

THE IMPACT OF HOLLOW BRICK ARRANGEMENT WALL DESIGN TOWARDS THE THERMAL COMFORT IN ALFA OMEGA SCHOOL TANGERANG

¹Dickinson Alfred Aritonang, ²Nancy Yusnita Nugroho

¹Student in the Bachelor's (S-1) Study Program in Architecture at Parahyangan Catholic University

²Senior lecturer in the Bachelor's (S-1) Study Program in Architecture at Parahyangan Catholic University

Abstrak - Alfa Omega School is a school that has a design that responds to nature. The design strategy is made in such a way that in terms of design concepts, it answers the climate problems in which the school is built. Located in an area that has a tropical climate, with more specifically swamps and rice fields, the climate around the place feels uncomfortable with high temperatures and humidity levels that are above the level of thermal comfort for activities. The school is designed by processing the building skin. Raw Architect, as the party who designed this school, chose brick material for the main reason of raising the locality in the area. In addition, by using brick material as part of the architectural elements in the building, they can create a carbon footprint to a minimum, namely emissions from human activities that in a long time will have a negative impact on nature, which means they can create designs that are not only elevating locality but also environmentally friendly.

The purpose of this research is to see whether the effect of deinding with hollow brick arrangement in the room building envelope design on the thermal comfort that is being made in the Alfa Omega School design. This research is an evaluative-experimental research with a quantitative approach by describing conditions and conditions both in terms of architectural and thermal comfort, which are then compared to the theory of thermal comfort in general and more specifically as a school. This research was conducted indirectly through the media of computers, the internet, and a simulation program to measure the level of thermal comfort at the Alpha Omega School.

The result of his research is an understanding of how the influence of the wall with a hollow brick arrangement as a building envelope in response to the existing climate in the area, so that it can be understood how the ability of the tire walls in the space to achieve thermal comfort that can support the activity in it as school. And if thermal discomfort is found in the application of this material as a building envelope, a way to optimize its thermal quality will be sought with simulation theories and experiments.

Keywords: Thermal comfort, building envelope, holey walls, schools

PENGARUH DESAIN DINDING SUSUNAN BATA BERONGGA SEBAGAI SELUBUNG BANGUNAN TERHADAP KENYAMANAN TERMAL RUANG KELAS SEKOLAH ALFA OMEGA TANGERANG

¹Dickinson Alfred Aritonang, ²Nancy Yusnita Nugroho

¹Mahasiswa S1 Program Studi Arsitektur Universitas Katolik Parahyangan

²Dosen Pembimbing S1 Program Studi Arsitektur Universitas Katolik Parahyangan

Abstrak - Sekolah Alfa Omega merupakan sebuah sekolah yang memiliki desain merespon alam. Strategi desain dibuat sedemikian sehingga secara konsep desain, menjawab permasalahan iklim di tempat sekolah itu dibangun. Berlokasi di area yang memiliki iklim tropis, dengan lebih spesifiknya area rawa dan persawahan, membuat iklim di sekitar tempat tersebut terasa kurang nyaman dengan temperatur udara yang cukup tinggi dan tingkat kelembapan udara yang berada di atas tingkat kenyamanan termal untuk beraktivitas.

Sekolah tersebut didesain dengan melakukan pengolahan pada kulit bangunannya. Raw Architect

¹ Corresponding author : dickinsonaritonang@gmail.com

The Impact of Hollow Brick Arrangement Wall Design towards the Thermal Comfort in Alfa Omega School Tangerang

selaku pihak yang mendesain sekolah ini, memilih material bata dengan alasan utama mengangkat lokalitas yang berada pada kawasan tersebut. Selain itu, dengan menggunakan material bata sebagai bagian dari elemen arsitektural di dalam bangunan tersebut, maka mereka dapat seminimum mungkin menciptakan jejak karbon, yaitu emisi dari kegiatan manusia yang dalam waktu lama akan menimbulkan dampak negatif kepada alam, dimana ini berarti mereka dapat menciptakan desain yang tidak hanya mengangkat lokalitas tetapi juga ramah lingkungan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat apakah pengaruh dari dinding dengan susunan bata berongga dalam desain selubung bangunan ruang terhadap kenyamanan termal yang coba dibuat di dalam desain Sekolah Alfa Omega. Penelitian merupakan penelitian dengan jenis evaluatif – eksperimental dengan pendekatan kuantitatif dengan cara mendeskripsikan keadaan dan kondisi baik dari segi arsitektural, maupun segi kenyamanan termal yang ada lalu dibandingkan dengan teori mengenai kenyamanan termal secara umum dan secara lebih khusus sebagai sebuah sekolah. Penelitian ini dilakukan secara tidak langsung melalui media komputer, internet, serta program simulasi untuk melakukan pengukuran tingkat kenyamanan termal pada Sekolah Alfa Omega.

Hasil dari penelitiannya adalah pemahaman akan bagaimana pengaruh dari dinding dengan susunan bata berongga sebagai sebuah selubung bangunan dalam menanggapi iklim yang ada di daerah tersebut, sehingga dapat dipahami bagaimanakah kemampuan dari dinding dan selubung ruang dalam mencapai kenyamanan termal yang dapat mendukung aktivitas di dalamnya sebagai sebuah sekolah. Dan apabila ditemukan ketidaknyamanan termal pada aplikasi material tersebut sebagai selubung bangunan, maka akan dicari cara untuk mengoptimalkan kualitas termalnya dengan teori-teori dan eksperimen simulasi.

Kata-kata kunci: Kenyamanan termal, selubung bangunan, dinding berongga, sekolah

1. PENDAHULUAN

Sekolah merupakan sebuah tempat yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya kegiatan pembelajaran. Berdasarkan pengertian dari kamus besar Bahasa Indonesia sekolah dapat didefinisikan sebagai sebuah bangunan atau lembaga untuk belajar dan mengajar serta tempat menerima dan memberi pelajaran. Dilihat dari sudut pandang arsitektur, sekolah dapat dikatakan sebagai sebuah wadah untuk aktivitas belajar dan mengajar yang dilakukan oleh pelajar dan pengajar. Sebagai sebuah wadah untuk berlangsungnya aktivitas, sekolah harus menyediakan ruang pembelajaran yang nyaman agar aktivitas di dalamnya dapat berlangsung dengan baik.

Salah satu kenyamanan yang perlu dirasakan bagi pengguna sekolah adalah kenyamanan penghawaan atau kenyamanan termal. Kenyamanan termal merupakan sebuah kenyamanan yang berkaitan dengan suhu, kelembaban, kecepatan angin yang menyebabkan aktivitas terasa nyaman. Kenyamanan termal masih dapat dikaitkan dengan berbagai macam hal / faktor. Tentunya kenyamanan termal yang dibutuhkan untuk aktivitas seperti belajar tidak sama dengan aktivitas kantoran perbedaan itu juga berlaku dengan dimana aktivitas itu dilangsungkan.

Kenyamanan termal dalam usaha pencapaian kenyamanan termal untuk mengoptimalkan aktivitas manusia, ada banyak hal yang dapat berpengaruh. Beberapa contoh hal yang berpengaruh adalah iklim setempat. Iklim yang ada pada suatu daerah perlu dikondisikan dengan cara-cara dan metode tertentu sehingga dalam wadah yang diciptakan dapat memiliki iklim atau atmosfer yang baik di dalamnya, berbeda dengan iklim yang benar-benar ada. Salah satu cara bagi sebuah ruangan untuk mencapai kenyamanan termal adalah dengan melalui desain selubung bangunan.

