



ARCADE

JURNAL ARSITEKTUR

p-ISSN: 2580-8613 (Cetak)

e-ISSN: 2597-3746 (Online)

<http://jurnal.universitaskebangsaan.ac.id/index.php/arcade>



STUDI KENYAMANAN TERMAL RUMAH *DOME* NGLEPEN YOGYAKARTA

Kurnia Fajar Mustaqim

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

E-mail: kurfamus@gmail.com

Informasi Naskah:

Diterima:
9 Maret 2020

Direvisi:
10 April 2020

Disetujui terbit:
2 Juni 2020

Diterbitkan:

Cetak:
29 Juli 2020

Online
10 Juli 2020

Abstract: *Thermal comfort is one aspect that must be considered in a building, one typology of buildings that need to be considered is the thermal comfort of the house, thermal comfort will affect the productivity of its inhabitants. One of the interesting houses to study is the dome house in Sengir village, Sumberharjo, Prambanan, Sleman, Yogyakarta. The purpose of this study was to determine the level of thermal comfort in the dome house. The method used in this study is a quantitative research method by measuring directly and simulating using a design builder software. The results of the study showed that the dome house could not be in accordance with the thermal comfort standards of a building.*

Keyword: *thermal comfort, dome house*

Abstrak: Kenyamanan termal adalah salah satu aspek yang harus diperhatikan dalam suatu bangunan, salah satu tipologi bangunan yang perlu diperhatikan kenyamanannya adalah rumah, kenyamanan termal akan berpengaruh terhadap produktivitas penghuninya. Salah satu rumah yang menarik untuk diteliti adalah rumah *dome* yang berada di desa Sengir, Sumberharjo, Prambanan, Sleman, Yogyakarta. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kenyamanan termal pada rumah *dome* tersebut. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif dengan melakukan pengukuran secara langsung dan juga simulasi menggunakan software *design builder*. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa rumah *dome* belum dapat sesuai dengan standar kenyamanan termal bangunan.

Kata Kunci: *kenyamanan termal, rumah dome*

PENDAHULUAN

Keberhasilan sebuah desain arsitektur ditentukan oleh berbagai faktor. Umumnya seperti tampilan estetika, keberhasilan fungsi dan kekuatan struktur menjadi acuan awal terhadap suatu penilaian karya arsitektur. Tapi pada masa sekarang ketiga faktor tersebut dirasa tidak saja cukup untuk menjadi standar penilaian keberhasilan suatu desain. Salah satu faktor yang penting menjadi pertimbangan keberhasilan sebuah desain arsitektur pada masa sekarang adalah pada kenyamanan termal yang mampu dikondisikan secara baik oleh seorang arsitek pada lingkungan ruangannya.

Proses kehidupan manusia dalam interaksi dengan lingkungan fisiknya sesungguhnya telah didominasi oleh kenyamanan termal. Hal ini membuktikan bahwa kenyamanan termal berpengaruh besar terhadap kehidupan sehari-hari manusia. Kenyamanan termal suatu bangunan merupakan faktor yang tidak dapat dilihat secara visual, tetapi dapat dirasakan dan berdampak besar terhadap kenyamanan pengguna bangunan. Kondisi udara dalam ruang dapat mempengaruhi produktivitas penghuni. Penelitian yang dilakukan oleh (Idealistina, 1991) menunjukkan bahwa penghuni

bangunan yang kondisi udaranya tidak nyaman produktivitasnya akan cenderung menurun atau rendah pada kondisi udara yang tidak nyaman baik itu terlalu terlalu panas maupun terlalu dingin, dan sebaliknya produktivitas akan naik apabila kondisi termal bangunan berupa pada keadaan yang nyaman.

Rumah yang merupakan tempat bagi penghuninya untuk berkegiatan maupun beristirahat juga perlu ditinjau aspek kenyamanan termal dalam ruangannya. Salah satu bangunan yang menarik untuk diteliti adalah Rumah *dome*, bangunan yang bentuknya menyerupai setengah bola, atau masyarakat umum sering menyebutnya dengan rumah Teletubbies. Kawasan rumah *dome* ini berada di desa Sengir, Sumberharjo, Prambanan, Sleman, Yogyakarta. Masyarakat lebih sering menyebutnya dengan rumah *dome* Nglepen.

Bangunan rumah *dome* berada pada kawasan yang saat ini menjadi desa wisata, terbangunnya kawasan rumah *dome* ini diprakarsai oleh beberapa organisasi seperti *Domes For The World* (DFTW), lembaga nirlaba dari Amerika Serikat, yang bermitra dengan *The World Association of Non-Governmental Organizations* (WANGO) dan perusahaan properti Emaar dari Dubai United Arab Emirates untuk

membangun kembali hunian bagi warga Nglepen yang rumahnya rusak karena gempa yang melanda Yogyakarta pada bulan Mei tahun 2006 yang berkekuatan 6,2 skala richter. (Saraswati, 2007)



Gambar 1. Kawasan rumah *dome* Nglepen tahun 2007



Gambar 1. Kawasan rumah *dome* Nglepen tahun 2007
Sebagai bangunan bantuan pasca bencana seharusnya bangunan tidak hanya sekedar memenuhi kegiatan dan kebutuhan ruang bagi penghuni, desain bangunan juga harus memperhatikan aspek kenyamanan termal dalam ruang. Oleh sebab itu tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kenyamanan termal dalam ruang pada rumah *dome* Nglepen Yogyakarta.

