

KAJIAN KENYAMANAN THERMAL PADA BANGUNAN RUMAH TINGGAL ARSITEKTUR KOLONIAL MODERN (Studi Kasus : Rumah Tinggal Karya Arsitek Liem Bwan Tjie Jl. Dr. Wahidin No. 38 Semarang)

RM. Bambang Setyohadi KP

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (UNNES)
Gedung E4, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229, Telp. (024) 8508102

Abstract: Residential building located on the street Dr. Wahidin No. 38 Semarang is the architectural artifacts that remain. The building was founded in 1938 by architect Liem Bwan Tjie modern colonial-style architecture. In architectural design, the climate is a major consideration, the climate in a region and a desire to meet the demands of convenience must produce a physical design solution design. "Climatic design" solving which appeared in response to the study of climate responsive. Climate factors significantly affect the thermal comfort aspect. This research is limited to the thermal comfort performance of quantitative evidence on these residential buildings. From the results of this study concluded: To value (outdoor air temperature) is greater than the 5.97 C° ET (effective temperature) so that the category was not comfortable, while the value of Ti (air temperature inside the room) $< T_o$ category of comfort. But the difference is very thin which is cooler Ti 1.18 C° . Relative Humidity (Rh) inside and outside the room is still within normal limits, in accordance with the requirements comfortably significant. Wind velocity (V) inside or outside the room is relatively normal and comfortable categorized.

Keywords: architecture, modern colonial, thermal comfort

Abstrak: Bangunan rumah tinggal yang terletak di jalan Dr. Wahidin No. 38 Semarang merupakan artefak arsitektur yang masih tersisa. Bangunan ini didirikan pada tahun 1938 oleh arsitek Liem Bwan Tjie yang bergaya arsitektur kolonial modern. Dalam perancangan arsitektur, iklim merupakan bahan pertimbangan utama, iklim di suatu daerah dan keinginan memenuhi tuntutan kenyamanan harus menghasilkan pemecahan perancangan fisik desainnya. Pemecahan – pemecahan "climatic design" yang muncul sebagai jawaban terhadap kajian responsif iklim. Faktor iklim berpengaruh besar terhadap aspek kenyamanan thermal. Penelitian ini dibatasi hanya pada pembuktian kuantitatif kinerja kenyamanan thermal pada bangunan rumah tinggal tersebut. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan : nilai T_o (suhu udara diluar ruangan) lebih besar $5,97\text{ C}^\circ$ dari batas ET (Efektif Temperatur) sehingga masuk kategori tidak nyaman, sedangkan nilai Ti (suhu udara didalam ruangan) $< T_o$ kategori nyaman. Tetapi perbedaannya sangat tipis yaitu Ti lebih dingin $1,18\text{ C}^\circ$. Kelembaban Relatif (Rh) didalam dan diluar ruangan masih dalam batas normal, sesuai dengan persyaratan signifikan nyaman. Kecepatan angin (V) didalam maupun diluar ruangan relative normal dan dikategorikan nyaman.

Kata kunci: arsitektur, kolonial modern, kenyamanan thermal.

PENDAHULUAN

Merancang sebuah bangunan tentunya harus memperhatikan kenyamanan di dalam bangunan, perbedaan iklim daerah satu dengan yang lain juga akan mempengaruhi dalam desain bangunan. Bangunan arsitektur yang ada di Indonesia tentunya harus memperhatikan karakteristik kondisi iklim yang ada,

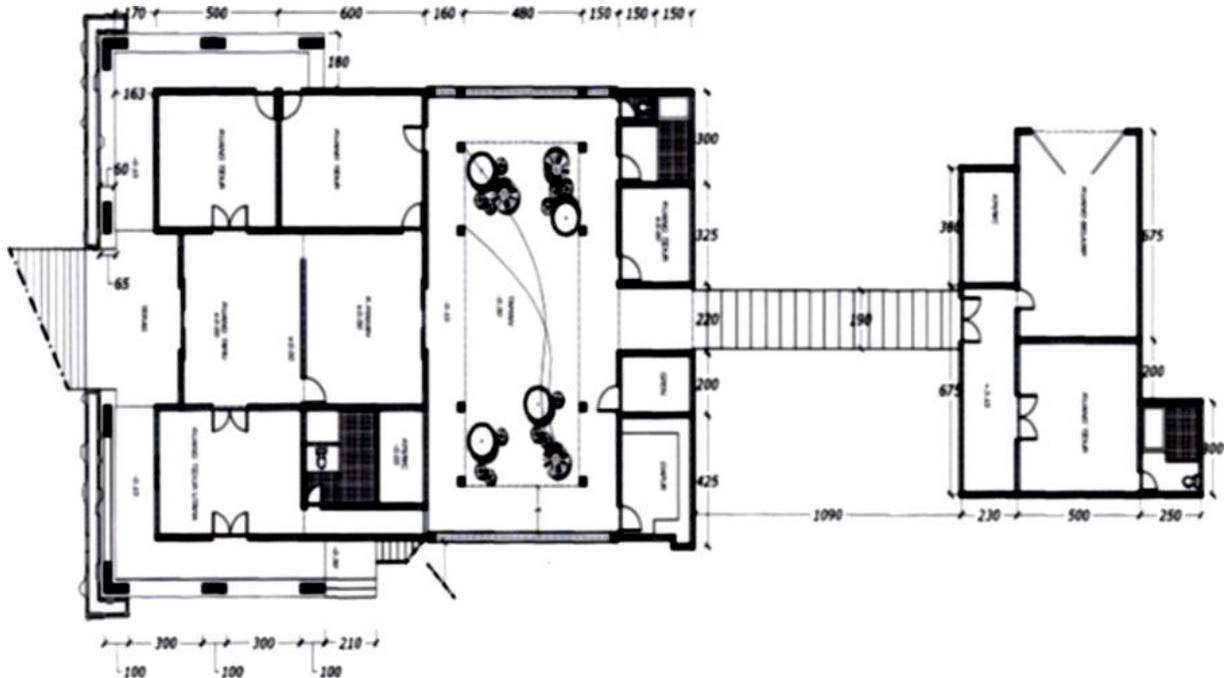
meresponnya lalu menuangkannya ke dalam sebuah rancangan yang memperhatikan prinsip bangunan tropis lembab.