Selubung bangunan adalah bagian atau elemen yang berguna untuk menutup ruang dari lingkungannya. Selubung bangunan terdiri bidang dinding yang dapat membatasi ruang dan lingkungannya serta mampu meloloskan atau tidak meloloskan iklim dari luar.

Dinding dengan susunan bata yang berongga merupakan salah satu dari pengolahan dari desain selubung bangunan. Dinding dengan susunan bata berongga merupakan dinding yang batunya disusun dengan cara tertentu sehingga menghasilkan adanya celah – celah kosong

atau rongga. Dinding ini memiliki celah atau rongga yang dapat digunakan sebagai ventilasi. Dengan adanya ventilasi ini maka akan ada aliran udara dalam ruangan.

Dinding dengan susunan bata berongga sebagai bagian dari selubung bangunan akan bisa berkontribusi terhadap kenyamanan termal melalui bentuk dinding bata, pola susunan material bata tersebut dan bukaan yang terdapat pada façade dinding bata. Pola susunan material bata dan bukaan yang terdapat pada façade dinding bata bisa menjadi sebuah masalah dalam desain apabila tidak sesuai dengan tujuan untuk mencapai kenyamanan termal. Pola susunan bata akan berpengaruh terhadap pola pergerakan udara secara intensitas dan arahnya ke dalam kelas. Oleh karena itu, aplikasi bata sebagai material selubung bangunan perlu diperhatikan dalam mencapai kenyamanan termal yang dapat meningkatkan kualitas ruang untuk kegiatan belajar mengajar dan terhindar dari iklim luar yang kurang nyaman dan kurang tepat untuk menjadi iklim lingkungan kegiatan belajar mengajar sesuai dengan konsep yang coba dibuat oleh arsitek.

Secara teori, kecepatan aliran angin akan lebih besar apabila inlet angin lebih besar dari pada ukuran outlet sebuah ruang. Sekolah Alfa Omega memiliki ruang kelas yang memiliki inlet berupa rongga – rongga udara yang berukuran kecil. Akan tetapi, inletnya tersebar pada sebagian area dinding. Inletnya berukuran kecil tetapi menyebar. Secara potongan aliran udara mungkin relatif lebih lambat dan menyebar, tetapi secara denah aliran udara lebih cepat dan terkonsentrasi. Sementara itu, ruang kelas sebaiknya memiliki aliran udara merata secara denahnya. Dugaan yang muncul adalah terjadi ketidaknyamanan termal akibat pola pergerakan udara yang kurang nyaman.

Oleh karena itu muncul pertanyaan utama penelitian yaitu bagaimanakah pengaruh dari desain dinding dengan susunan bata berongga sebagai selubung bangunan terhadap kenyamanan termal ruang kelas Sekolah Alfa Omega dengan pertanyaan lanjutannya sebagai berikut:

- Bagaimanakah pengaruh dari dinding bata dengan susunan bata berongga sebagai selubung ruang terhadap pola pergerakan udara dan kecepatan udara dalam ruang kelas Sekolah Alfa Omega?
- Bagaimanakah upaya untuk mengoptimalkan pola pergerakan udara dan kecepatan udara untuk mencapai kenyamanan termal dalam ruang kelas Sekolah Alfa Omega?

2. KAJIAN TEORI

Sekolah merupakan bangunan atau lembaga untuk belajar dan mengajar serta tempat untuk menerima dan memberi pelajaran. Sekolah sendiri merupakan tempat dimana proses belajar dan mengajar berlangsung yang dilakukan berdasarkan sebuah silabus yang telah direncanakan sebelum kegiatan belajar mengajar dilakukan.

Secara umum, sekolah dapat dibangun oleh dua macam pihak, yaitu pihak pemerintah atau pihak swasta, yang bisa bersifat sebagai pendidikan formal, pendidikan non-formal, dan pendidikan informal. Beberapa perbedaannya adalah sebagai berikut: (1) Sekolah yang bersifat pendidikan formal merupakan pendidikan di sekolah yang diperoleh secara teratur, sistematis, bertingkat atau berjenjang, dan dengan mengikuti sebuah syarat yang jelas. (2) Sekolah yang bersifat pendidikan nonformal, merupakan jalur pendidikan di luar pendidikan formal yang dapat dilaksanakan secara terstruktur dan berjenjang. Hasil pendidikan pendidikan nonformal masih dapat setara dengan pendidikan formal akan tetapi dengan proses penyetaraan penilaian tertentu.

Kenyaman termal merupakan sebuah kondisi yang diinginkan dari iklim termal tertentu. Kenyamanan termal sendiri bisa berbeda untuk setiap orang karena mengacu kepada indra masing masing setiap orang.

1. Perolehan Panas Tubuh

Tubuh manusia merupakan penghasil panas secara terus menerus. Panas dari tubuh manusia

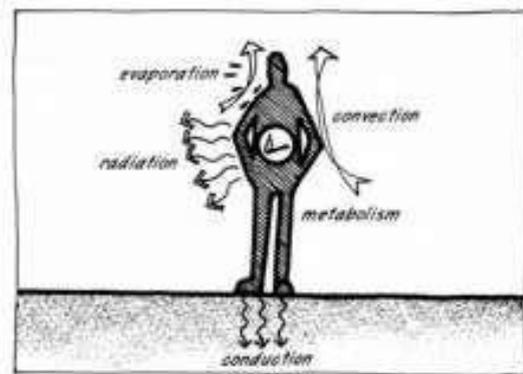
diperoleh melalui proses metabolisme yang terjadi di dalam tubuh manusia.

Dalam fisika, panas dapat berpindah dengan tiga cara berdasarkan perantaranya. Panas tubuh pun berlaku demikian, ia dapat berpindah melalui tiga cara tersebut, yaitu:

Radiasi : Perpindahan panas tanpa perantara Konduksi

: Perpindahan panas melalui suatu perantara tetapi tanpa memindahkan zat perantara tersebut

Konveksi : Perpindahan panas melalui suatu zat perantara yang disertai dengan perpindahan materi zat perantaranya.



Radiasi panas menyebabkan peningkatan pada suhu lingkungan dan berdampak pada peningkatan panas tubuh manusia. Sebaliknya, tubuh manusia juga ikut melepaskan panas kepada lingkungan tanpa adanya zat perantara.

Konveksi panas terjadi secara bolak-balik pada tubuh manusia dan lingkungan. Perpindahan panas secara konveksi biasanya terjadi melalui perantara udara yang membawa uap air yang memiliki panas, baik dari tubuh manusia kepada lingkungan, maupun sebaliknya. Uap air yang membawa panas tersebut merupakan bagian dari keringat dan hasil dari respirasi manusia.

Konduksi panas umumnya terjadi melalui benda-benda atau elemen ruang yang bersentuhan secara langsung dengan tubuh manusia. Perpindahan panasnya terjadi melalui hubungan langsung tetapi tanpa membawa zat perantaranya.

Keseimbangan Panas Tubuh

Keseimbangan Panas tubuh merupakan sebuah keadaan dimana kondisi termal yang dirasakan tubuh berada pada titik seimbang antara panas yang diperoleh oleh tubuh dan panas yang dilepaskan oleh tubuh.