TINJUAN PUSTAKA

Kenyamanan termal dalam kaitannya dengan bangunan menurut (Karyono, 2007), mendefinisikan kenyamanan termal sebagai suatu kondisi tertentu yang tidak menyulitkan dan dapat memberikan sensasi yang menyenangkan bagi pengguna bangunan tersebut. Manusia dapat dinyatakan nyaman apabila secara termal pengguna bangunan tidak dapat mengatakan apakah orang tersebut menghendaki perubahan suhu udara yang lebih dingin atau lebih panas saat pengguna berada pada ruangan yang mereka tempati. Faktor-faktor kenyamanan termal pada ruang tertutup menurut (Lippsmeier, 1980) adalah kelembaban udara, temperatur udara, temperatur radiasi rata-rata dari atap dan dinding, tingkat pencahayaan, kecepatan gerak udara dan distribusi cahaya pada dinding pandangan. Selain itu terdapat juga beberapa sumber yang dapat dijadikan sebagai standar yang menentukan tercapainya kenyamanan termal dalam ruang.

a) Temperatur udara

Suhu atau temperatur udara adalah salah satu faktor yang dominan dalam mempengaruhi kenyamanan

termal pada suatu bangunan. Satuan yang digunakan untuk temperatur udara adalah Celcius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin. Menurut SNI-14-1993-03 (SNI, 1993) daerah kenyamanan termal pada suatu bangunan yang di kondisikan untuk orang Indonesia adalah:

- Sejuk nyaman, antara suhu efektif 20.8°C – 22.8°C
- Nyaman optimal, antara suhu efektif 22.8 °C – 25.8°C
- Hangat nyaman, antara suhu efektif 25.8°C – 27.1°C

Sedangkan jika ditinjau dari peraturan pemerintah dalam (KEMENKES, 1998) menyatakan standar suhu ruangan berada pada kisaran 18°C - 26°C

b) Kelembaban Udara

Ada beberapa standar kelembaban udara dalam ruang yang dapat dijadikan sebagai acuan diantaranya:

- Lippsmeier (1994) menyatakan “kelembaban udara relative yaitu 20-50% (Lippsmeier, 1994)
- Menurut (KEMENKES, 1998) menyatakan kelembaban udara yang sehat berada pada kisaran 40%-60%
- SNI (1993) menyatakan daerah kenyamanan termal pada bangunan yang dikondisikan untuk orang Indonesia yaitu 40%-70% (SNI, 1993)

Menurut standar (ASHRAE, 1992), kenyamanan termal adalah sebuah kondisi pemikiran yang mengekspresikan tingkat kepuasan terhadap lingkungan termalnya, sehingga kondisi atau situasi lingkungan dapat dikatakan nyaman apabila tidak kurang dari 90% responden yang diukur merasakan kenyamanan secara termal. Menurut (Hidayat, 2013) tujuan dilakukan kajian kenyamanan termal adalah untuk mengetahui zona nyaman atau rentang suhu terhadap kenyamanan yang dirasakan oleh pengguna bangunan.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif. Untuk mendapatkan data yang diperlukan, dari sekian banyak bangunan yang ada di kawasan desa wisata rumah *dome* dipilih satu sampel bangunan. Pada tulisan ini bangunan yang menjadi objek penelitian adalah bangunan sekretariat pengelolaan desa wisata. Untuk menganalisis kenyamanan termal rumah *dome* Nglepen dilakukan pengambilan data eksisting diantaranya:

Dimensi Bangunan

Dimensi bangunan perlu diukur karena hal ini juga mempengaruhi tingkat suhu yang ada didalam ruangan. Semakin lebar bangunan akan semakin besar juga kebutuhan penghawaan bangunan yang dibutuhkan. Pengukuran dimensi dilakukan menggunakan alat meteran laser.

Suhu & kelembaban

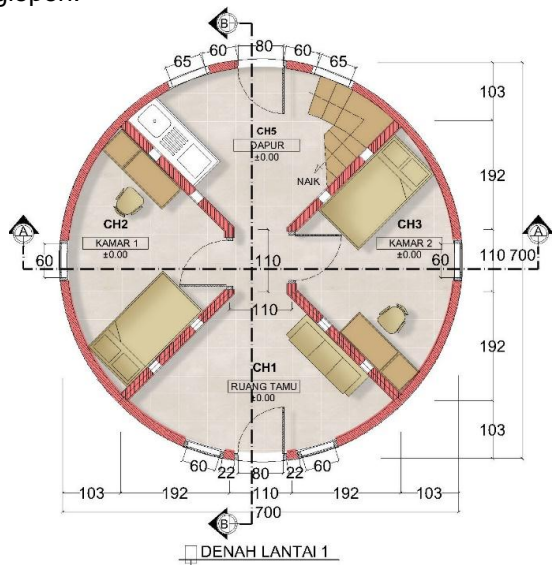
Suhu dan kelembaban ruang diukur menggunakan Thermohyrometer data logger. Alat diletakkan pada ruang yang telah ditentukan, secara otomatis alat