Kota Semarang yang memiliki historis sebagai kota perdagangan pada jaman kolonial Belanda menyisakan banyak artefak arsitektur, diantaranya bangunan rumah tinggal di Jl. Dr.Wahidin no.38 Semarang atau orang lebih

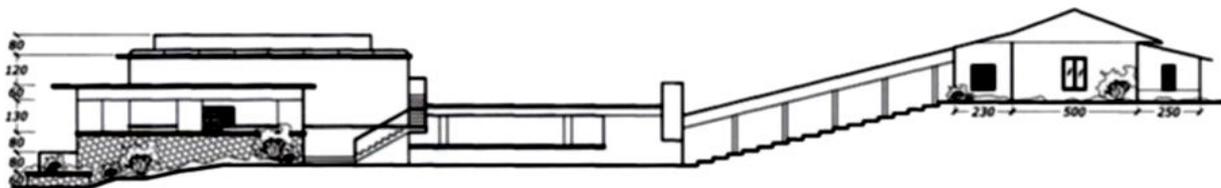
mengenalnya dengan tanjakan tanah putih.

Bangunan yang mempunyai citra arsitektur kolonial modern ini didirikan pada tahun 1938 oleh arsitek Liem Bwan Tjie dan dikerjakan oleh Ooiman N Van Leeuwen.

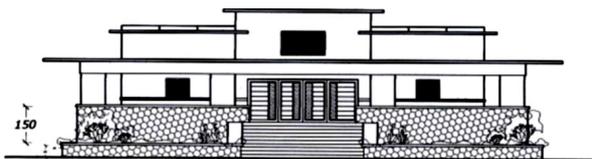
Artefak arsitektur ini menjadi wahana laboratorium bagi ranah arsitektur. Bangunan ini terlihat seperti sebuah kepala dan badan jika kita lihat dari bentuk denahnya.



Gambar 1. Denah



Gambar 2. Tampak samping



Gambar 3. Tampak Depan

Arsitektur bangunan kolonial Belanda pada kawasan bagian atas Kota Semarang ini dirancang dengan melakukan penyesuaian terhadap kondisi iklim yang ada di daerah tropis lembab/basah.

Oleh karena itu bukaan-bukaan pada *façade* bangunan sebaiknya cukup banyak dan

cukup besar, konsekuensi banyaknya sinar dan radiasi panas matahari yang masuk harus dibatasi dengan cara filtering yang baik agar ruangan tetap terasa nyaman. Di samping itu, jarak antar massa bangunan sebaiknya jangan terlalu rapat, sehingga angin dapat tetap mengalir ke dalam ruangan. (Lippsmeir, 1994:106)