Aspek lingkungan yang mempengaruhi kenyamanan termal menurut ASHRAE adalah sebagai berikut:

1. Temperatur udara

Temperatur udara adalah salah satu faktor yang sangat mempengaruhi kenyamanan termal. Temperatur mengacu pada tingkat rendah – tingginya suhu udara di sekitar..

2. Kelembapan udara

Kelembapan udara adalah kadar uap air yang ditampung oleh udara. Kelembapan udara di sebuah tempat akan mempengaruhi terjadinya perpindahan panas dari dan menuju tubuh.

3. Kecepatan angin

Kecepatan angin merupakan faktor yang penting dalam kenyamanan termal. Kecepatan angin adalah kecepatan aliran udara yang bergerak secara mendatar atau horizontal pada ketinggian di atas tanah. Kecepatan angin dipengaruhi oleh karakteristik permukaan yang dilaluinya. Udara yang tidak bergerak dalam ruangan tertutup akan menyebabkan pengguna ruangan merasa kaku ataupun berkeringat. Semakin tidak nyaman, kecepatan angin yang dibutuhkan

*The Impact of Hollow Brick Arrangement Wall Design
towards the Thermal Comfort in Alfa Omega School Tangerang*

semakin tinggi.

4. Temperatur radian

Temperatur radiant adalah panas yang beradiasi dari objek yang mengeluarkan panas.

5. Insulasi pakaian

Kenyamanan termal sangat dipengaruhi oleh efek insulasi pakaian yang kita kenakan. Pakaian mengurangi pelepasan panas tubuh. Karena itu, pakaian diklasifikasikan berdasarkan pada nilai insulasinya. Satuan yang biasa digunakan untuk pengukuran insulasi pakaian adalah Clo. Batas nyaman untuk pakaian adalah $n \leq 0,5$ Clo. Total nilai Clo bisa dihitung dengan menjumlahkan nilai Clo untuk setiap jenis pakaian.

6. Tingkat metabolisme

Tingkat metabolisme merupakan panas yang dihasilkan di dalam tubuh sepanjang beraktivitas. Semakin banyak melakukan aktivitas fisik, semakin banyak panas yang dibuat.

Standar nyaman sebuah sekolah dapat ditemui dalam peraturan Menkes No.1429/Menkes/SK/XII/2006 untuk acuan kenyamanan yang perlu dimiliki oleh sekolah dan SNI 03-6572-2001 “Tata cara perancangan sistem ventilasi dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung” sebagai acuan standar kenyamanan termal bangunan di Indonesia.

No	Ruang / Unit	Luas Lubang Ventilasi Terhadap Luas Lantai	Keterangan
1	Ruang Kelas	20%	
2	Ruang Guru	10%	
3	Ruang bimbingan/konseling	10%	
4	Ruang UKS	10%	
5	Ruang laboratorium	20%	
6	Ruang Perpustakaan	20%	
7	Warung / kantin	20%	
8	Toilet	30%	
9	Gudang	10%	
10	Ruang Ibadah	20%	

	Temperatur Efektif (TE)	Kelembaban / RH (%)
Sejuk	20,5°C TE –	50%
Nyaman	22,8°C TE	80%
Ambang Atas	24°C TE	
Nyaman	22,8°C TE –	
Optimal	25,8°C TE	70%
Ambang Atas	28°C TE	
Hangat	25,8°C TE –	
Nyaman	27,1°C TE	60%
Ambang Atas	31°C TE	

Kenyamanan termal dapat tercapai apabila temperatur efektif memenuhi persyaratan yang ada. Salah satu cara mendapatkan kenyamanan termal adalah dengan menggunakan Corrected Effective Temperature. Skala ini merupakan skala pertama kali ditemukan oleh Houghton dan Yanglou pada tahun 1923. Ada dua jenis nomogram, yaitu:

- Nomogram ET Normal Scale

The Impact of Hollow Brick Arrangement Wall Design towards the Thermal Comfort in Alfa Omega School Tangerang

Nomogram ini digunakan apabila pengguna dari ruang yang diteliti berpakaian normal, ringan, dan tanpa jaket.

- Nomogram ET Basic Scale

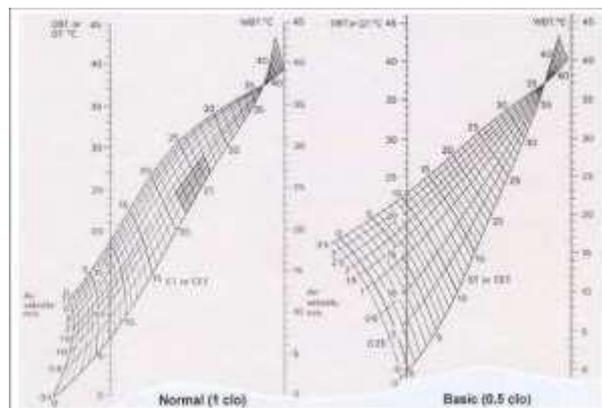
Nomogram ini digunakan apabila pengguna dari ruang yang diteliti hanya berpakaian sebatas pinggang.

Cara mendapatkan CET adalah sebagai berikut.

- Catat temperature GT
- Ukur WBT

Apabila tidak bisa melakukan pengukuran langsung, bisa dilakukan dengan cara menghitung kelembapan udaranya lalu dimasukkan dalam kalkulator WBT.

- Ukur kecepatan angin
- Letakan angka temperatur GT pada skala vertikal kiri nomogram
- Letakan angka temperatur WBT pada skala vertikal kanan nomogram
- Hubungkan kedua angka sebelumnya dengan sebuah garis lurus
- Pilih garis kurva yang sesuai dengan kecepatan angin
- Beri tanda pertemuan antara garis sebelumnya dan garis kurva
- Baca angka CET nya



Secara teori, kenyamanan termal berada di antara temperatur 22°C sampai dengan 27°C . Akan tetapi mengikuti standar yang ada dari Menkes dan SNI, maka temperaturnya bisa digolongkan 3 macam yaitu, nyaman sejuk, nyaman optimal, dan nyaman hangat. Nyaman sejuk dinyatakan pada suhu 20.5°C sampai dengan 24°C . Nyaman optimal dinyatakan pada suhu 22.8°C sampai dengan 28°C . Nyaman hangat dinyatakan pada suhu 25.8°C sampai dengan 31°C .

Kenyamanan untuk kecepatan angin yang ditetapkan adalah 0.15m/s sampai dengan 1.5m/s .

Bata merupakan salah satu material yang cukup umum digunakan sebagai bahan bangunan, baik secara arsitektural maupun secara keteknikalannya. Bata sendiri dikenal tidak hanya di daerah tropis, melainkan di seluruh dunia.

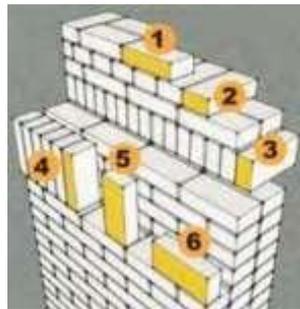
Secara arsitektur, bata memiliki nilai lokalitas yang cukup tinggi di negara- negara tropis termasuk salah satunya ialah Indonesia. Untuk daerah tropis sendiri bata umumnya menggunakan jenis bata merah. Batu bata tersebut dibuat dengan bahan dasar tanah liat yang kemudian prosesnya bisa dibakar ataupun tidak dibakar.

