	1	2.71	Sangat Panas	96.9	Mayoritas	Tidak Sesuai	33.1	71.8	
11.00 - 12.00	31.7	74.2	0.09	29.4	33.7	34.8	33.8	33.6	32.7	40	34.8	35.9	35	Agak Panas	30	Tidak Nyaman	Tidak Nyaman	0.27	1	3.04	Sangat Panas	99.3	Mayoritas	Tidak Sesuai	33.2	69	
12.00 - 13.00	32.5	69.8	0.09	29.7	35.3	35.9	35.2	35	33.7	42	36	37	36.4	Panas	30.3	Tidak Nyaman	Tidak Nyaman	0.27	1	3.51	Sangat Panas	100	Mayoritas	Tidak Sesuai	34.7	65.1	
13.00 - 14.00	32.6	68.7	0.1	29.1	35.4	35.8	34.8	34.6	33.4	39.9	35.8	36	35.8	Panas	30.1	Tidak Nyaman	Tidak Nyaman	0.27	1	3.36	Sangat Panas	99.9	Mayoritas	Tidak Sesuai	35.8	60	
14.00 - 15.00	32.4	70.1	0.09	29.6	35.3	35.5	34.7	34.7	33.2	38	35	35	35.2	Panas	30.3	Tidak Nyaman	Tidak Nyaman	0.27	1	3.21	Sangat Panas	99.7	Mayoritas	Tidak Sesuai	33.3	67.5	
15.00 - 16.00	31.9	71.4	0.1	29.2	34.7	35.2	34.7	34.6	33.3	35.7	34.1	34.2	34.6	Agak Panas	30	Tidak Nyaman	Tidak Nyaman	0.27	1	2.94	Sangat Panas	98.8	Mayoritas	Tidak Sesuai	30.8	72.2	
16.00 - 17.00	30.7	73.9	0.1	28.5	34.1	34.7	34.2	34	32.7	33.8	33.4	33	33.8	Nyaman	29	Tidak Nyaman	Tidak Nyaman	0.27	1	2.49	Panas	93.9	Mayoritas	Tidak Sesuai	25.8	75.7	
17.00 - 18.00	27.7	82.3	0.16	27.4	31.7	32.2	31.9	32.1	30.7	30.9	29.7	30	31.4	Nyaman	27.1	Nyaman	Tidak Nyaman	0.27	1	1.04	Agak Panas	27.9	Tidak Mayoritas	Tidak Sesuai	22.3	90	
Rata - Rata	31.02	74.52	0.107	28.95									34		29.41										31.37	72.16	
Max	32.6	82.3	0.16	29.8									36.4		30.3										35.8	90	
Min	27.7	68.7	0.09	27.4									30.7		27.1										22.3	60	

Sumber : Kajian Pribadi



Gambar 12. Grafik Suhu Udara

Sumber : Kajian Pribadi



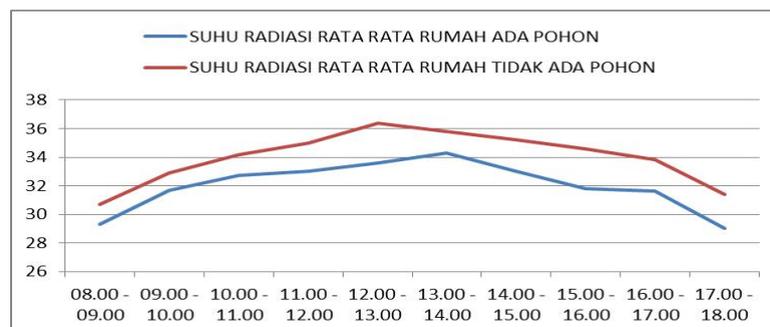
Gambar 13. Grafik Kelembaban Udara

Sumber : Kajian Pribadi



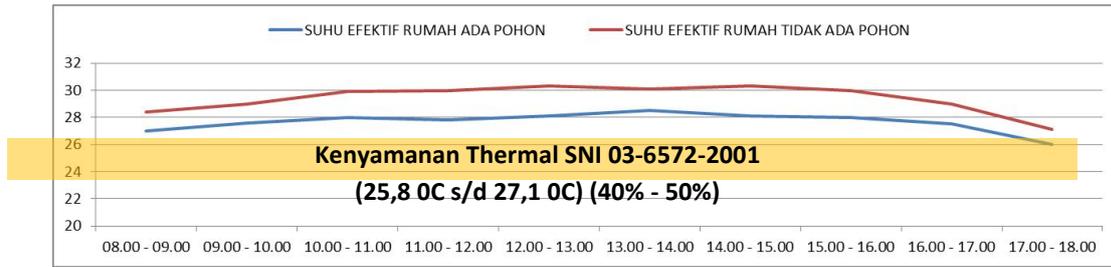
Gambar 14. Grafik Kecepatan angin

Sumber : Kajian Pribadi



Gambar 15. Grafik Suhu Radiasi

Sumber : Kajian Pribadi



Gambar 16. Grafik Suhu Efektif

Sumber : Kajian Pribadi

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 menunjukkan rata – rata 29.51 0C nilai maksimum yang diperoleh 31 0C dan nilai minimum yaitu 26.6 0C. 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 kelemebaban 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.

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.

DAFTAR PUSTAKA

- Creswell, J. W., 2009, *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (3rd ed.). Sage Publications, Inc., New York.
- Fanger, 1982, *Thermal Comfort, Analysis and Applications in Environmental Engineering*, Robert E. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida
- 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
- 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.
- 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.
- Karyono, Tri Harso, 2016, Kenyamanan Termal dalam Arsitektur Tropis, *Researchgate*, no. July (2016): 9.
- Nicol & Humphreys, 2002, *Adaptive Thermal Comfort and Sustainable Thermal Standards for Buildings*, Journal: *Energy and Buildings* 34, Elsevier Science.
- Qiantao Zhao, Zhiwei Lian & Dayi Lai, 2020, Thermal comfort models and their developments: A review, *Energy and Built Environment*, Volume 2.
- Sangkertadi, 2012, *Perhitungan Ventilasi dan Kenyamanan Termis Pada Bangunan Tropis*, Penerbit PT Waja Utama, Manado.
- 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.

- Stephen C. Turner et al., 2010, Thermal Environmental Conditions For Human Occupancy, ANSI/ASHRAE Standard, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., Atlanta.
- Sugini, 2014, Kenyamanan Termal Ruang ‘konsep dan penerapan pada desain, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta
- Syarifah, H. N., 2021, Fungsi vegetasi terhadap kontrol kenyamanan termal dalam pengembangan rancangan lansekap kawasan Waduk Ria Rio, Jakarta Timur.
- Szokolay S.V, et. Al., 1973, Manual of Tropical Housing and Building, Orient Langman, Bombay.
- Undang-Undang Nomor 4 tahun 1992, tentang Perumahan dan Permukiman, KBBI, Bangunan Hunian,
- Yusuf Ebrahim, Steven V. Szokokay, 2018, Building Science Text Book Series: Book 3: Topical Themes: Part 11: Meffert Environmental Design Code: Section 2: Lighting Desig, Ebenergy Enterprises Limited Publisher, Nairobi.