Ciri-Ciri Iklim Tropis Lembab Indonesia

Beberapa ciri-ciri daerah beriklim tropis basah di Indonesia antara lain

Tabel 1. Ciri-ciri Daerah Beriklim Tropis basah di Indonesia

No	Kategori	Ciri-ciri Spesifik
1.	Gambaran Landscape	Daerah hutan hujan di daerah pantai dan di dataran rendah pada kawasan khatulistiwa (equator)
2.	Permukaan Tanah	Tanah merata atau coklat dengan ground covering berupa vegetasi hijau
3.	Vegetasi	Lebat dan bervariasi sepanjang tahun dengan kondisi tanah yang sangat lembab, dan muka air tanah yang tinggi yang terkadang setinggi muka tanah.
4.	Musim	Perbedaan musim sangat kecil : pada bulan terpanas kondisi iklim panas dan lembab hingga basah, sementara pada bulan terdingin kondisi iklim hangat dan lembab hingga basah. <u>Pada belahan bumi Utara :</u> Bulan terdingin : Desember-Januari Bulan terpanas : Mei-Agustus Dengan tingkat curah hujan tertinggi <u>Pada belahan bumi Selatan :</u> Bulan terdingin : April-Juli Bulan terpanas : Oktober-Februari Dengan tingkat curah hujan tertinggi
5.	Kondisi Langit	Berawan dan berkabut sepanjang tahun. Kondisi cuaca cerah saat kondisi awan sedikit (dengan awan cumulus putih) dan sinar matahari terekspos. Kondisi langit umumnya diwarnai dengan jenis awan yang terus berganti-ganti. Tingkat ketebalan awan umumnya berkisar antara 60-90%.
6.	Radiasi sinar dan panas matahari	Radiasi sinar matahari langsung menengah hingga tinggi dengan variasi sunshading. Terkadang diwarnai dengan radiasi matahari difus melalui celah-celah awan atau kabut.
7.	Temperatur	Fluktuasi harian dan tahunan relatif kecil.
8.	Temperatur maksimum rata-rata tahunan	30.5°C
9.	Temperatur malam hari minimum	Sekitar 25°C
10.	Fluktuasi temperatur rata-rata tahunan	Sekitar 3 – 5.5°C
11.	Fluktuasi temperatur rata-rata harian	Sekitar 5.5 – 8.5°C
12.	Temperatur Langit	Kira –kira sama dengan temperatur udara, kondisi temperatur udara minimum pada malam hari. Pada musim kemarau lebih rendah dari temperatur udara, dan pada musim hujan dapat sama atau lebih tinggi dari temperatur udara.
13.	Temperatur Tanah	Sedikit berbeda dari temperatur udara, pada musim kemarau lebih rendah kondisinya dan pada musim hujan dapat sama atau lebih tinggi dari temperatur udara.
14.	Curah Hujan	Curah hujan tahunan di atas 2000 mm, maksimum 5000 mm. Saat terjadi hujan lebat, curah hujan berkisar diantara 50-70 mm air hujan per jam. Sementara pada bulan-bulan yang didominasi oleh hujan lebat, curah hujan berada pada angka 500 mm per bulan. Di daerah di dekat khatulistiwa, umumnya terjadi hujan pada siang hari dan kabut di pagi hari.
15.	Kelembaban udara	Kelembaban udara tinggi, berkisar antara 25-30 mm.
16.	Kelembaban relatif	55-100 % dan biasanya sampai 75%
17.	Pergerakan udara	Lambat, terutama pada kawasan hutan tropis. Pergerakan udara akan meningkat bila turun hujan lebat dan dapat mencapai angka kekuatan angin 6 atau lebih.
18.	Lain-lain	Iklim sangat sulit ditoleransi. Cuaca buruk dalam 120-140 hari dalam setahun. Bahaya pelapukan pada bahan bangunan organik, dan bahay korosi pada logam.

Sumber : Lippsmeier, George. 1994. **Bangunan Tropis**. Jakarta : Erlangga

Pemecahan-pemecahan ”*climatic* secara detail untuk setiap kajian pengaruh alam *desaign*” yang muncul sebagai jawaban (*Mangunwijaya, 1988*).
terhadap kajian responsif iklim harus dibahas

Penggunaan tritisan pada bangunan dapat diperoleh efek pembayangan (*sun shading*) yang menghasilkan pengurangan sinar matahari yang masuk ke dalam bangunan sekaligus juga akan mengurangi solar *heat gain* (beban radiasi panas) ke dalam bangunan. (Mangun Wijaya, 1988).

Adanya teras pada bangunan secara efektif akan mengurangi radiasi matahari dan mengurangi intensitas cahaya serta panas matahari yang masuk ke dalam bangunan melalui bukaan-bukaan pada dinding. Penerapan solusi semacam ini dikenal dengan prinsip "payung atau perisai". Penggunaan plant barrier berupa tanaman dan pohon pada ruang luar juga merupakan cara yang mampu mengurangi radiasi matahari yang masuk ke dalam bangunan. Elemen vegetasi sendiri merupakan unsur yang mampu membuat seluruh arsitektur dan suasana lingkungan binaan menjadi asri dan teduh.

Untuk mengatasi kelembaban pada dinding akibat curah hujan, dapat digunakan lapisan dengan konstruksi "baju dinding" yang terdiri dari lapisan tambahan yang kedap air, seperti kulit aluminium, eternity, atau bahan-bahan logam.

Disamping itu penggunaan tritisan atau overstek pada bangunan dapat mengurangi tempiasan air hujan yang menerpa bangunan, sekaligus dapat mengurangi intensitas air hujan yang mengenai dinding bangunan. Makin besar jarak tritisan, makin efektiflah usaha pencegahan tempias ini.

Standar Kenyamanan Thermal

Tujuan setiap perencanaan suatu bangunan adalah menciptakan kenyamanan maksimum bagi manusia. namun demikian tidak

terdapat tolak ukur yang obyektif untuk kenyamanan. Hal ini disebabkan karena harga fisiologis manusia yang dapat diukur, sedangkan unsure jiwa manusia tidak bisa dihitung sehingga setiap manusia memiliki reaksi yang berbeda terhadap lingkungannya. Faktor-faktor penting yang mempengaruhi kenyamanan di dalam ruangan tertutup adalah : (Mauro P. Rahardja, 1979)

- a. Temperatur udara
- b. Kelembaban udara
- c. Radiasi pada dinding dan atap
- d. Gerakan udara
- e. Tingkat pencahayaan dan distribusi cahaya pada jendela

Batas kenyamanan di daerah khatulistiwa berkisar antara temperatur 22,5°C-29,5°C dengan kelembaban udara relatif sebesar 20%-50%. Usaha-usaha yang dilakukan untuk mendapatkan kenyamanan thermal :

- a. Mengurangi perolehan panas
- b. Memberikan aliran udara yang cukup
- c. Membawa panas keluar bangunan
- d. Mencegah radiasi panas, baik secara langsung maupun tidak langsung.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk membuktikan kenyamanan thermal yang terjadi didalam bangunan arsitektur kolonial modern. Agar kita dapat mengetahui apakah bangunan tersebut telah dirancang dengan merespon iklim lingkungan sekitar secara kuantitatif (faktual dan terukur dengan alat)

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung untuk mendapatkan data primer harian terhadap : temperature, kelembaban, dan kecepatan angin lapangan.

Data aspek bangunan arsitektur kolonial modern yang digunakan yaitu pola tata ruang, ketinggian ruang pada bangunan, material dan sirkulasi udara/bukaan-bukaan, serta lansekap lingkungan pada obyek penelitian.

Data iklim tahunan (data BMG) kota Semarang digunakan untuk mengetahui dan membandingkan iklim rata-rata pada setiap tahunannya dengan iklim yang ada di lapangan pada khususnya.

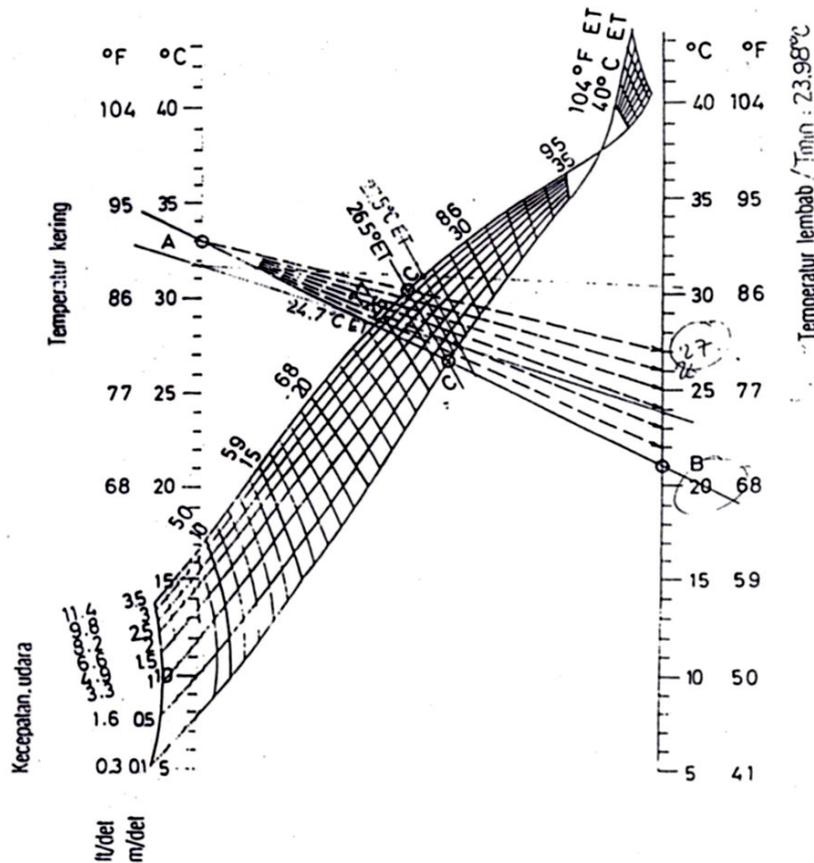
Analisis Kenyamanan Thermal dilakukan dengan melihat hasil pengukuran data lapangan yang diukur menggunakan alat *Thermometer Hygrometer HD 8901* untuk mengukur temperatur di dalam ruang (Ti) dan di

luar ruang (To) serta kelembaban relatif di dalam ruang (Rhi) dan di luar ruang (Rho).

Standart kenyamanan thermal untuk daerah beriklim tropis lembab minimal 22° C TE, maksimal 24,5° C TE dan optimalnya 20,5°C TE (Temperatur Efektif).. Kelembaban udara yang nyaman ditetapkan dengan standart sebesar 40% - 70%.

Pergerakan udara pada tempat penelitian (didalam ruang/Vi dan diluar ruang/Vo) diukur dengan alat ukur *Hot Wire Anemometer Lutron AM-4204*.

Secara interpretative akan dilakukan pembahasan terhadap hasil pengukuran dengan standar kenyamanan yang ditetapkan.



Gambar 4. Diagram Effective Temperature (ET)

HASIL PEMBAHASAN

Diagram Effective Temperature (ET)

Diagram Temperatur Efektif (TE) digunakan untuk mengetahui range nilai suhu

yang efektif untuk suatu kawasan tertentu khususnya Semarang yang didapatkan dari pengolahan data iklim tahunan kota Semarang selama tahun 2003-2007. Berdasarkan data

iklim tahunan, maka diperoleh rata-rata selama 4 tahun terakhir, sebagai berikut :

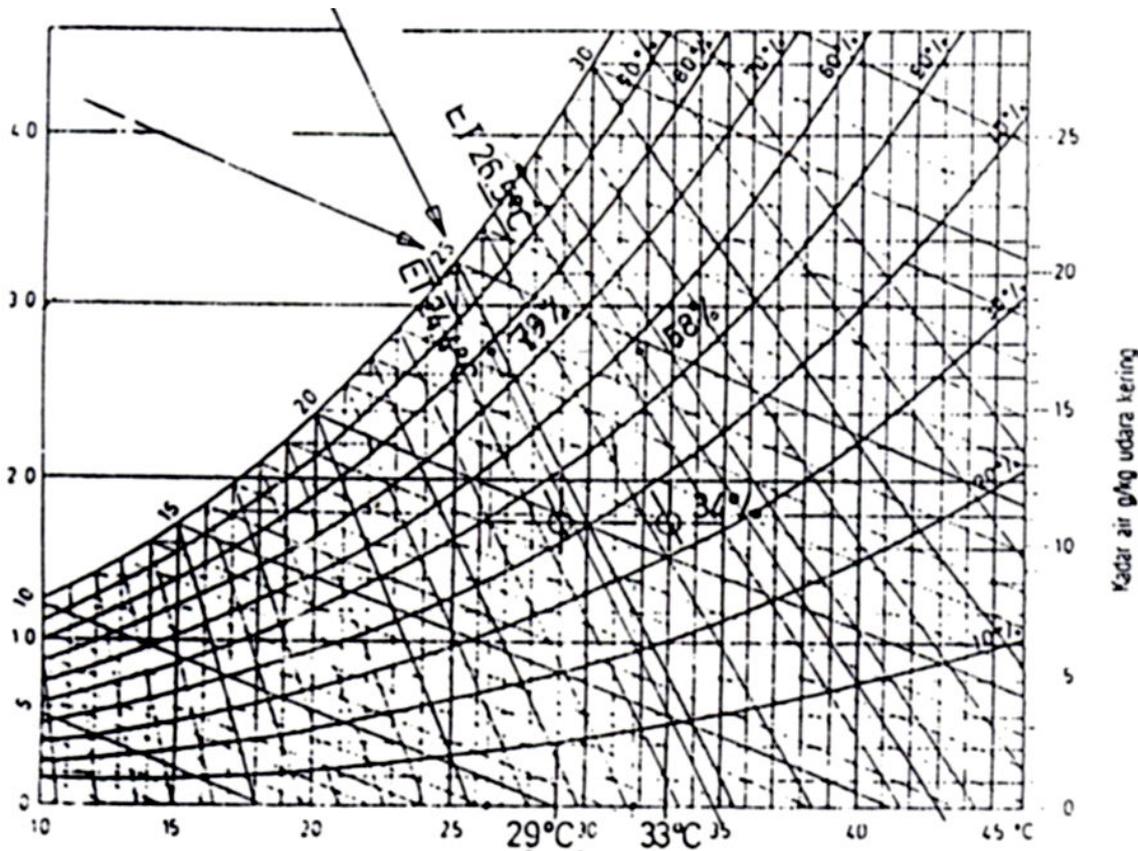
- a. T max / Temperatur kering : 31,78°C
- b. T min / Temperatur lembab : 23,98°C

Setelah dikorelasikan dengan diagram temperatur efektif untuk Tmax = 31.78°C, Tmin = 23.98°C dan V = 0.1 m/s temperatur yang efektif adalah 27.5°C dan seterusnya bila kecepatan angin ditambah sampai dengan 3.5 m/s maka temperatur efektifnya menurun hingga

24.7°C. Titik acuannya adalah perpotongan antara garis AB dengan kecepatan angin yang kemudian ditarik sejajar dengan CC'.

Diagram Psikometrik Dengan ET

Diagram ini digunakan untuk mengetahui kelembaban relatif dan kadar air (g/kg) udara kering pada suhu dan kecepatan angin tertentu yang dapat dilihat pada range yang diijinkan.



Gambar 5. Diagram Psikometrik dengan ET

Pada temperatur kering 31.78°C dan ET = 27.5°C terasa nyaman apabila kelembaban relatifnya (Rh)= 58% dan seterusnya apabila ET diturunkan sampai 24.7°C, Rh = 79% (ditarik sejajar T. kering) maka temperatur kering yang sesuai adalah 26.4°C.

Lalu setelah ditemukan nilai ET dan Rh selanjutnya akan digunakan sebagai parameter

pembandingan dengan data iklim harian untuk mengetahui kenyamanan thermal yang terjadi didalam dan sekitar bangunan.

Pengukuran Iklim Harian

Pembahasan hasil penelitian diperoleh dari data iklim harian yang diambil dari rata-rata data setiap parameter dalam satu hari. Istilah-

istilah yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

- T (C°) : temperature / suhu udara
 Rh (%) : kelembaban relatif
 V (m/s) : kecepatan udara
 O : Outdoor
 I : indoor
 Plus (+) : kenaikan, percepatan, pemanasan.
 Minus (-) : penurunan, perlambatan, pendinginan

Pada obyek penelitian variabel-variabel yang digunakan (dijadikan parameter pengukuran) antara lain :

- Kelembaban relatif (%)
- Temperatur / udara (°C)
- Kecepatan udara (m/s)

Variabel penelitian pada ruang-ruang tertentu didalam maupun diluar ruangan. Adapun hasil pengukurannya, yaitu sebagai berikut :

a. Patio

- Hari II : V = +0.23 m/s
 T = +1,14 °C
 Rh = -8.78%
- Hari III : V = +0,3m/s
 T = -0,98 °C
 Rh = +5,6%
- Hari IV : V = -3,3m/s
 T = +0.47 °C
 Rh = -3.05%

Rh berbanding terbalik dengan T

- ΔV hari II dan III : tidak signifikan
- ΔV hari IV : signifikan

b. Ruang makan

- Hari II : V = +0.02 m/s
 T = +1,91 °C
 Rh = -8.78%
- Hari III : V = +0.04m/s

- T = -1,73 °C
 Rh = +5,77%

- Hari IV : V = -0.02m/s
 T = +0.34 °C
 Rh = -3.89%

c. Ruang tamu

- Hari II : V = +0.125m/s
 T = +0.12 °C
 Rh = -8.55%
- Hari III : V = -0.13m/s
 T = -0.51°C
 Rh = +4.9%
- Hari IV : V = +0.25m/s
 T = -2.15 °C
 Rh = -4.27%

d. Halaman depan

- Hari II : V = +0.729m/s
 T = +0.51 °C
 Rh = -7.78%
- Hari III : V = +0.2m/s
 T = +0.5 °C
 Rh = +3.68%
- Hari IV : V = -0.57m/s
 T = -0.61 °C
 Rh = -1.75%

e. Ruang tidur

- Hari II : V = -0.078m/s
 T = +0.55°C
 Rh = -4.28%
- Hari III : V = +0.01m/s
 T = +0.12°C
 Rh = +3.6%
- Hari IV : V = -0.01m/s
 T = +0.04 °C
 Rh = -2.43%

Perbandingan Data Iklim Harian Dengan Persyaratan (ET dan Teori)

Dari hasil observasi, didapatkan data rata-rata sebagai berikut :

To : 33.47 °C, Ti : 32.29 °C

Rho : 46.15 %, Rhi : 50.22%

Vo : 1.492m/s, Vi : 0.166

Tmax.kering : 31.8°C

ET : 27.5°C, 0.1m/s, 58%

Tmin/lembab : 24 °C

Tabel 2. Hasil Perbandingan Data Iklim Harian dengan Persyaratan

Persyaratan	Data Iklim Harian	Kategori
1. $T_o \leq ET$	$T_o > ET \Delta + 5.97^\circ C$	Signifikan Tidak nyaman
2. $T_i < T_o$	$T_i < T_o \Delta - 1.18^\circ C$	Signifikan Nyaman
3. $R_{hi} > R_{ho}$	$R_{hi} > R_{ho} \Delta + 4.07\%$	Signifikan nyaman
$R_{hi} > R_{h(ET)}$	$R_{hi} < R_{h(ET)} \Delta - 7.78\%$	Signifikan tidak nyaman
$R_{ho} > R_{h(ET)}$	$R_{ho} < R_{h(ET)} \Delta - 11.85\%$	Signifikan tidak nyaman
4. Kecepatan angin antara $V = 0.1 - 5 m/s$.	Vo	Nyaman
	Vi	Nyaman
	Vo min	Nyaman
	Vo Max	Nyaman
	Vimin	Kurang nyaman
	Vimax	Nyaman

Sumber : Hasil analisis peneliti

Suhu udara untuk ruang didalam bangunan, yaitu :

a. Ruang Makan :

$T = +1.91^\circ C, -1.73^\circ C, +0.34^\circ C$

b. Ruang tidur :

$T = +0.55^\circ C, +0.12^\circ C, +0.04^\circ C$

c. Ruang makan :

$T = +1.91^\circ C, -1.73^\circ C, +0.34^\circ C$

d. Ruang tamu :

$T = +0.12^\circ C, -0.51^\circ C, -2.15^\circ C$

Data di atas menunjukkan bahwa ruang-ruang tersebut mempunyai temperatur / suhu udara yang nyaman, yaitu sesuai dengan persyaratan *Effective Temperature*. ($T_i < T_o$). Sedangkan untuk Patio menunjukkan nilai suhu udara (T) = $+1.14^\circ C, -0.98^\circ C, +0.47^\circ C$

Mempunyai temperatur/suhu udara yang signifikan, namun tidak nyaman. Karena T_o yang lebih besar dari *Effective Temperature*.

Temperatur / suhu udara pada luar ruangan (T_o) yang lebih besar dari persyaratan ET (*Effective Temperature*) dikategorikan signifikan, tidak nyaman. Hal ini dimaksudkan bahwa

temperature efektif yang diijinkan pada daerah tersebut tidak boleh melebihi persyaratan *Effective Temperature*.

Elemen vegetasi yang ada pada area belakang dengan jarak antar pohon yang cukup jauh serta struktur dahan dan dedaunan yang kurang bisa menaungi.



Gambar 6. Barrier tanaman dan bukaan pada bangunan Utama

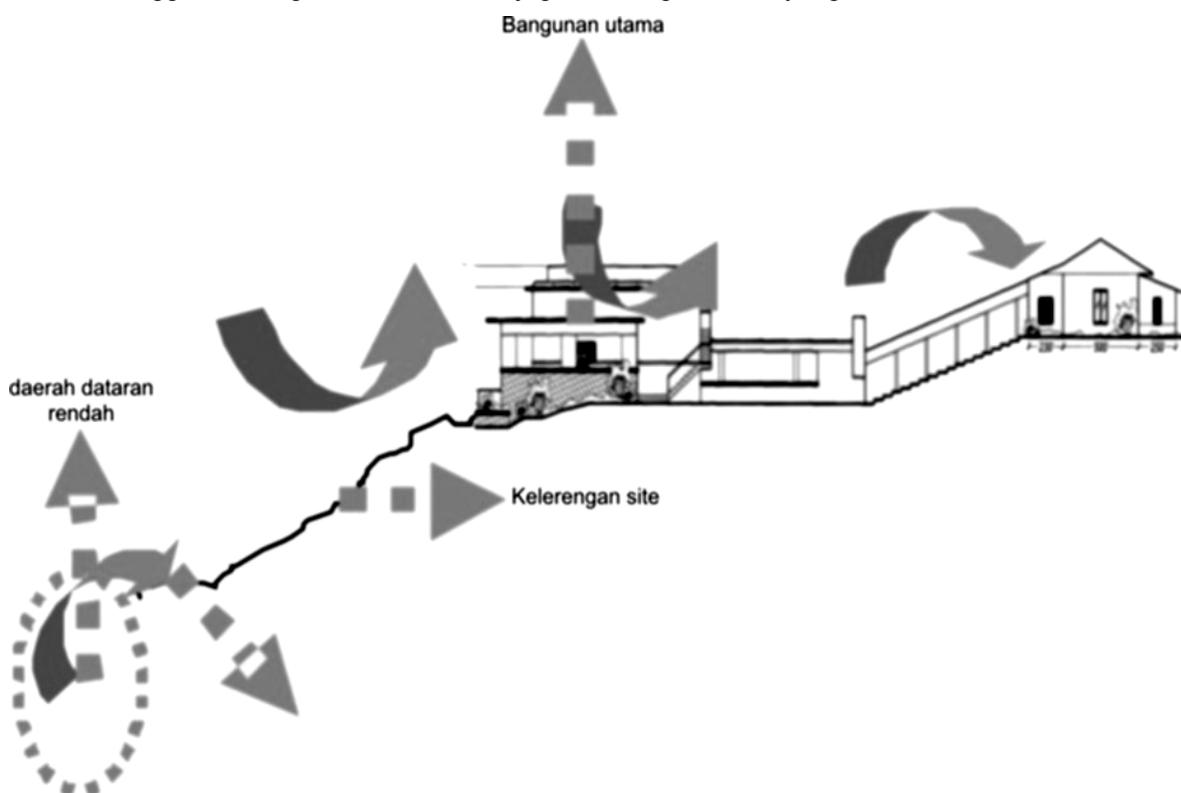
Penggunaan *plant barrier* berupa tanaman dan pohon pada ruang luar juga merupakan cara yang mampu mengurangi

radiasi matahari yang masuk ke dalam bangunan.

Temperatur/suhu udara yang berada didalam ruangan lebih kecil dari temperatur di luar ruangan. Hal ini sesuai dengan persyaratan yaitu $T_i < T_o$ dan dikategorikan signifikan nyaman. Tetapi perbedaannya sangat tipis yaitu T_i lebih dingin $1,18\text{ C}^\circ$.

Kondisi bangunan yang berada pada site berkontur dengan kelerengan lebih dari 20 % , ketinggian bangunan mengikuti topografi tanah, ketinggian bangunan tersebut juga

mempunyai fungsi sebagai "pengarah" sirkulasi udara yang lancar menuju bangunan, ketinggian bangunan dengan spesifikasi tinggi 6.1 m pada bangunan bawah dan 5 m pada bangunan atas membuat bangunan tetap terkontrol dalam mengatasi tekanan dan hisapan angin yang menuju kearah atas (Mangunwijaya, YB. 1988 : 45). Hal ini didasarkan pada arah aliran angin yang tidak terhalang oleh suatu benda yang sangat mempengaruhi bangunan pada kawasan binaan menciptakan suatu konfigurasi aliran angin makro yang efektif.



Gambar 7. Arah aliran angin

Kelembaban relatif di dalam dan di luar ruang masih dalam batas normal, yaitu sesuai dengan persyaratan dan dikategorikan signifikan nyaman. Kelembaban relatif didalam dan persyaratan ET dikategorikan signifikan tidak nyaman, dikarenakan $R_{hi} < R_{h(ET)}$ $\Delta -7.78\%$ sedangkan syarat yang ada yaitu $R_{hi} > R_{h(ET)}$. Begitupun dengan kelembaban relatif diluar ruangan, $R_{ho} < R_{h(ET)}$ $\Delta -11.85\%$. Faktor

kelembaban ini relatif tidak berpengaruh besar terhadap kenyamanan thermal pada bangunan, dikarenakan temperatur/ suhu udara dan kecepatan angin relatif normal.

Hal ini dapat dilihat pada bangunan rumah tinggal tersebut terdapat teras sebagai "space barrier" pada sekeliling bangunan depan yaitu disamping ruang tidur utama dan ruang tidur anak, serta teras didepan ruang tamu.



Gambar 8. Teras Pada Bangunan Utama

Dengan adanya teras dan "space barrier" tersebut yang menjadi pereduksi panas (sinar matahari) yang masuk kedalam bangunan. Patio yang berada di tengah-tengah bangunan dengan teras-teras atau koridor yang mengelilinginya menjadikan

sirkulasi udara ke dalam maupun keluar ruangan dapat mengalirkan udara dengan lancar. Selain itu "space barrier" disekeliling patio juga dapat berfungsi sebagai pereduksi panas yang masuk kedalam bangunan utama.



Gambar 9. Taman dalam/patio

Penggunaan material batukali pada bagian bawah dari dinding bangunan juga akan mengurangi kelembaban yang terjadi pada

bagian dalam bangunan. Material ini berfungsi juga sebagai penahan tempasi air hujan yang menerpa dinding bangunan.

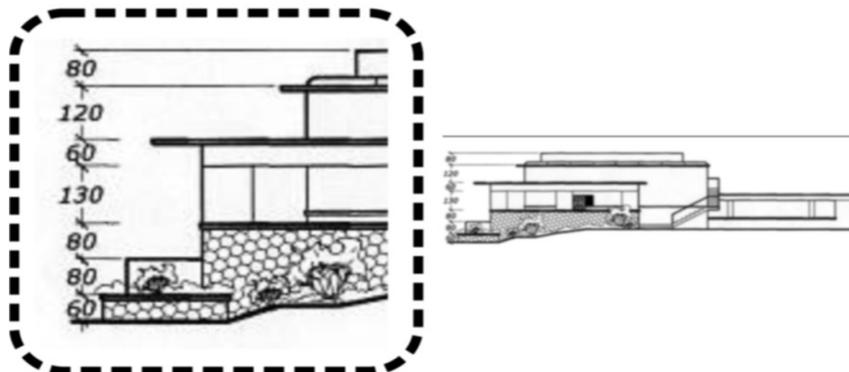


Gambar 10. Material Batu alam dan atap dak beton

Kecepatan angin didalam maupun diluar ruangan relatif normal dan dikategorikan nyaman. Namun kecepatan angin didalam ruangan ($V_{i,min}$), yaitu apabila terjadi penurunan, perlambatan, pendinginan didalam ruangan dikategorikan tidak nyaman. Hal ini dapat dilihat dari kondisi topografi site yang ada sangat berpengaruh terhadap sirkulasi angin yang mengalir pada bangunan. Jarak antar massa bangunan yang tidak terlalu rapat sangat

dianjurkan pada suatu bangunan yang berdiri di lingkungan beriklim tropis lembab, karena angin dapat mengalir dengan lancar kedalam bangunan.

Selain itu konstruksi atap yang memakai dak beton serta adanya patio/bukaan atap ditengah-tengah bangunan akan dapat mengalirkan udara, sehingga dapat mengurangi panas dalam bangunan.



Gambar 11. Posisi Bangunan menghadap ke lereng.

KESIMPULAN

Simpulan yang dapat disampaikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Nilai T_o lebih besar $5,97\text{ }^{\circ}\text{C}$ dari batas ET , Rekomendasi:supaya T_o bisa lebih dingin/teduh, pada daerah sekeliling bangunan, diberi penambahan vegetasi agar

mampu membuat lingkungan bangunan sekitar lebih teduh.

2. $T_i < T_o$ kategori nyaman. Tetapi perbedaannya sangat tipis yaitu T_i lebih dingin $1,18\text{ }^{\circ}\text{C}$, Rekomendasi: dengan demikian maka perlu ditambhkan bukaan-bukaan.

3. Memanfaatkan konstruksi atap dag beton dengan patio diantara massa bangunan dapat mengalirkan udara kedalam bangunan, dapat menurunkan suhu serta mengurangi radiasi sinar matahari langsung sehingga kondisi udara yang ada dibawahnya menjadi terasa lebih nyaman.

DAFTAR PUSTAKA

Budiharjo, Eko.1997. *Preservation and Coservation Of Culture Heritage In Indonesia*..Yogyakarta : Gajah Mada University Press.

Frick, Heinz. 1998. *Dasar-dasar Eko Arsitektur*. Semarang : Penerbit Kanisius & Soegijapranata University Press.

Lippsmeier, George. 1997. *Bangunan Tropis (Terjemahan)*. Jakarta : Erlangga.

Mahdi, Sharmi. 1985. *Rumah Tropis (Terjemahan)*. Jakarta : Penerbit Djambatan.

Mangunwijaya, YB. 1988. *Pengantar Fisika Bangunan*. Jakarta : Penerbit Djambatan.

Muhammad, Djawahir. 1997. *Semarang Sepanjang Jalan Kenangan*. Semarang : Aktor Studio.

Schrekenbach, Hannah. 1990. *Construction Technology for a Tropical Developing Country*. Germany : Agency for Technical Cooperation.

Sumalyo, Yulianto. 1993. *Arsitektur Kolonial Belanda di Indonesia*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.