Terdapat berbagai macam bentuk batu bata. Akan tetapi, secara umum, bata merupakan material yang memiliki sifat ; memiliki ketahanan tinggi terhadap gaya tekan (pada salah satu vektor gaya; gaya horizontal atau vertikal; umumnya untuk menahan gaya vertikal), lemah terhadap gaya tarik, memiliki ketahanan tinggi terhadap api, memiliki ketahanan terhadap pelapukan

Bata memiliki bentuk dan dimensi tertentu yang memiliki 3 macam sisi dalam 6 sisinya.

Polanya sendiri bergantung pada perletakan bata satu dengan bata lainnya yang dapat terlihat sebagai berikut:

- (a) Stretcher atau susunan bata memanjang: bata disusun secara mendatar/horizontal dengan sisi panjang menghadap ke depan.
- (b) Header atau susunan bata melintang tegak: bata disusun secara mendatar/horizontal engan sisi lebar menghadap ke depan.
- (c) Rowlock atau susunan bata melintang tegak: bata disusun secara mendatar/horizontal dengan sisi tinggi menghadap ke depan.
- (d) Soldier: bata disusun secara vertikal dengan sisi panjang menghadap ke depan.
- (e) Sailor: bata disusun secara vertikal dengan bagian badan menghadap ke depan.
- (f) Shiner: bata disusun secara horizontal dengan bagian badan menghadap ke depan.



Berdasarkan sifatnya, material batu bata dapat menyerap radiasi panas dengan cukup baik serta dapat menyimpan radiasinya dalam jangka waktu yang cukup lama sehingga pelepasan panas terjadi setelah jangka waktu tertentu.

Secara kenyamanan termal, hal ini dapat menimbulkan keuntungan sementara, pada saat siang hari, penggunaan material bata dapat menurunkan suhu dari lingkungan luar ke dalam ruang dalam hingga $1,8^{\circ}\text{C}$ dan bahkan lebih.

Disisi lain, batu bata memiliki kelemahan apabila terlalu sering terpapar air. Hal ini dapat menyebabkan terjadi keretakan yang bisa dilihat mata maupun tidak. Jika terjadi keretakan, maka terjadi rembesan air cukup tinggi.

Pola susunan berseling dan berjarak pada cara penyusunan stretch dan header (dan sejenisnya), akan memberikan ruang-ruang kecil yang memungkinkan terjadinya pertukaran udara. Untuk konteks kenyamanan termal, hal seperti ini bisa menjadi potensi yang menguntungkan. Alasannya adalah karena dengan adanya celah – celah tertentu tersebut, maka dimungkinkan terjadinya pergerakan udara antara bagian dalam ruang dengan bagian luar ruang sehingga terjadi pergerakan udara. Di sisi lain, adanya aliran udara antara bagian dalam dan luar ruangan akan menyebabkan perpindahan uap air dari dalam, sehingga dapat membuat ruang dalam tidak terlalu lembap.

Bentuk selubung bisa menyebabkan aliran udara disekitar bangunan. Aliran udara bisa terbentuk karena adanya model dari dindingnya yang mampu mengalirkan udara. Selain itu bisa juga terjadi perpindahan udara akibat bentuk selubung pelingkup ruang yang memiliki bukaan dengan jumlah tertentu. Selama bukaannya dan bentuk dari selubung tidak mendorong angin dengan kecepatan yang terlalu tinggi, maka kenyamanan termal nya akan tetap baik.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian berjudul “Pengaruh Desain Dinding Susunan Bata Berongga Sebagai Selubung Bangunan Terhadap Kenyamanan Termal Ruang Kelas Sekolah Alfa Omega Tangerang” merupakan penelitian evaluatif eksperimental menggunakan simulasi digital dengan

pendekatan kuantitatif melalui perhitungan simulasi untuk mengetahui kondisi eksisting. Teknik pengumpulan data dibagi menjadi: (1) Observasi menggunakan simulasi digital (2) Pengambilan data eksisting melalui simulasi digital (3) Pengambilan data termal eksisting dan alternatif melalui simulasi digital (4) Pengambilan data termal tertentu dengan kalkulator secara digital.

Waktu diambil pada waktu dan tanggal temperatur tertinggi yaitu pada bulan Juni pukul 14.00.

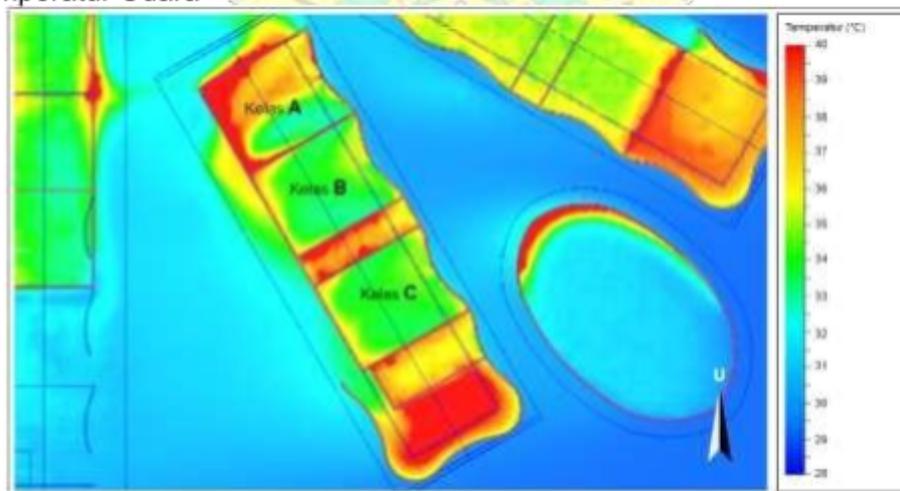
4. ANALISA

Kenyamanan termal merupakan salah satu hal yang coba dicapai oleh desain Sekolah Alfa Omega. Strategi yang digunakan oleh arsitek adalah dengan menggunakan passive cooling design dalam mengusahakan tercapainya kenyamanan termal.

Penelitian mengenai tingkat kenyamanan termal yang dimiliki oleh ruang kelas TK Sekolah Alfa Omega dilakukan secara menyeluruh melalui data virtual. Sumber data utama mengenai iklim diambil dari data milik BMKG untuk mengetahui kondisi iklim dimana Sekolah Alfa Omega dibangun, lalu diproses menggunakan Autodesk CFD untuk menentukan tingkat kenyamanan termal Sekolah Alfa Omega.