akan merekam suhu dan kelembaban dalam kurun waktu yang sudah ditentukan

Jenis & suhu permukaan material

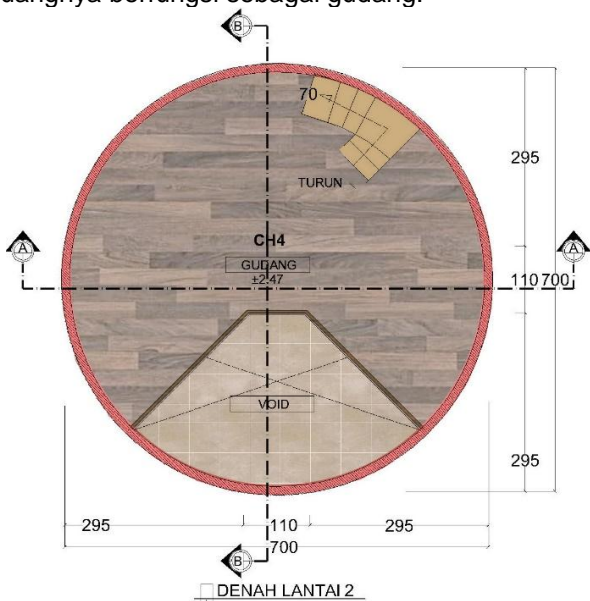
Pendataan jenis material yang digunakan dan suhu permukaan material juga perlu di ukur, hal ini karena material merupakan salah satu aspek pada bangunan akan ikut mempengaruhi performa termal bangunan. Pengukuran suhu permukaan material menggunakan alat camera termal infra merah. Pengukuradn dilakukan dengan menembakan camera termal infra merah ke material yang akan diukur, dari layar digital dapat diketahui suhu material yang ingin diketahui.

Pengambilan data suhu ruang dan kelembaban dan suhu permukaan material dilakukan pada lima titik berdasarkan fungsi ruang yang ada di rumah dome Nglepen.



Gambar 2. Titik penempatan thermohygrometer lantai 1

Titik chenal satu ditempatkan pada area ruang tamu, sedangkan chenal dua ditempatkan pada kamar barat, chenal 3 pada kamar timur, chenal 5 pada dapur dan chenal 4 ditempatkan pada lantai 2 yang ruangnya berfungsi sebagai gudang.

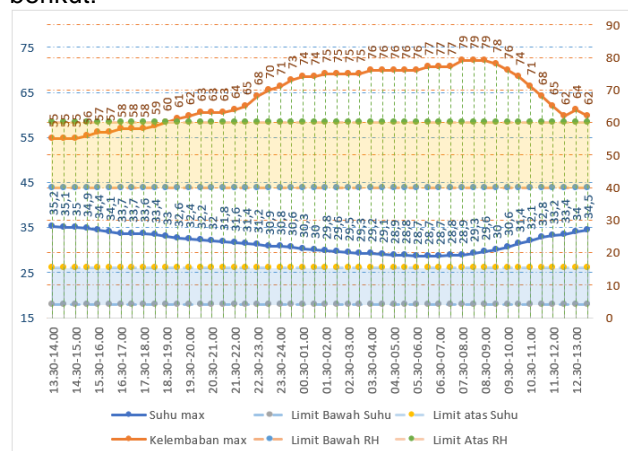


Gambar 3. Denah lantai dua secretariat rumah dome

Data yang didapatkan dari alat thermohygrometer data logger dan juga suhu permukaan material nantinya akan dijadikan sebagai gambaran kondisi termal bangunan secara nyata melalui pengukuran secara langsung. Sedangkan untuk mendapatkan gambaran performa termal bangunan dalam kurun waktu satu tahun dilakukan analisis simulasi menggunakan software *design builder*. Data yang didapatkan dari lapangan maupun hasil simulasi nantinya akan dibandingkan dengan standar kenyamanan termal dalam ruang dari segi suhu dan kelembabannya. Sehingga nantinya akan dapat disimpulkan apakah bangunan sesuai atau tidak dengan standar kenyamanan termal dalam ruang.

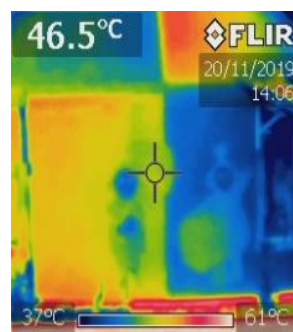
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengukuran suhu, kelembaban dan suhu permukaan material didapatkan data sebagai berikut:

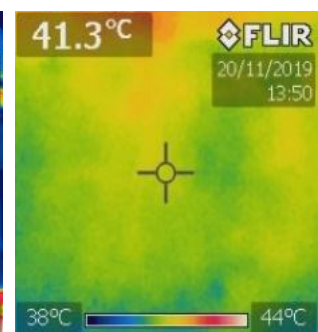


Grafik 1. Grafik suhu & kelembaban CH1 (Ruang Tamu)

Pengukuran kelembaban pada ruang tamu yang dilakukan pada tanggal 20-21 November 2019 menunjukkan bahwa kelembaban yang dapat mencapai batas standar kenyamanan hanya terjadi pada pukul 13.30-19.00 dan 12.30-13.30 Kelembaban tertinggi sebesar 72% terjadi pada pukul 07.00-08.30 sedangkan kelembaban terendah 55% terjadi pada pukul 15.00-15.30 dan 13.00-13.30. Suhu udara pada ruang tamu, dalam waktu 24 jam tidak ada satupun yang dapat mencapai standar kenyamanan termal dalam ruang. Suhu tertinggi terjadi diantara pukul 14.00-15.00 dengan suhu mencapai 34,8°C dan titik terendah suhu hanya sebesar 29°C yang terjadi pada pukul 05.30-06.00

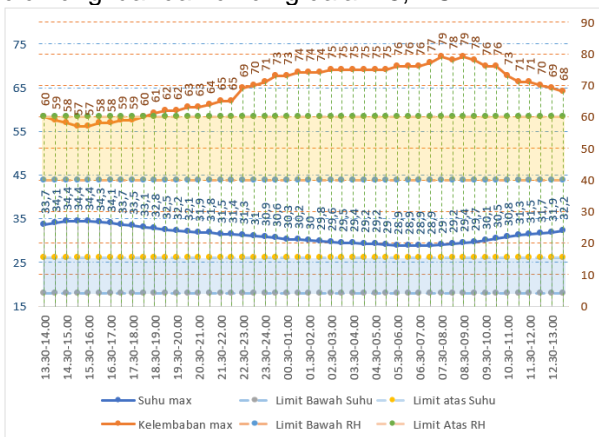


Gambar 4. Dinding luar ruang CH1

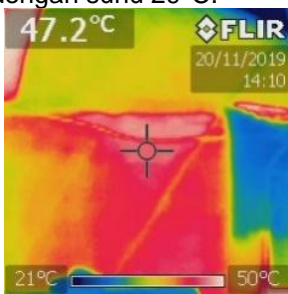


Gambar 5. Dinding dalakam ruang CH1

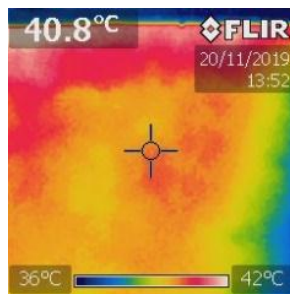
Suhu permukaan material dinding luar ruang tamu mencapai 46,5°C sedangkan suhu permukaan material sisi dalam 41,3°C, perbedaan suhu antara didinding luar dan dinding dalam 5,2°C



Grafik 2. Grafik suhu & kelembaban CH2 (Kamar Barat) Pengukuran pada kamar tidur barat, kelembaban yang dapat mencapai titik standar hanya pada pukul 14.00-18.30 dengan kelembaban tertinggi sebesar 72% yang terjadi pada pukul 07.30-08.30 dan kelembaban terendah sebesar 57% yang terjadi pada pukul 15.30-16.00. Suhu udara pada kamar barat, dalam kurun waktu 24 jam tidak ada satupun yang dapat mencapai standar kenyamanan termal dalam ruang. Suhu tertinggi terjadi diantara pukul 13.30-14.00 dengan suhu mencapai 34,2°C dan titik terendah terjadi pada rentang waktu 06.30-07.00 dengan suhu 29°C.

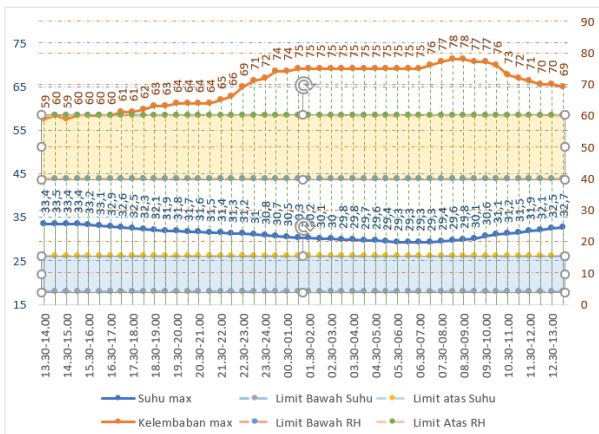


Gambar 6. Dinding luar ruang CH2



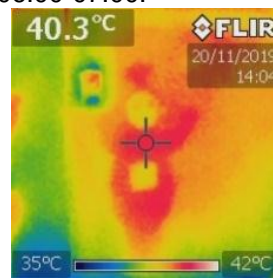
Gambar 7. Dinding dalam ruang CH2

Suhu permukaan material pada dinding luar kamar barat mencapai suhu 47,2 °C sedangkan suhu permukaan material sisi dalam 40,8°C perbedaan suhu antara dinding luar dan dinding dalam 6,4 °C

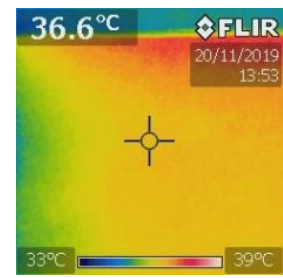


Grafik 3. Grafik suhu & kelembaban CH3 (Kamar Timur)

Pada kamar timur kelembaban yang dapat mencapai standar kenyamanan hanya pada rentang waktu 15.30-16.00 dengan angka 60% yang merupakan batas atas standar kelembaban dalam ruang, selebihnya kelembaban berada diatas standar kenyamanan. Suhu udara pada ruang tamu dalam waktu 24 jam tidak ada satupun yang dapat mencapai standar kenyamanan termal dalam ruang. Suhu tertinggi terjadi diantara pukul 13.30-14.00 dengan suhu mencapai 34,2°C sedangkan suhu terendah sebesar 29,4 terjadi pada rentang waktu 06.00-07.00.

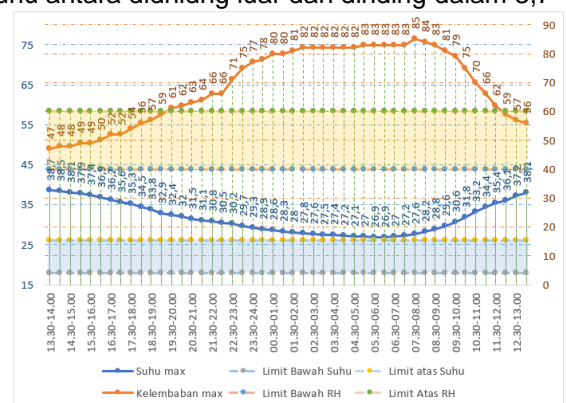


Gambar 8. Dinding luar ruang CH3

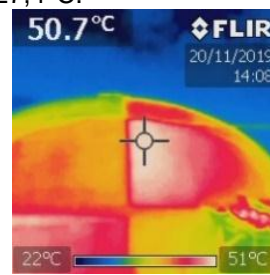


Gambar 9. Dinding dalam ruang CH3

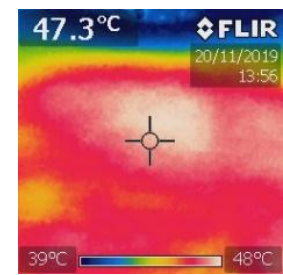
Suhu permukaan material pada dinding luar kamar timur mencapai suhu 40,3 °C sedangkan suhu permukaan material sisi dalam 36,6°C perbedaan suhu antara didinding luar dan dinding dalam 3,7 °C



Grafik 4. Grafik suhu & kelembaban CH4 (Gudang L.2) Pengukuran pada gudang lantai 2, kelembaban yang dapat mencapai titik standar terjadi pada pukul 13.30-20.00 dengan kelembaban tertinggi sebesar 77% yang terjadi pada pukul 07.00-08.00 dan kelembaban terendah sebesar 47% yang terjadi pada pukul 15.30-16.00. Suhu udara gudang lantai 2 dalam waktu 24 jam tidak ada satupun yang dapat mencapai standar kenyamanan termal dalam ruang. Suhu tertinggi terjadi diantara pukul 13.00-13.30 dengan suhu mencapai 38,4°C dan titik terendah terjadi pada rentang waktu 06.00-06.30 dengan suhu 27,4°C.

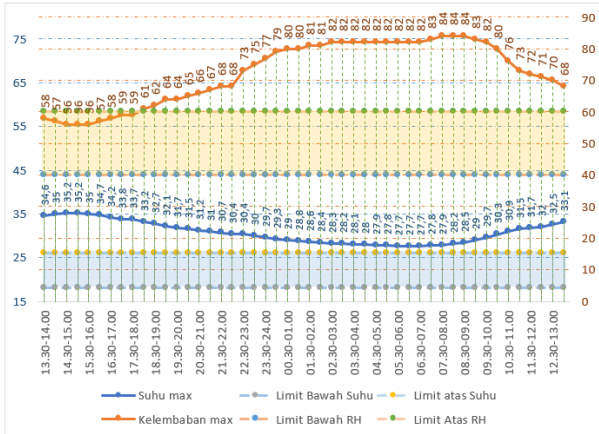


Gambar 10. Dinding luar ruang CH4

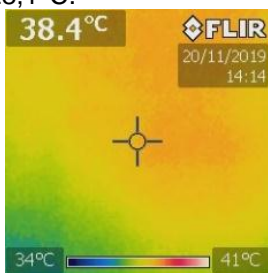


Gambar 11. Dinding dalam ruang CH4

Suhu permukaan material pada dinding luar gudang lantai 2 mencapai 50,7°C sedangkan suhu permukaan material sisi dalam 47,3°C perbedaan suhu antara dinding luar dan dinding dalam 3,4 °C



Grafik 5. Grafik suhu & kelembaban CH5 (Dapur) Pengukuran pada dapur, kelembaban yang dapat mencapai titik standar terjadi pada pukul 13.30-18.00 dan 12.30-13.30 dengan kelembaban tertinggi sebesar 76% yang terjadi pada pukul 07.30-08.00 dan kelembaban terendah sebesar 55% yang terjadi pada pukul 15.30-16.00. Suhu udara pada dapur dalam waktu 24 jam tidak ada satupun yang dapat mencapai standar kenyamanan termal dalam ruang. Suhu tertinggi terjadi diantara pukul 14.30-15.30 dengan suhu mencapai 35,1°C dan titik terendah terjadi pada rentang waktu 06.00-07.00 dengan suhu 28,1°C.



Gambar 12. Dinding luar ruang CH5



Gambar 13. Dinding dalakam ruang CH5

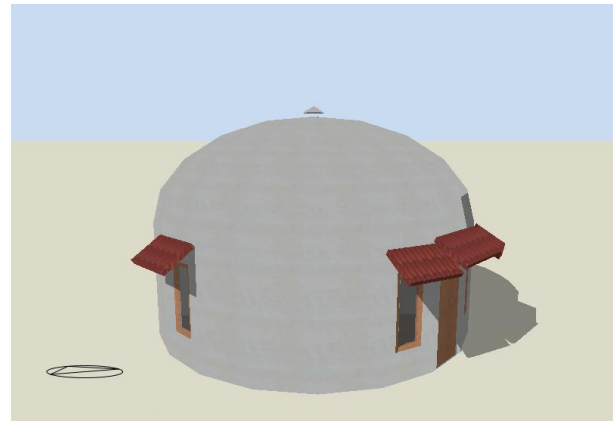
Suhu permukaan material pada dinding luar dapur mencapai 38,4°C sedangkan suhu permukaan material sisi dalam 32,9°C perbedaan suhu antara dinding luar dan dinding dalam 5,5 °C Setelah pengambilan dan pengolahan data dari pengukuran langsung selesai, selanjutnya proses simulasi mulai dikerjakan. Langkah awal yang harus dilakukan pada tahap simulasi adalah pemodelan 3D, dengan menyamakan bentuk, dimensi, material, penyesuaian lebar bukaan pada 3D model yang ada di software *design builder*. untuk analisis pada *design builder* bahan material yang digunakan diantaranya:

- Penutup atap *dome* beton 11cm
- Dinding luar lantai satu beton 14cm
- Lantai gudang lantai 2 papan kayu 3cm
- Jendela kaca 5m
- Dinding kamar dalam bata plester 18cm

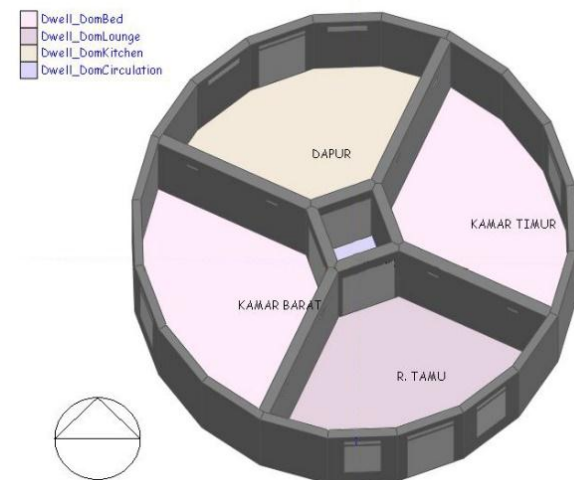
Pada table dibawah ini menjelaskan U-value setiap material material yang digunakan pada analisis software *design builder*.

Tabel 1. Nilai U-Value material *design builder*

Jenis	Material	U-Value
Atap <i>dome</i>	Beton 11cm	2,593
Dinding luar	Beton 14cm	2,250
Lantai gudang	Papan kayu 3cm	2,357
Jendela	Kaca single 1cm	1,978
Dinding kamar	Bata plester 18cm	1,668

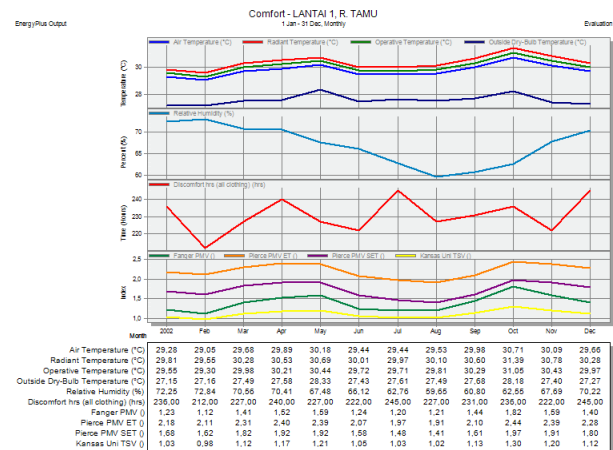


Gambar 14. Pemodelan 3D pada software *design builder*



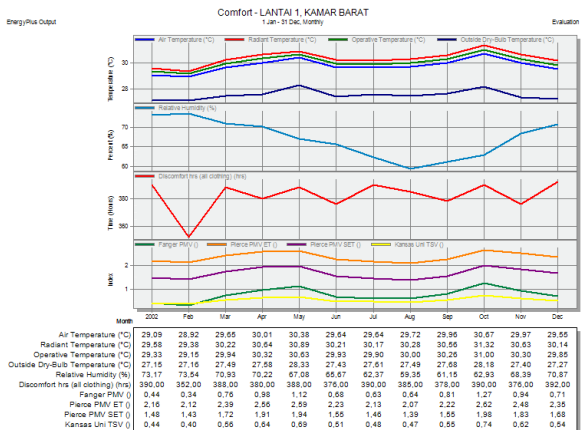
Gambar 15. Pembagian zone pada *design builder*

Setelah keseluruhan pengaturan 3d model dan penyesuaian weather data sudah dislesaikan, selanjutnya dilakukan simulasi sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

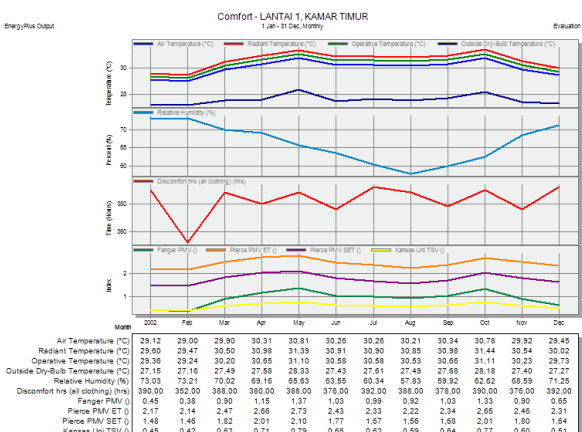


Grafik 6. Grafik hasil analisis simulasi ruang tamu

Dari hasil simulasi *desain builder* zona ruang tamu, rata-rata suhu udara selama satu tahun penuh sama sekali tidak ada yang dapat mencapai standar kenyamanan termal dalam ruang. Rata-rata suhu bulanan, terendah terjadi pada bulan Februari dengan suhu sebesar 29,05°C sedangkan rata-rata suhu tertinggi terjadi pada bulan Oktober dengan suhu mencapai 30,71°C untuk suhu rata-rata ruang tamu dalam satu tahun berada pada angka 29,75°C. Sedangkan rata-rata angka kelembaban yang dapat mencapai titik standar hanya terjadi pada bulan agustus sebesar 59,65%. Dengan rata-rata kelembaban pertahun sebesar 66,90%.

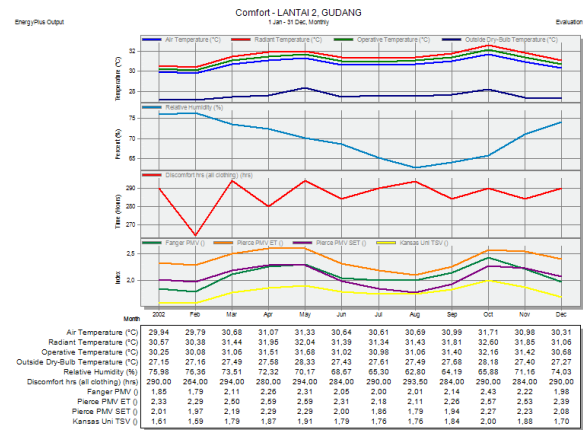


Grafik 7. Grafik hasil analisis simulasi kamar tidur barat Untuk hasil analisis dari kamar tidur barat suhu udara rata-rata bulanan juga tidak ada yang mencapai standar kenyamanan termal, suhu terendah yang dapat dicapai sebesar 28,92°C dan suhu tertinggi pada area ini sebesar 29,77°C sedangkan kelembaban yang dapat mencapai titik standar kenyamanan termal terjadi pada awal bulan April sampai dengan pertengahan Oktober. Dengan kelembaban terendah sebesar 59,35%. Untuk rata-rata kelembaban pada kamar tidur barat dalam satu tahun sebesar 67,09%.



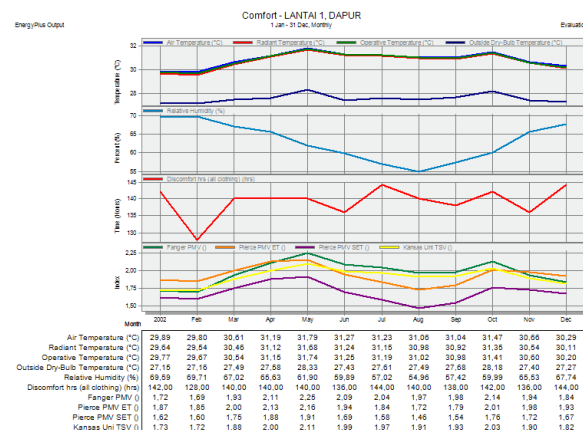
Grafik 8. Grafik hasil analisis simulasi kamar tidur timur Rata-rata suhu udara pada kamar tidur timur dalam setahun tidak ada yang dapat mencapai titik standar kenyamanan termal, suhu rata-rata bulanan terendah yang dapat dicapai hanya sebesar 29,00°C

sedangkan suhu tertinggi rata-rata bulanan sebesar 30,78°C. untuk suhu rata-rata dalam satu tahun pada ruang ini sebesar 30,04°C. Kelembaban yang dapat sesuai dengan standar kenyamanan terjadi pada bulan Juli sampai dengan September dengan titik terendah rata-rata kelembaban sebesar 57,83%. Untuk kelembaban rata-rata pada kamar tidur timur dalam satu tahun sebesar 66,22%.



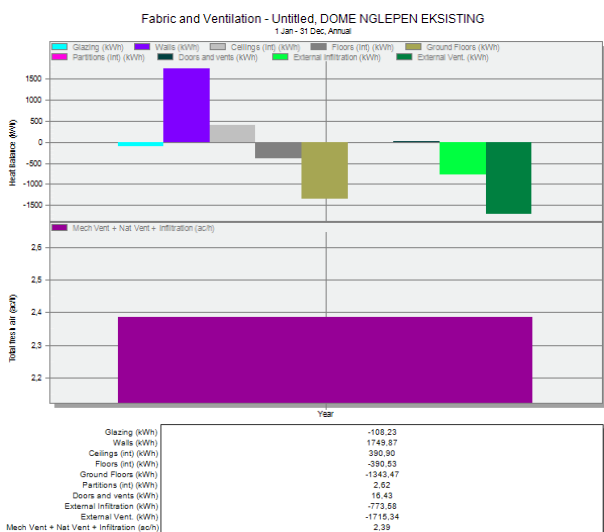
Grafik 9. Grafik hasil analisis simulasi pada gudang L.2

Suhu tertinggi udara rata-rata bulanan yang ada pada zona ini sebesar 31,71°C dan suhu rata-rata terendah sebesar 29,79°C untuk suhu rata-rata dalam setahun pada area gudang sebesar 30,73°C. Kelembaban rata-rata pada area gudang dalam setahun tidak ada sama sekali yang dapat mencapai standar kenyamanan termal dengan rata-rata kelembaban bulanan hanya mencapai 62,80%. Sedangkan dalam satu tahun rata-rata kelembaban pada area Gudang sebesar 69,99%.



Grafik 10. Grafik hasil analisis simulasi pada dapur

Pada area dapur suhu rata-rata bulanan tertinggi terjadi pada bulan oktober yang dapat mencapai 31,47°C, suhu rata-rata bulanan terendah terjadi pada bulan Februari sebesar 29,80°C, sedangkan suhu rata-rata rata pada area dapur dalam satu tahun sebesar 30,86°C. Untuk tingkat kelembaban rata-rata bulanan yang dapat sesuai standart kenyamanan termal hanya terjadi pada bulan Juni sampai dengan bulan Oktober dengan nilai kelembaban terendah sebesar 54,96% untuk rata-rata kelembaban dalam satu tahun sebesar 62,99%.



Dari hasil simulasi *design builder* dapat dilihat bahwa dinding merupakan elemen bangunan terbesar yang menyalurkan panas ke dalam bangunan. Transfer panas melalui dinding pada rumah *dome* dalam satu tahun dapat mencapai 1749,87 kWh.

KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran langsung maupun simulasi menggunakan software *design builder* pada lima ruang yang ada di rumah *dome*, tingkat kenyamanan termal dalam ruang masih belum sesuai dengan standar kenyamanan termal dalam ruang. Dari hasil pengukuran suhu permukaan material juga dapat dilihat bagaimana tingginya suhu permukaan material bangunan. Dari hasil simulasi dengan menggunakan software *design builder* juga dapat diketahui bahwa dinding merupakan elemen bangunan yang paling banyak menyumbang panas ke dalam bangunan rumah *dome* Nglepen Yogyakarta.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima kasih disampaikan kepada pihak pengelola desa wisata rumah *dome* yang telah memberikan izin dalam terlaksananya pengambilan data selama penelitian mengenai kajian termal bangunan rumah *dome* Nglepen Yogyakarta

DAFTAR PUSTAKA

ASHRAE. (1992). *Thermal Environmental Condition for Human Occupation*. Atlanta, United State: ASHRAE.

Hidayat, M. (2013). *Pusat Pengembangan Bahan Ajar, UMB "Fisika Bangunan"*.

Idealistina, F. (1991). *Model Termoregulasi Tubuh untuk Penentuan Besaran Kesan Termal Terbaik dalam kaitannya dengan Kinerja Manusia*. disertasi doktor, Institut Teknologi Bandung.

Karyono, T. (2007). *Dari Kenyamanan Termis Hingga Pemanasan Bumi: Suatu Tinjauan Arsitektur dan Energi. Pidato Pengukuhan Guru Besar Tetap Dalam Ilmu Arsitektur pada Universitas Tarumanagara*. Jakarta, Indonesia.

KEMENKES, M. K. (1998). *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 261/MENKES/SK/II/1998*. Jakarta: Menteri Kesehatan Republik Indonesia.

Lippsmeier, G. (1994). *Bangunan Tropis. Alih bahasa Syahmir Nasution*. Jakarta: Erlangga.

Saraswati, T. (2007). *KONTROVERSI RUMAH DOME DI NGLPEN, PRAMBANAN, D.I. YOGYAKARTA . DIMENSI TEKNIK ARSITEKTUR*.

SNI, D. P. (1993). *SK SNI Standar Tata cara perencanaan Teknis Konservasi Energi pada bangunan Gedung*. Bandung: Yayasan Lembaga Penelitian Masalahn Bangunan.

Karyono, Tri Harso. 2016. "Kenyamanan Termal Dalam Arsitektur Tropis." *Researchgate*.