a. Temperatur Udara



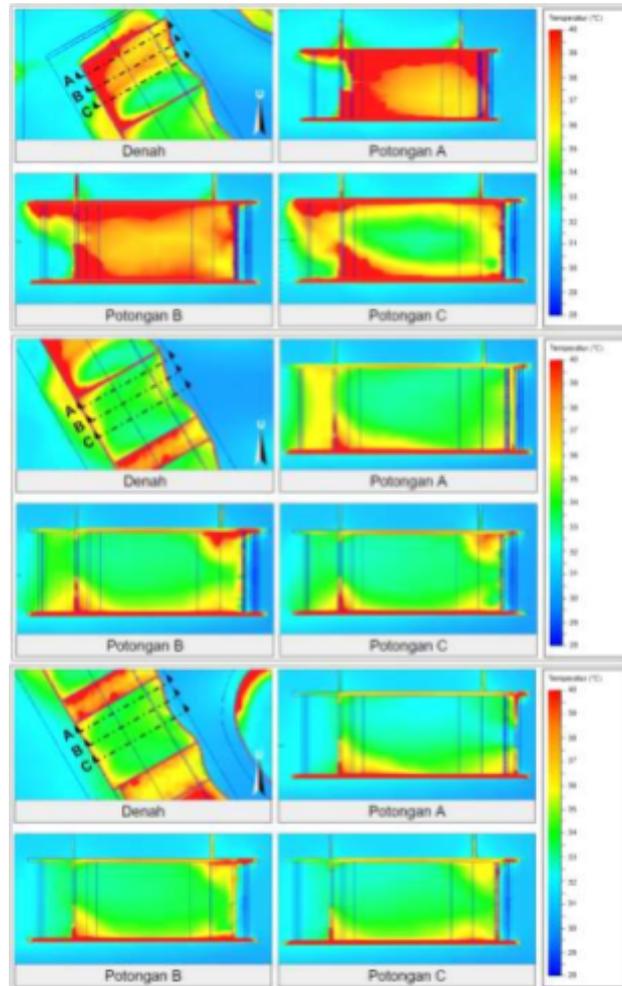
Dalam kenyamanan termal, temperatur udara atau suhu udara adalah salah satu faktor yang paling mudah dirasakan tingkat kenyamanannya oleh orang-orang secara awam.

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan dengan Autodesk CFD, didapatkan data seperti pada grafik di atas yang menunjukkan data mengenai temperatur udara baik di ruang luar dan ruang dalam (dalam potongan bangunan).

Dari data tersebut, kondisi temperatur pada ruang kelas serta lingkungan sekitarnya

The Impact of Hollow Brick Arrangement Wall Design towards the Thermal Comfort in Alfa Omega School Tangerang

menunjukkan bahwa suhu pada bagian luar bangunan berada pada suhu 30°C, sesuai dengan data yang diperoleh dari BMKG.



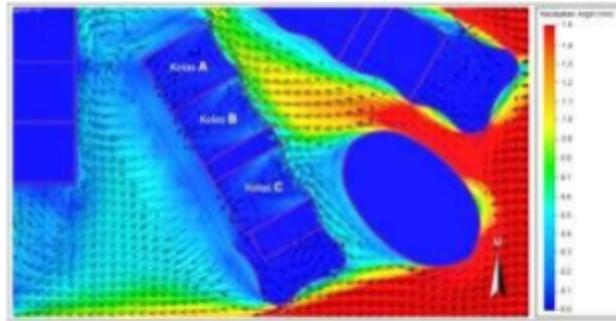
Data tersebut menunjukkan perbedaan tinggi temperatur udara pada potongan A yang relatif jauh dari bukaan di dinding bata tak berongga dan bukaan bata berongga memiliki temperatur udara di atas 34°C lebih banyak dari pada potongan lainnya. Temperatur udara yang berada pada area dekat bukaan, relatif lebih rendah dibandingkan dengan temperatur udara yang berada pada bagian tengah ruangan

b. Pola Pergerakan Udara

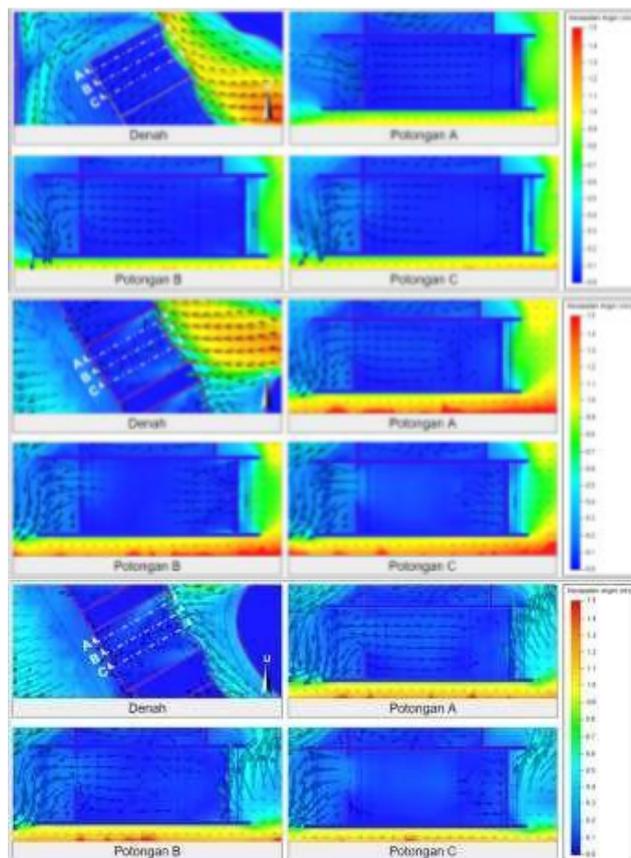
Ruang kelas TK Sekolah Alfa Omega disimulasikan dengan massa-massa yang berada di sekitarnya. Ruang kelas TK Sekolah Alfa Omega memiliki salah satu dinding yang menghadap arah datang angin. Dinding tersebut adalah dinding dengan susunan bata berongga yang melengkung.

Data BMKG menggunakan data BMKG Kosambi yang merupakan lokasi Sekolah Alfa Omega. Data tersebut menunjukkan bahwa, angin bergerak dari arah timur menuju barat pada waktu terekstrim dan pada sebagian besar waktunya.

The Impact of Hollow Brick Arrangement Wall Design towards the Thermal Comfort in Alfa Omega School Tangerang



Data yang didapatkan di atas memberikan informasi mengenai pergerakan udara yang berada pada ruang dalam ruang kelas TK Sekolah Alfa Omega. Informasi yang didapatkan dari hasil simulasi Autodesk CFD menunjukkan data kecepatan angin antara 0m/s sampai dengan 3m/s. Akan tetapi, kecepatan angin yang terdapat pada ruang kelas relatif rendah, yaitu berkisar antara 0m/s sampai dengan 0.5m/s. Oleh karena itu, skala warna yang menunjukkan kecepatan angin diubah dengan jenjang yang lebih pendek yaitu 0m/s sampai 1.5m/s untuk melihat warna yang lebih presisi sekaligus melihat kecepatan angin yang memenuhi persyaratan kecepatan angin dalam ruang kelas 0.15m/s sampai 1.



Pola pergerakan dan kecepatan udara di ketinggian bidang kerja pada ruang kelas TK Sekolah Alfa Omega menunjukkan kecepatannya relatif berada di antara 0.09m/s atau tidak ada pada beberapa titik ukur. Untuk beberapa titik ukur kecepatan angin bisa mencapai 0.19m/s atau bahkan tertingginya 0.24m/s. Di luar dari titik ukur yang ada, beberapa titik pada ruang kelas memiliki kecepatan angin bisa mencapai 0.5m/s.

Pergerakan udara yang masuk di dalam ruang kelas terlihat kurang merata. Angin yang masuk memiliki pola dengan kecepatan udara yang tinggi berada pada area sekitar bukaan. Kecepatan angin tertinggi berada pada titik – titik ukur di dekat bukaan; titik ukur 3 dan 4 setiap kelas; berupa jendela pada bagian ujung dinding susunan bata berongga. Kecepatan angin tertinggi lainnya adalah pada bukaan yang disebabkan adanya dinding susunan bata berongga yang terdapat pada titik ukur 7, titik ukur 8, titik ukur 11, dan titik ukur 12.

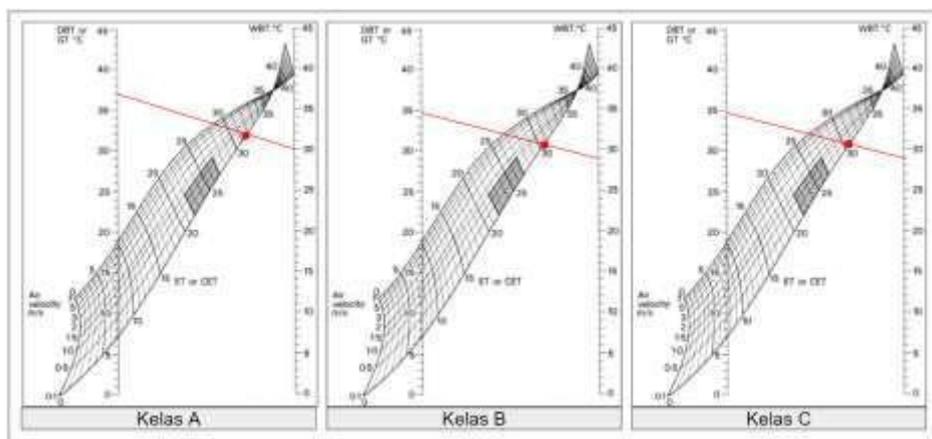
Gambar potongan tiap kelas, menunjukkan pola pergerakan udara yang tidak merata antar tiap potongannya. Potongan A merupakan potongan yang memotong bukaan jendela pada bidang dinding yang memiliki sebagian dinding susunan bata berongga. Potongan B memotong sebagian pada dinding dengan susunan bata biasa dan tidak memotong bukaan pada dinding susunan bata berongga. Potongan C merupakan potongan yang memotong bukaan pada kedua dinding.

Pergerakan udara pada potongan A memiliki kecepatan angin yang paling besar dari antara lainnya. Pergerakan udara pada potongan B memiliki kecepatan paling rendah dari pergerakan udara pada potongan lainnya.

b. Kelembapan Udara

Hasil dari perhitungan humidity calculator, ruang kelas TK dengan desain dinding berongga alternatif ini memiliki kelembapan sebesar 58% pada ruang kelas A, 65% pada ruang kelas B, dan 66% pada ruang kelas C.

c. Kenyamanan Termal berdasarkan Temperatur Efektif

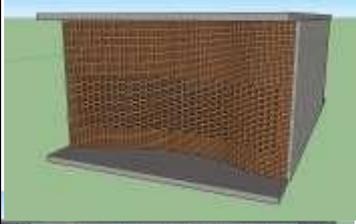
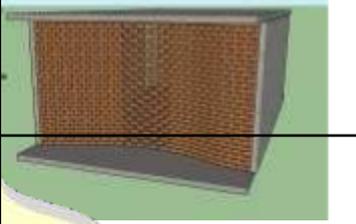
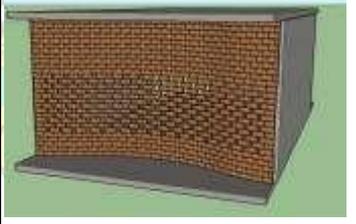
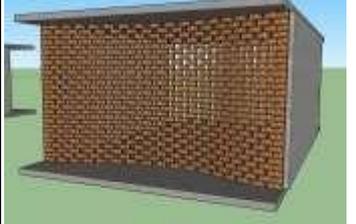


Kelas	Temperatur Efektif (°C)	Standar		Keterangan
		Nyaman Optimal	Nyaman Hangat	
A	31.8	22.8-28	25.8-31	Tidak nyaman
B	30.5	22.8-28	25.8-31	Nyaman hangat
C	30.4	22.8-28	25.8-31	Nyaman hangat

Temperatur efektif pada ketiga ruang menunjukkan satu dari tiga ruang kelas belum mencapai kenyamanan optimal. Pada ruang kelas A, temperature efektifnya 0.8°C lebih tinggi dari ambang atas nyaman hangat yang ditetapkan oleh SNI. Sementara itu, ruang kelas B dan ruang kelas C berada pada kondisi yang sudah mencapai kenyamanan termal nyaman

*The Impact of Hollow Brick Arrangement Wall Design
towards the Thermal Comfort in Alfa Omega School Tangerang*

hangat.

Alternatif 1	<p>Cara penyusunan bata: Stretcher</p> <p>Posisi penyusunan bata: Tertentu – Linier Horizontal</p> <p>Bentuk dinding: Tetap lengkung</p>	
Alternatif 2	<p>Cara penyusunan bata: Stretcher</p> <p>Posisi penyusunan bata: Menyeluruh</p> <p>Bentuk dinding: Tetap lengkung</p>	
Alternatif 3	<p>Cara penyusunan bata: Shiner</p> <p>Posisi penyusunan bata: Tertentu – Linier Vertikal</p> <p>Bentuk dinding: Tetap lengkung</p>	
Alternatif 4	<p>Cara penyusunan bata: Shiner</p> <p>Posisi penyusunan bata: Tertentu – Linier Horizontal</p> <p>Bentuk dinding: Tetap lengkung</p>	
Alternatif 5	<p>Cara penyusunan bata: Shiner</p> <p>Posisi penyusunan bata: Menyeluruh</p> <p>Bentuk dinding: Tetap lengkung</p>	

Berdasarkan hasil simulasi, didapatkan data termal berupa temperatur udara dan pola pergerakan udara pada desain dinding susunan bata berongga, yang dirangkum sebagai

*The Impact of Hollow Brick Arrangement Wall Design
towards the Thermal Comfort in Alfa Omega School Tangerang*

berikut:

Dinding		Temperatur Efektif (°C)	Pola Pergerakan Udara		Keterangan	
			Kecepatan Angin (m/s)	Kemerataan	Temperatur	Pola Pergerakan Udara
Eksisting	A	31.8	0 – 0.09	Tidak Merata	+0.8 °C dari ambang atas nyaman hangat	Tidak memenuhi kecepatan angin semua area dan tidak merata
	B	30.5	0.05 – 0.24	Tidak Merata	Ambang atas nyaman hangat	Memenuhi kecepatan angin sebagian area tetapi tidak merata
	C	30.4	0.08 – 0.15	Tidak Merata	Ambang atas nyaman hangat	Memenuhi kecepatan angin sebagian area tetapi tidak merata
Alternatif 1	A	32	0.09 – 0.12	Merata	+1 °C dari ambang atas nyaman hangat	Tidak memenuhi kecepatan angin semua area tetapi merata
	B	30.4	0.09 – 0.15	Merata	Ambang atas nyaman hangat	Memenuhi kecepatan angin sebagian area dan merata
	C	31	0.08 – 0.12	Merata	Ambang atas nyaman hangat	Tidak Memenuhi kecepatan angin semua area tetapi merata
Alternatif 2	A	30.5	0.01 – 0.15	Merata	Ambang atas nyaman hangat	Memenuhi kecepatan angin sebagian area dan merata
	B	29.8	0.09 – 0.16	Merata	Nyaman hangat	Memenuhi kecepatan angin sebagian area dan merata
	C	30.2	0.1 – 0.15	Merata	Ambang atas nyaman hangat	Memenuhi kecepatan angin sebagian area dan merata
Alternatif 3	A	31.3	0.05 – 0.12	Tidak Merata	+1 °C dari ambang atas nyaman hangat	Tidak memenuhi kecepatan
						angin semua area dan tidak merata
	B	30.2	0.04 – 0.16	Tidak Merata	Ambang atas nyaman hangat	Memenuhi kecepatan angin sebagian area tetapi tidak merata
	C	30.3	0.05 – 0.2	Tidak Merata	Ambang atas nyaman hangat	Memenuhi kecepatan angin sebagian area

*The Impact of Hollow Brick Arrangement Wall Design
towards the Thermal Comfort in Alfa Omega School Tangerang*

						tetapi tidak merata
Alternatif 4	A	31	0.09 – 0.16	Merata	Ambang atas nyaman hangat	Memenuhi kecepatan angin sebagian area dan merata
	B	29.7	0.12 – 0.19	Merata	Nyaman hangat	Memenuhi kecepatan angin sebagian area dan merata
	C	30.1	0.11 – 0.19	Merata	Berbeda 1.3°C dari ambang atas nyaman hangat	Memenuhi kecepatan angin sebagian area dan merata
Alternatif 5	A	29.8	0.13 – 0.2	Merata	Nyaman hangat	Memenuhi kecepatan angin hampir semua area dan merata
	B	29	0.18 – 0.3	Merata	Nyaman hangat	Memenuhi kecepatan angin semua area dan merata
	C	28.5	0.15- 0.25	Merata	Nyaman hangat	Memenuhi kecepatan angina semua area dan merata

Berdasarkan tabel di atas, informasi yang telah didapatkan dikumpulkan kembali ke dalam tabel berikut ini yang dikaitkan dengan informasi pelengkap untuk menentukan alternatif yang paling baik agar ruang kelas Sekolah Alfa Omega dapat mendekati kenyamanan termal yang paling memungkinkan.

Dinding	Temperatur Efektif	Pola Pergerakan Udara		Syarat Tambahan
		Kecepatan	Kemerataan	
Eksisting	2 kelas berada di ambang atas nyaman hangat dan 1 kelas tidak nyaman	Sebagian memenuhi (16.7%-33.3%)	Tidak merata	Tidak ada
Alternatif 1	2 kelas berada di ambang atas nyaman hangat dan 1 kelas tidak nyaman	Sebagian memenuhi (25%-41.7%)	Merata	Perlu tambahan struktur balok penahan dinding
Alternatif 2	Ketiga kelas nyaman hangat	Sebagian memenuhi (25%-66.7%)	Merata	Tidak ada
Alternatif 3	2 kelas berada di ambang atas nyaman hangat dan 1 kelas tidak	Sebagian memenuhi (8.3%-33.3%)	Tidak merata	Tidak ada
Alternatif 4	1 nyaman hangat dan 2 kelas berada di ambang atas nyaman hangat	Sebagian memenuhi (33.3%-75%)	Merata	Perlu tambahan struktur balok penahan dinding
Alternatif 5	Dua kelas nyaman hangat mendekati	Hampir semua	Merata	Perlu tambahan struktur kolom praktis penahan

*The Impact of Hollow Brick Arrangement Wall Design
towards the Thermal Comfort in Alfa Omega School Tangerang*

	optimal dan 1 kelas nyaman hangat	memenuhi (83.3%- 100%)		dinding
--	--------------------------------------	------------------------------	--	---------

Ruang kelas eksisting TK. Kondisi yang terjadi adalah temperatur efektif ruang dalamnya memenuhi. Pergerakan udara yang terdapat dalam ruang kelas hanya sedikit yang memenuhi standar minimal 0.15m/s, tetapi sebagian besar tidak mencapainya. Pada beberapa area di luar titik ukur kecepatan udaranya bisa mencapai 0.3m/s sehingga menunjukkan ketidaktepatan kenyamanan termal dan ketidakmerataan kenyamanan termal yang diperlukan untuk ruang kelas.

Terdapat 5 alternatif yang memungkinkan untuk mengoptimasi kenyamanan termal ruang kelas TK Sekolah Alfa Omega. Dari kelima alternatif, alternatif 5 memiliki kondisi t kenyamanan yang paling mendekati optimal. Temperatur udara sebagian besar sudah terpenuhi. Apabila dilihat dari pola pergerakan udaranya, pemerataan angin serta kecepatan udaranya sudah memenuhi persyaratan kecepatan udaranya yaitu 0.15m/s sampai dengan 1.5m/s. Akan tetapi, alternatif 5 memiliki persyaratan tambahan yang perlu dilakukan agar cara penyusunan batanya dapat dibuat yaitu dengan menambahkan kolom praktis pada dindingnya sehingga sebagai aman digunakan sebagai selubung bangunan sekolah.

Alternatif berikutnya yang mendekati kenyamanan termal lebih baik adalah alternatif 2 dan alternatif 4. Kedua alternatif ini memiliki sedikit perbedaan dengan alternatif 4 menyebabkan ruang dalam memiliki temperatur udara lebih rendah dari alternatif 2. Alternatif 4 dan alternatif 2 memiliki pola pergerakan udara yang sudah baik untuk sebagian titik ukurnya dan pemerataan angin yang baik di dalam ruang kelas.

Alternatif 1 dan alternatif 3 kurang dapat memberikan kenyamanan termal yang baik untuk ruang kelas TK. Alternatif 1 memiliki temperatur yang lebih tinggi dari eksisting, sedangkan alternatif 3 hanya sedikit lebih dingin dari temperatur pada dinding eksisting. Pola pergerakan udara pada alternatif 1 relatif lebih kecil tetapi merata, sedangkan pada alternatif 3 relatif lebih cepat pada sebagian areanya dengan pemerataan yang kurang.

Berdasarkan data yang telah diterima dan dikumpulkan, menunjukkan bahwa kenyamanan termal yang berada pada ruang kelas TK Sekolah Alfa Omega masih belum tercapai ataupun belum optimal. Kenyamanan termal tersebut merujuk pada hasil temperature dan zona kenyamanan termal masih berada di atas tingkat kenyamanan termal optimal umumnya untuk bangunan tropis yaitu berada di antara suhu 22°C sampai dengan suhu 27°C, dan nyaman hangat berada di antara 28°C sampai dengan 31°C. Ruang kelas TK Sekolah Alfa Omega memiliki temperatur efektif antara 30.4°C sampai dengan 31.8°C yang berarti masih berada pada ambang atas nyaman hangat dan salah satu kelas di atas ambang atas nyaman hangat.

Hal ini dimungkinkan juga oleh tidak tercapainya kenyamanan termal yang merata oleh kecepatan angin dalam ruang kelas TK Sekolah Alfa Omega, dimana kecepatan angin umumnya berada di bawah 0.15m/s.

Dari berapa alternatif yang dibuat, alternatif 2 dan 5 menunjukkan penurunan temperatur efektif antara 1.9°C sampai dengan 3°C terhadap eksistingnya. Pada kedua alternatif juga terjadi peningkatan kecepatan angin yang lebih besar dan merata.

Alternatif 1 dan alternatif 4 mengalami penurunan pada temperatur efektif antara 0.2°C sampai dengan 0.8°C dari kondisi eksistingnya. Kondisi pola pergerakan udaranya sedikit lebih baik daripada kondisi eksistingnya.

4. KESIMPULAN

Sekolah Alfa Omega memanfaatkan desain dinding susunan bata berongga untuk menjawab permasalahan iklim setempatnya. Desain dinding dengan susunan bata berongga diaplikasikan untuk menciptakan kenyamanan termal pada ruang dalam bangunan sekolah. Desain ini diaplikasikan pada ruang

– ruang kelas dan ruang lainnya yang berfungsi sebagai pendukung aktivitas belajar mengajar.

Penggunaan dinding dengan susunan bata berongga pada ruang kelas TK Sekolah Alfa Omega menghasilkan kenyamanan termal nyaman hangat pada sebagian ruang kelas. Hasil penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa temperatur efektif ruang kelas masih berada di ambang batas nyaman hangat dan belum mencapai hangat yang optimal. Susunan bata berongga yang diaplikasikan pada dinding ruang kelas tersebut ternyata kurang efektif untuk memberikan pergerakan udara. Pergerakan udara dalam ruang kelas relatif kurang merata dan kecepatan angin pada sebagian area ruang kelas belum memenuhi standar minimal.

Area di sekitar bukaan jendela pada sisi inlet memiliki pergerakan udara yang paling cepat di dalam ruang kelas. Bukaan yang berasal dari jendela pada sisi inlet mengakibatkan angin masuk dengan kecepatan lebih tinggi dan terkonsentrasi. Area berikutnya yang memiliki pergerakan udara lebih cepat adalah area di dekat bukaan dari susunan bata berongga. Bukaan yang berasal dari susunan bata berongga pada sisi inlet menyebabkan angin masuk dengan kecepatan yang lebih rendah dari jendela, tetapi menyebar lebih luas. Akan tetapi, penyebaran angin akibat adanya susunan bata berongga pada eksisting tidak mencakup keseluruhan ruang kelas. Kecepatan angin pada area yang tidak dekat bukaan inlet relatif lambat dan bahkan tidak ada.

Untuk mengoptimalkan pola pergerakan dalam ruang kelas, telah dilakukan simulasi pada lima alternatif desain susunan bata berongga, dengan hasil bahwa alternatif 5 berupa dinding dengan susunan bata berongga dengan cara penyusunan bata shiner berseling berjarak yang terapkan pada seluruh bidang dinding, menghasilkan aliran udara yang paling merata dengan kecepatan 0.13m/s sampai dengan 0.25m/s sehingga memenuhi 83.33% sampai dengan 100% dari persyaratan kecepatan angin dari setiap titik ukur.

Hasil terbaik kedua adalah simulasi pada dinding alternatif 4 dengan susunan bata berongga dengan cara penyusunan bata shiner tetapi dengan pola susunan pada sebagian dinding, menghasilkan aliran udara yang merata, tetapi kecepatannya memenuhi paling besar 75% dari ruangnya.

Hasil simulasi dari alternatif 1 dan dua menunjukkan hasil yang masih kurang baik dilihat dari segi pemenuhan persyaratan kecepatan anginnya. Sedangkan, pada alternatif 3 menunjukkan pola pergerakan udara yang paling tidak banyak berubah dengan kondisi pergerakan udara hampir seperti kondisi eksisting dengan pola pergerakan udara yang kurang merata.

Kesimpulan akhirnya adalah dinding dengan susunan bata berongga pada ruang kelas TK Sekolah Alfa Omega memberikan pengaruh terhadap kenyamanan termal bagi penggunaannya. Kenyamanan termal yang terpenuhi walaupun belum optimal pada ruang kelas, dengan salah satu ruang kelas masih berada pada kondisi kurang nyaman karena terlalu panas. Adanya dinding dengan susunan bata berongga, memberikan pengaruh kepada masuknya angin yang untuk saat ini kecepatannya masih berada di bawah standar nyaman kecepatan angin. Beberapa percobaan pada alternatif, menunjukkan apabila kecepatan anginnya bisa ditingkatkan, maka kenyamanan termal pada ruang kelas dapat ditingkatkan. Pergerakan udara yang teramati juga memiliki pola aliran angin justru lebih besar yang masuk melalui jendela sisi inlet.

Untuk mengoptimalkan pergerakan udara pada ruang kelas TK Sekolah Alfa Omega, dapat dilakukan beberapa cara sebagai berikut. Pertama, mengubah cara penyusunan bata pada dinding bata berongga menggunakan cara penyusunan bata shiner. Berdasarkan hasil pengamatan, penggunaan cara penyusunan shiner berseling berjarak pada desain menunjukkan peningkatan pada kecepatan aliran udara sehingga dapat mencapai kenyamanan termal yang lebih optimal atau mendekati optimal. Kedua, mengubah posisi dinding bata berongga. Untuk meningkatkan pemerataan pada temperatur udara maupun pola pergerakan udaranya,

dinding dengan susunan bata berongga diposisikan agar berorientasi secara horizontal, sehingga lebih menyebabkan pemerataan secara horizontal atau selaras bidang kerja ruang kelas TK.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Admin. 2018. “Mengenal Arsitektur Tropis”, <https://id.scgbuildingmaterials.com/living-ideas/tips-dan-pengetahuan/Mengenal-Arsitektur-Tropis>, diakses pada 26 September 2020 pukul 22.50.
- Admin. 2020. “arsitektur” , <https://kbbi.web.id/arsitektur> diakses pada 26 September 2020 pukul 21.40.
- Admin. 2020. “sekolah”, <https://kbbi.web.id/sekolah>, diakses pada 28 September 2020 pukul 01.15.
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.2010. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta : American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc
- Arifah, Anisa Budiani. 2007. “Metode” dalam Pengaruh Bukaannya Terhadap Kenyamanan Termal Pada Ruang Hunian Rumah Susun Apartemen Surabaya. Malang : Universitas Brawijaya
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1429/MENKES/SK/XII/2006 tentang Pedoman Penyelenggaraan Kesehatan Lingkungan Sekolah.
- Koenigsberger. 1973. Manual of Tropical Housing. Hyderabad : Orient Black Swan. Nisa, Ifada Jauharotun. 2011. “Pembahasan” dalam EKPLORASI SUSUNAN BATA SEBAGAI BIDANG PEMBENTUK RUANG. Malang : Universitas Brawijaya.
- Nisa, Ifada Jauharotun. 2011. “Pustaka dan Metode” dalam EKPLORASI SUSUNAN BATA SEBAGAI BIDANG PEMBENTUK RUANG. Malang : Universitas Brawijaya.
- Pohl, Jens. 2011. Building Science : Concepts and Application. West Sussex : John Wiley & Sons Ltd
- Raw Architect. 2017. “Alfa Omega School”, <https://www.archdaily.com/873535/school-of-alfa-omega-raw-architecture/593f6288e58ece96bd00034a-school-of-alfa-omega-raw-architecture-> , diakses pada 25 September 2020 pukul 20.10.
- SNI 03-6572-2001 Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung