

PENGARUH PENERAPAN BREATHING WALL TERHADAP KINERJA TERMAL BANGUNAN (STUDI KASUS: GEDUNG SERBAGUNA UNIVERSITAS ISLAM LAMONGAN)

Naufal Dzaki Nastikawa Putra¹, Sugini², Isyryn Yus Fauziah³

¹Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia

¹Surel: 19512048@students.uii.ac.id

ABSTRAK: Kondisi iklim yang semakin berubah akibat dari pemanasan global yang disebabkan oleh penggunaan energi fosil secara terus menerus sehingga terdapat efek rumah kaca. Salah satu cara dalam memberikan solusi terhadap kenaikan suhu adalah dengan pendekatan desain bangunan yang memaksimalkan potensi iklim di Indonesia yaitu apakah dengan penerapan breathing wall/dinding bernafas guna memaksimalkan kinerja termal bangunan. penelitian ini adalah mengambil studi kasus pada ruang serbaguna yang ada pada Gedung serbaguna Universitas Islam Lamongan. Terdapat beberapa model pengujian yaitu model eksisting dan model tipe bukaan sejajar prosentase 40-80% dari selubung bangunan untuk dapat mengetahui konfigurasi prosentase dinding bernafas yang mampu memberikan pengaruh terhadap kinerja termal bangunan dengan metode simulasi menggunakan software Autodesk CFD 2021. Metode analisis data menggunakan analisis komparatif serta dalam penarikan kesimpulannya menggunakan teknik sebab akibat. Hasil simulasi pada model yang ada yaitu terdapat perubahan kecepatan angin dari bangunan eksisting dengan dinding bernafas dengan konfigurasi inlet outlet sejajar mampu menambah kecepatan angin hingga 12,68 cm/s, semakin besar prosentase luas bukaan tidak selalu memberikan rata-rata angin yang tinggi, melainkan memberikan kesan lebih berangin pada keseluruhan bangunan daripada prosentase yang lebih kecil, dan dalam proses desain yang mengaplikasikan dinding bernafas cukup menggunakan prosentase 40-60% sehingga hasil desain lebih efektif dan efisien

Kata kunci: Dinding bernafas, Kecepatan angin, Kinerja termal

PENDAHULUAN

Kondisi iklim yang semakin berubah akibat dari pemanasan global yang disebabkan oleh penggunaan energi fosil secara terus menerus sehingga terdapat efek rumah kaca yang bisa memberikan dampak kenaikan suhu lingkungan. Menurut (Utina, 2007) bahwa pada seratus tahun terakhir, suhu menunjukkan kenaikan rata-rata 0.74 ± 0.18 °C. Dengan penambahan suhu yang kian tahun makin meningkat, maka secara alamiah manusia akan sebisa mungkin untuk memenuhi kebutuhan fisiologisnya terhadap kenyamanan, maka manusia menggunakan teknologi penghawaan pasif yang semakin membebani penggunaan energi fosil tersebut. Perlu diketahui bahwa konsumsi energi terbesar pada bangunan berada pada sector penghawaan pasif sebesar 56% dari total semua konsumsi energi pada bangunan tersebut, kemudian disusul pada sektor equipments sebesar 18%, pencahayaan 16%, dan yang lainnya sebesar 10% (Boukhanouf et al., 2015). Apabila semakin dibiarkan, maka tidak menutup kemungkinan kenaikan suhu akan menjadi lebih cepat dan berdampak pada banyaknya bencana yang akan terjadi di dunia.

Salah satu cara dalam memberikan solusi terhadap kenaikan suhu adalah dengan pendekatan desain bangunan yang memaksimalkan potensi iklim di Indonesia. Kenyamanan termal merupakan salah satu dari beberapa aspek penting yang harus diwujudkan dalam suatu desain bangunan. Solusi desain yang dapat diberikan adalah dengan penggunaan roster sebagai fasad atau dapat dikenal sebagai dinding bernafas. Penggunaan roster atau dinding bernafas merupakan solusi desain untuk memaksimalkan penghawaan masuk kedalam bangunan dan bersirkulasi dengan baik didalam bangunan.

Karena sirkulasi udara yang baik dalam bangunan, maka hawa panas dapat sesegera mungkin keluar dari dalam bangunan. Hawa panas yang cepat dikeluarkan inilah, maka kenyamanan termal akan dapat dirasakan sesuai dengan kebutuhan fisiologis manusia. Dalam bangunan studi kasus Gedung serbaguna Universitas Islam Lamongan, kondisi suhu ruangan tinggi dan kelembaban yang cukup tinggi. Dengan kondisi tersebut menyebabkan orang yang ada didalam bangunan merasa tidak nyaman dan perlu untuk dilakukan evaluasi dan kajian dengan penerapan dinding bernafas guna memaksimalkan kinerja bangunan yang ada sehingga dapat memenuhi kebutuhan kenyamanan pengguna ruang tersebut. Dengan kinerja bangunan eksisting seperti yang diuraikan diatas apakah dengan memberikan dinding bernafas berprosentase besar dapat meningkatkan kinerja termal pada bangunan tersebut, sehingga dengan penelitian tersebut dapat menjawab serta dapat membuktikan bahwa dengan penerapan breathing wall/dinding bernafas memiliki pengaruh kepada kinerja termal bangunan. Dalam penelitian ini akan berfokus pada pengaplikasian breathing wall sehingga elemen bangunan yang banyak diintervensi adalah dinding selubung bangunan.

STUDI PUSTAKA

Kenyamanan Termal

Pada umumnya manusia mengharapkan kondisi yang nyaman dalam melakukan segala aktivitasnya, misalnya dengan temperatur ruang yang terlalu panas atau terlalu dingin akan memberikan perubahan fungsional organ yang bersesuaian dengan tubuh manusia. (Rahmadani, 2011). Sehingga kinerja bangunan terkait kenyamanan sangat krusial dalam memberikan kesuksesan suatu desain.

Menurut (Aienna et al., 2016) kenyamanan termal sendiri dapat didefinisikan sebagai kondisi pikiran atau persepsi seseorang yang mengekspresikan tingkat kenyamanan terhadap lingkungan termal. Kenyamanan termal terdapat beberapa aspek yang harus dipenuhi, diantaranya dalam (ISO 7730, 2005) mengatakan bahwa kenyamanan termal aspek fisik ialah perpaduan dari suhu, kelembaban udara, kecepatan aliran udara, suhu radiasi dengan radiasi yang dihasilkan dari proses metabolisme tubuh, juga terdapat kenyamanan termal aspek fisiologis yang berhubungan erat dengan suhu badan ke temperatur kulit serta tingkat keringat badan. Dalam tulisan (Hoppe P, 2002) menjelaskan bahwa kenyamanan termal aspek psikologis adalah kondisi persepsi yang mengekspresikan kepuasan seseorang terhadap lingkungan termalnya.

Adapun prinsip kenyamanan termal sendiri adalah keseimbangan antara temperature suhu dan temperature lingkungan yang lain, sehingga Ketika terjadi suatu perbedaan termal yang cukup besar maka akan menyebabkan ketidaknyamanan termal. Menurut (Susanti & Aulia, 2016) mengatakan bahwa orientasi bangunan terhadap sinar matahari memengaruhi pada kondisi kenyamanan termal bangunan, dan jumlah serta letak ventilasi akan berhubungan dengan pertukaran udara yang jelas akan memengaruhi kenyamanan termal bangunan tersebut.

Faktor Kenyamanan Termal

Kenyamanan termal banyak didasari oleh suatu pikiran yang meliputi fisik, fisiologis, dan psikologis. Akan tetapi dalam mendapatkan suatu pemikiran tersebut didasari oleh beberapa faktor yang memengaruhi kenyamanan termal. Faktor-faktor ini merupakan dasar ketika akan mendesain bangunan sehingga desain tersebut memiliki kinerja yang baik, dan dapat memberikan kenyamanan termal, dll.

Faktor yang memengaruhi kenyamanan termal dikarenakan oleh faktor lingkungan dan juga faktor personal/individu. Faktor lingkungan memiliki sifat yang fluktuatif/naik turun sepanjang waktu, karena pada setiap daerah memiliki kondisi cuaca masing-masing. Maka faktor lingkungan dapat menjadi suatu potensi yang harus dimaksimalkan atau mungkin bisa menjadi kendala dalam proses untuk mendapatkan kenyamanan termal.

Menurut (ASHRAE, 1989) terdapat enam faktor yang dapat memengaruhi kenyamanan termal:

1. Temperatur Udara

Dalam jurnalnya (Susanti & Aulia, 2016) temperature udara merupakan temperature yang berada pada sekeliling individu. Dapat dikatakan merupakan salah satu faktor dari kenyamanan termal. Penyebab terjadinya perubahan dan perbedaan suhu udara adalah perbedaan intensitas paparan radiasi matahari yang diterima. Menurut (Kotta, 2008) daerah-daerah sekitar khatulistiwa menerima radiasi matahari yang menjadikan panas dua kali lipat lebih cepat dari bidang air yang luasannya sama.

Menurut (Ramawangsa, 2021) menjelaskan bahwa klasifikasi kenyamanan termal masyarakat Indonesia dibagi menjadi 3:

- a. Sejuk nyaman, berkisar antara 20,5 °C – 22,8 °C
- b. Nyaman optimal, berkisar antara 22,8 °C – 25,8 °C
- c. Hangat nyaman, berkisar 25,8 °C – 27,1 °C

2. Temperatur Radiant

Temperatur radiant merupakan panas yang berasal dari radiasi objek yang mengeluarkan panas, salah satunya yaitu radiasi matahari.

3. Kecepatan Angin

Dalam ilmu klimatologi, kecepatan udara adalah kecepatan udara arah horizontal pada ketinggian dua meter dari permukaan tanah yang datar. Menurut (Latifah, 2015) memaparkan bahwa udara bergerak karena dua hal, yaitu perbedaan suhu dan perbedaan tekanan. Pergerakan udara terjadi dari zona bersuhu lebih dingin atau bertekanan lebih tinggi ke zona bersuhu lebih panas atau bertekanan lebih rendah, karena tekanan udara menurun apabila udara memuai akibat panas. Menurut Lippsmier (1997) standar kecepatan udara didalam ruangan adalah :

- a. 0,1 – 0,25 m/s, nyaman tanpa adanya rasa gesekan udara
 - b. 0,25 – 0,5 m/s, nyaman gesekan udara mulai terasa
 - c. 0,5 – 1,0 m/s, Gerakan udara terasa ringan
 - d. 1,0 – 1,5 m/s, aliran udara ringan sampai tidak menyenangkan
 - e. Diatas 2,5 m/s, aliran udara tidak menyenangkan dan diperlukan pengondisian udara
- Sedangkan menurut MENKES: NO.262/MENKES/SK/II/1998 (1998) kenyamanan angin dalam ruang berkisar antara 0,25 m/s – 1,15 m/s.

4. Kelembaban

Kelembaban udara merupakan intensitas kandungan uap air yang ada di udara. Semakin tinggi uap airnya maka akan semakin lembab. Kelembaban udara dalam ruang sangat memberikan dampak pada kenyamanan termal. Semakin lembab udara maka akan semakin sulit keringat menguap sehingga pelepasan panas tubuh menjadi terhambat. Menurut (ANSI/ASHRAE, 2017) kelembaban udara yang nyaman berada pada kisaran 30%RH – 60%RH serta perubahannya tidak lebih dari 2%RH per jam.

5. Insulasi Pakaian

Pakaian dapat memengaruhi tingkat pelepasan panas tubuh, sehingga pakaian juga merupakan faktor dalam mendapatkan kenyamanan termal. Menurut ANSI/ASHRAE (2017), pengaruh pakaian dalam kenyamanan termal adalah pada besaran nilai insulasinya. Standar nilai insulasi pakaian adalah <0.5 Clo. (Susanti & Aulia, 2016).

6. Tingkat Metabolisme

Semakin banyak dan berat aktivitas seseorang, maka semakin cepat metabolisme pada tubuh sehingga tubuh mengeluarkan lebih banyak panas untuk menghindari panas yang berlebih didalam tubuh, satuan dalam mengukur metabolisme adalah MET (1 MET = 58 W/m permukaan tubuh). Umumnya manusia dewasa memiliki permukaan kulit 1,7 m² dan beraktivitas dengan nilai metabolisme MET, dan kehilangan panas kurang lebih 100 W. Perhitungan metabolisme menggunakan rerata aktivitas manusia pada 1 jam terakhir aktivitas manusia.

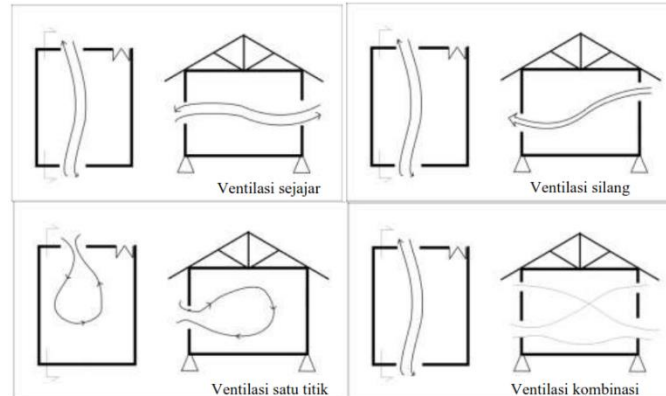
Breathing Wall/Dinding Bernafas

Menurut Morgan, C (2008) mengatakan bahwa terdapat tiga hal yang mencirikan prinsip breathing construction, yang pertama adalah permeabilitas uap, yaitu Gerakan uap air melalui bahan konstruksi, yang kedua higroskopisitas yang berarti kemampuan suatu material untuk menyerap, menyimpan, dan melepaskan uap, dan prinsip yang ketiga adalah kapilaritas, yang berarti kemampuan suatu bahan dalam menyerap, menyimpan, dan melepaskan air sebagai cairan.

Sedangkan menurut Yoon, S., et al. (2000) menjelaskan bahwa terdapat beberapa faktor yang memengaruhi konstruksi dinding bernafas (breathing wall), diantaranya ialah jumlah lapisan termal, tingkat aliran udara melalui dinding, ketebalan dinding, diameter dan jarak bukaan yang mana berpengaruh pada intensitas aliran udara dan penyebaran kelembaban pada ruang dalam. Angin memiliki peran sebagai pendinginan pasif yaitu sebuah proses pendinginan alami dalam ruang yang mengalirkan aliran udara. Olgyay (1963), menjelaskan bahwa sirkulasi udara dalam ruang dapat memberikan proses pendinginan pada tubuh manusia.

Dinding bernafas dapat diartikan sebagai sebuah dinding yang mampu mengalirkan udara baik dari luar bangunan menuju dalam bangunan dan sebaliknya. Tujuannya adalah dengan aliran udara yang lancar, maka udara panas yang ada didalam bangunan dapat sesegera mungkin keluar dari dalam ruangan sehingga bisa tercipta kenyamanan termal.

Masuknya angin kedalam bangunan pada umumnya akan melalui ventilasi berupa bukaan baik jendela maupun elemen lain yang dapat memasukkan angin kedalam bangunan. Koenigsberger dalam Pujiyanti (2016) menjelaskan bahwa terdapat 4 konfigurasi peletakan ventilasi, yaitu ventilasi sejajar, ventilasi silang, ventilasi satu titik, dan ventilasi kombinasi.



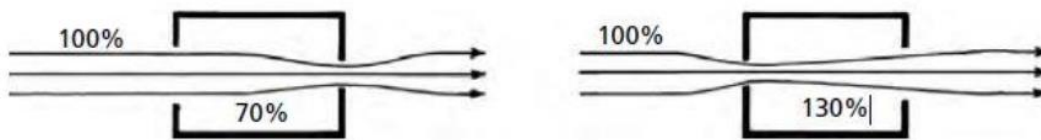
Gambar 1. Pola Ventilasi

Sumber : (Pujiyanti, 2021)

Menurut (Mufidah et al., 2016) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa luas minimal suatu bukaan untuk udara masuk (inlet) pada fasad ruang adalah :

1. Berdasarkan luas dinding fasad ruang adalah 40% - 80% dari total luas dinding.
2. Berdasarkan luas ruang adalah 20% dari total luasan ruang.

Dalam bukunya (Lechner, 2015) menjelaskan bahwa dengan semakin besarnya outlet dibandingkan dengan inlet akan memberikan ruang menjadi lebih sejuk.



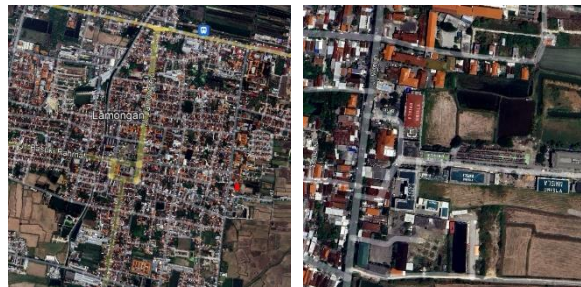
Gambar 2. Inlet dan Outlet
Sumber : Lechner, 2015

Dalam papernya (Melita, 2017), menjelaskan bahwa untuk memberikan kenyamanan suhu ruang, perlu diberikan tiga jenis bukaan yang berbatasan langsung dengan ruang luar, jenis bukaan yang dimaksudkan adalah :

1. Lubang atas, yaitu lubang yang diletakkan pada dinding bagian atas $\pm 20 - 40$ cm dari plafon bangunan. Peletakan pada sisi atas dinding ditujukan untuk mengurangi sumber panas dari atap yang dapat menyebar ke seluruh ruang
2. Lubang tengah, lubang yang diletakkan pada posisi tinggi rerata manusia, dapat berupa jendela atau pintu yang tujuannya adalah untuk dapat mengalirkan udara ke seluruh bangunan.
3. Lubang bawah, yaitu lubang yang diposisikan sekitar 20cm dari lantai. Lubang bawah ini digunakan untuk mengantisipasi ruang yang tidak memiliki banyak bukaan pada dindingnya.

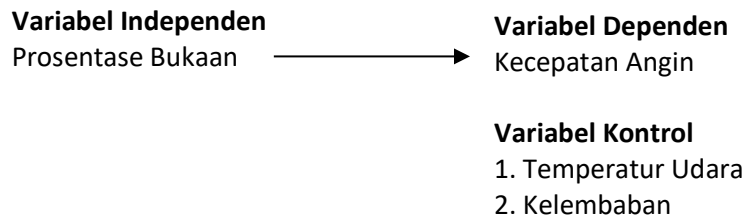
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif untuk mendapatkan hasil yang terukur. Untuk hasil terukur tersebut diperoleh hasil uji simulasi model. Penelitian dilakukan dengan mengambil studi kasus pada kawasan Universitas Islam Lamongan yang beralamatkan Jl. Veteran No. 53A Jetic Kec. Lamongan Kabupaten Lamongan, Jawa Timur 62211. Gedung ini merupakan Gedung serbaguna yang sering digunakan untuk kegiatan konvensi, kesenian, dan olahraga. Gedung ini memiliki luas kurang lebih 992m² dengan orientasi bangunan menghadap ke barat yang menjadikan sisi Panjang bangunan menghadap timur dan barat.



Gambar 4. Lokasi Penelitian yang ditandai dengan warna merah
Sumber : Google Earth, 2021

Dari studi literatur yang telah diuraikan diatas, maka dalam penelitian ini menggunakan beberapa variabel baik sebagai variabel independent, variabel dependen, maupun variabel kontrol. Adapun keterkaitan antar hubungan variabel tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah :



Gambar 3. Skema Variabel Independen, Dependen, Kontrol

Populasi dalam penelitian ini adalah ruang serbaguna yang ada pada Gedung serbaguna Universitas Islam Lamongan, dimana ruang tersebut masih aktif dan sering digunakan untuk berbagai acara baik dari internal Universitas Islam Lamongan maupun eksternal Universitas Islam Lamongan. Sehingga seluruh ruang serbaguna tersebut akan diteliti untuk dapat menemukan temuan yang mana sebagai tujuan dari penelitian ini.

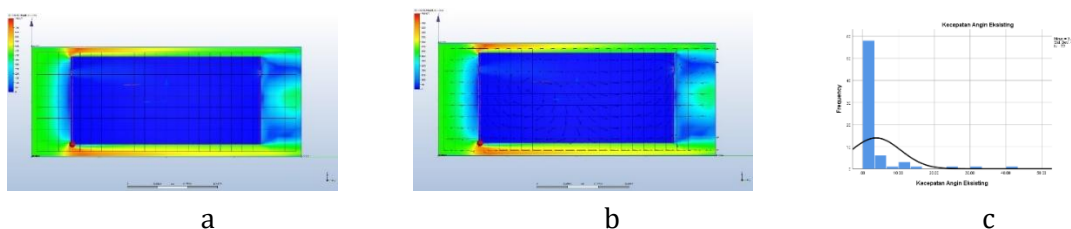
Terdapat beberapa model pengujian untuk dapat mengetahui konfigurasi prosentase dinding bernafas yang mampu memberikan pengaruh terhadap kinerja termal bangunan dengan metode simulasi menggunakan *software* Autodesk CFD 2021. Autodesk CFD 2021 merupakan perangkat lunak yang digunakan sebagai alat untuk mensimulasikan perilaku angin pada objek uji dengan cara komputasional. Beberapa model yang akan diuji adalah model eksisting, model 4050 (model inlet 40% outlet 50%), model 5060 (model inlet 50% outlet 60%), model 6070 (inlet 60% outlet 70%), model 7080 (inlet 70% outlet 80%), model 8090 (inlet 80% outlet 90%) dengan tipe bukaan sejajar.

Dalam proses analisis data, penelitian ini menggunakan analisis komparatif yang dapat dikatakan sebagai suatu bagian penelitian yang membandingkan variable pada sampel yang berbeda (Sugiyono, 2012). Dalam hal ini, akan dibandingkan kinerja bangunan sebelum intervensi dan sesudah dilakukan intervensi dinding bernafas. Selain itu juga melakukan perbandingan dari beberapa konfigurasi dinding bernafas yang memiliki kinerja termal terbaik.

Pada penarikan kesimpulan, penelitian ini akan menggunakan teknik penarikan kesimpulan sebab akibat dengan tujuan untuk memudahkan alur berpikir dari sebab yaitu intervensi terhadap dinding dengan penerapan dinding bernafas, dan akibat yaitu sebagai hasil dari tiap tipe intervensi yang dilakukan. Dari proses tersebut dapat dihasilkan hasil dan kesimpulan penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

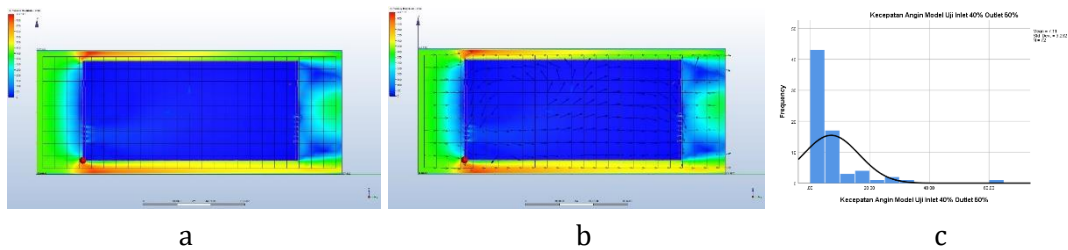
Dari hasil pengujian simulasi pada model eksisting dengan memberikan besaran angin yang masuk melalui inlet sebesar 15 km/h sesuai dengan rata tahunan angin pada arah barat, maka hasil yang diperoleh pada bangunan eksisting rata-rata adalah 3.77 cm/s. Adapun peta sebaran angin dan juga perilaku angin pada bangunan pada model uji eksisting dapat dilihat pada gambar yang ada dibawah ini:



Gambar 5. a). Sebaran angin pada eksisting, b). Perilaku angin pada eksisting, c). Histogram hasil simulasi

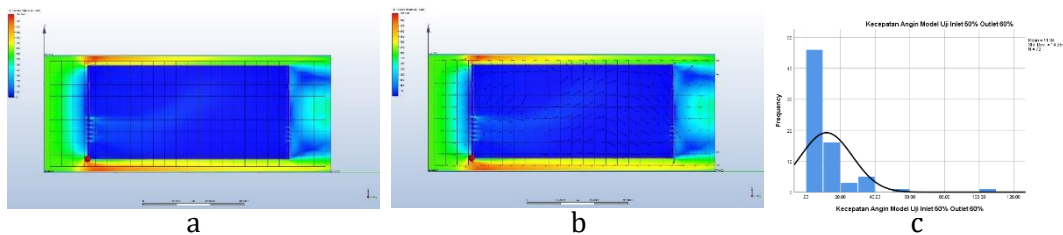
Seperti yang terlihat pada Gambar 5c, sebaran data berpusat dan berkumpul pada sisi kiri yang menunjukkan bahwa kecepatan angin lebih cenderung pada angin lemah yaitu < 5cm/s.

Pengujian pada model 4050 sama dengan proses pengujian pada model eksisting, yaitu dengan memberikan besaran angin pada inlet 15 km/h. Dari hasil pengujian terlihat bahwa angin dapat masuk melalui lubang dinding bernafas dengan angin menyebar pada area dekat dinding bernafas tersebut (Gambar 6a). Pada Gambar 6b terlihat perilaku angin yang berputar kedalam ruangan. Dengan bukaan tipe sejajar terlihat bahwa angin mengalami perputaran sehingga tidak langsung keluar dari bangunan. Sesuai dengan penulisan (Suhendri & Koerniawan, 2017) menjelaskan bahwa ketika ventilasi hanya terdapat satu arah sehingga tidak ada ventilasi silang maka udara yang masuk kedalam bangunan tidak optimal.



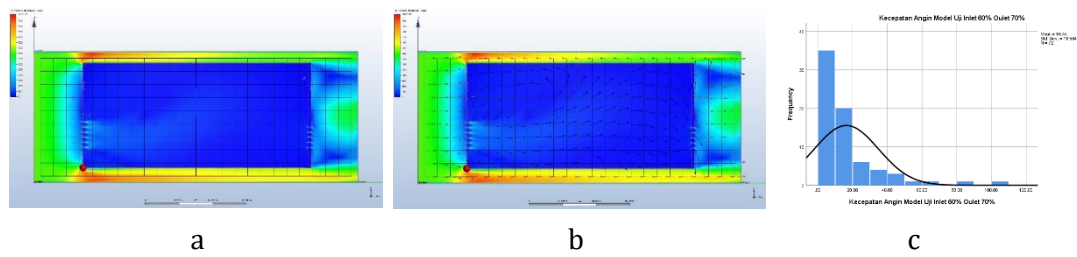
Gambar 6. a). Sebaran angin pada model 4050, b). Perilaku angin pada model 4050, c). Histogram hasil simulasi model 4050

Proses pengujian pada model 5060 mendapatkan hasil yang semakin besar angin yang ada dalam bangunan. Terlihat dengan hasil yang meningkat 4.83 cm/s dari model 4050 yang sebelumnya mendapatkkan rata-rata 7.11 cm/s. penyebaran data juga mulai naik kearah tengah yang mendakan bahwa kecepatan angin pada tiap titik amatan mengalami peningkatan dan semakin membesar besaran anginnya seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini :



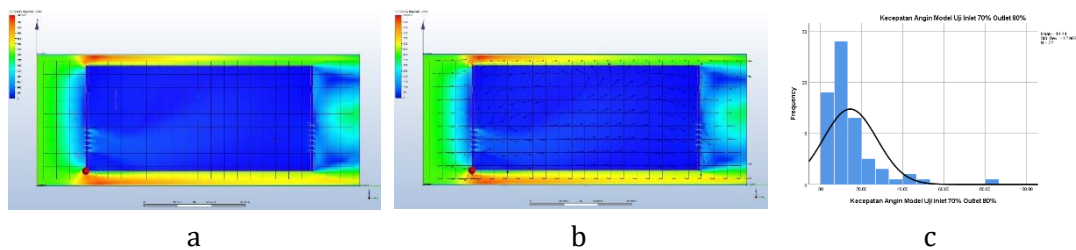
Gambar 7. a). Sebaran angin pada model 5060, b). Perilaku angin pada model 5060, c). Histogram hasil simulasi model 5060

Sama seperti hasil simulasi yang lain, pada model 6070 juga mengalami peningkatan rata-rata kecepatan angin pada dalam bangunan sebesar 4.51 cm/s dari model 5060 dan meningkat sekitar 12 cm/s dari model eksisting. Terlihat juga terkait distribusinya yang semakin menuju kekanan yang dapat diartikan bahwa kecepatan angin mengalami peningkatan pada semua titik amatan. Seperti yang terlihat pada Gambar 8c, sebaran data berpusat dan berkumpul pada sisi kiri yang menunjukkan bahwa kecepatan angin lebih cenderung pada kecepatan 0.01 cm/s – 30 m/s.



Gambar 8. a). Sebaran angin pada model 6070, b). Perilaku angin pada model 6070, c). Histogram hasil simulasi model 6070

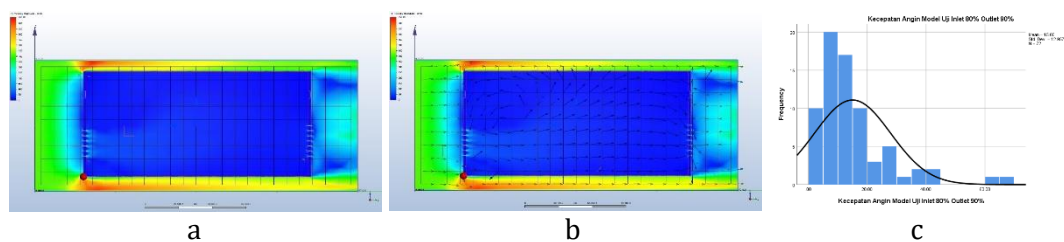
Hasil yang didapatkan dari simulasi pada model 7080 memiliki rata-rata 14.44 cm/s yang menurun 2,01 cm/s dibandingkan dengan model 6070. Akan tetapi persebaran data yang menunjukkan semakin kebagian kanan sehingga kecepatan angin pada model 7080 mengalami peningkatan dan penurunan yang tidak drastic dan lebih stabil dibandingkan dengan model sebelumnya.



Gambar 9. a). Sebaran angin pada model 7080, b). Perilaku angin pada model 7080, c). Histogram hasil simulasi model 7080

Hasil yang didapatkan dari simulasi pada model 8090 didapatkan rata-rata kecepatan angin dalam bangunan sebesar 15 cm/s. Pada model ini memiliki kecepatan angin yang lebih besar dibandingkan dengan model 7080 dengan kenaikan sekitar 0.56 cm/s, akan tetapi apabila dibandingkan dalam bangunan dengan model 6070 masih lebih rendah, yaitu lebih rendah 1.45 cm/s.

Dalam segi distribusi data seperti pada Gambar 10c terlihat bahwa data sebaran semakin kekanan dibandingkan dengan model yang lain, yang menunjukkan bahwa model ini memiliki kenaikan ataupun penurunan kecepatan angin yang cukup stabil sehingga dapat dikatakan bahwa model 8090 memiliki kecepatan angin rata-rata yang lebih kecil dibanding model 6070, tetapi memiliki kecepatan angin yang tidak terpaut jauh antar titik amatan satu dengan yang lain.



Gambar 10. a). Sebaran angin pada model 8090, b). Perilaku angin pada model 8090, c). Histogram hasil simulasi model 8090

Tujuan dalam penelitian ini adalah dapat menjawab serta dapat membuktikan bahwa dengan penerapan breathing wall/dinding bernafas memiliki pengaruh kepada kinerja termal bangunan. Terdapat hipotesis dengan penerapan dinding bernafas memiliki pengaruh terhadap kinerja termal bangunan yang harus dibuktikan kebenarannya.

Dalam proses pengambilan keputusan menggunakan software SPSS 25 metode uji *Paired-Sample T Test* dengan tingkat kepercayaan 95% atau signifikansi 5% (0,05). Menurut (Rahardjo, 2016) yang mengutip (Singgih Santoso, 2014) menjelaskan bahwa pedoman dalam pengambilan keputusan dalam uji *Paired-Sample T Test* berdasarkan nilai signifikansi (Sig.) hasil output SPSS sebagai berikut :

1. Jika nilai Signifikansi < 0.05, maka H₀ ditolak dan H_a diterima
2. Jika nilai Signifikansi > 0.05, maka H₀ diterima, H_a ditolak

Adapun hasil dari uji *Paired-Sample T Test* dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Hasil Uji *Paired-Sample T Test*

No	Model Uji	Signifikansi	Keterangan
1	Model Eksisting – Model 4050	0.022	Tolak H ₀ /Ada Perbedaan
2	Model Eksisting – Model 5060	0.000	Tolak H ₀ /Ada Perbedaan
3	Model Eksisting – Model 6070	0.000	Tolak H ₀ /Ada Perbedaan
4	Model Eksisting – Model 7080	0.000	Tolak H ₀ /Ada Perbedaan
5	Model Eksisting – Model 8090	0.000	Tolak H ₀ /Ada Perbedaan
6	Model 4050 – Model 5060	0.001	Tolak H ₀ /Ada Perbedaan
7	Model 4050 – Model 6070	0.000	Tolak H ₀ /Ada Perbedaan
8	Model 4050 – Model 7080	0.000	Tolak H ₀ /Ada Perbedaan
9	Model 4050 – Model 8090	0.000	Tolak H ₀ /Ada Perbedaan
10	Model 5060 – Model 6070	0.000	Tolak H ₀ /Ada Perbedaan
11	Model 5060 – Model 7080	0.104	Terima H ₀ /Tidak ada Perbedaan
12	Model 5060 – Model 8090	0.001	Tolak H ₀ /Ada Perbedaan
13	Model 6070 – Model 7080	0.162	Terima H ₀ /Tidak ada Perbedaan
14	Model 6070 – Model 8090	0.109	Terima H ₀ /Tidak ada Perbedaan
15	Model 7080 – Model 8090	0.497	Terima H ₀ /Tidak ada Perbedaan

Dari 15 hipotesis konseptual, yang terbukti terdapat perbedaan kecepatan angin adalah 11 hipotesis benar dan 4 hipotesis salah. Sehingga apabila ditarik kesimpulan untuk hipotesis operasional maka terbukti benar terdapat perbedaan dan pengaruh kecepatan angin dengan penerapan dinding bernafas pada bangunan dengan tipe sejajar dan prosentase bukaan 40-80% dari total inlet atau outlet.

KESIMPULAN

Dari proses penelitian dengan menguji beberapa model dengan bukaan tipe sejajar prosentase 40-80%, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil simulasi dengan penerapan dinding bernafas prosentase 40%-80% inlet memberikan hasil yang mampu menambah kinerja bangunan. Perubahan kecepatan angin dari bangunan eksisting dengan dinding bernafas dengan konfigurasi inlet outlet sejajar mampu menambah kecepatan angin hingga 12,68 cm/s.
2. Hasil rerata kecepatan angin yang paling besar didapatkan pada dinding bernafas prosentase inlet 60% dan 70% yaitu sebesar 16.45 cm/s. Akan tetapi semakin tinggi prosentase luas bukaan maka dapat dikatakan semakin memberikan kinerja termal yang baik karena sebaran data kecepatan angin dengan nilai tengahnya 11 cm/s dapat lebih besar pada setiap titik amatan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar prosentase luas bukaan tidak selalu memberikan rata-rata angin yang tinggi,

melainkan memberikan kesan lebih berangin pada keseluruhan bangunan daripada prosentase yang lebih kecil.

3. Dinding bernafas dengan prosentase tinggi antara 70-80% tidak ada perbedaan yang signifikan dengan dinding bernafas prosentase 40-60% sehingga dalam proses desain yang mengaplikasikan dinding bernafas cukup menggunakan prosentase 40-60% sehingga hasil desain lebih efektif dan efisien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih untuk pihak Universitas Islam Lamongan yang telah mengizinkan untuk menggunakan gedung serbaguna sebagai studi kasus pada penelitian ini. Terimakasih juga kepada Dr. Ir. Sugini, M.T., IAI., GP yang telah membimbing dalam proses penelitian ini, serta Tutor yang banyak memberi masukan terkait penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aienna, Adyatma, S., & Arisanty, D. (2016). Kenyamanan Termal Ruang Kelas di Sekolah Tingkat SMA Banjarmasin Timur. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 3(3), 1–12. http://eprints.unlam.ac.id/1914/1/volume3nomor3_a.pdf
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. (1989). 1989 ASHRAE handbook: Fundamentals. Atlanta, Ga: ASHRAE.
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, (2017). 2017 ASHRAE handbook.
- Boukhanouf, R., Katili, A. R., Boukhanouf, R., & Wilson, R. (2015). Space Cooling in Buildings in Hot and Humid Climates-a Review of the Effect of Humidity on the Applicability of Existing Cooling Techniques Adsorption cooling and heating systems View project Passive Architecture View Project Space Cooling in Buildings in. <https://www.researchgate.net/publication/281437940>
- Hoppe, P. 2002. Different Aspects of Assessing of Indoor & Outdoor Thermal Comfort, *Journal: Energy and Buildings* 34, Elsevier Science.
- Kotta, M. H. (2008). Suhu Netral dan Rentang Suhu Nyaman Manusia Indonesia (Studi Kasus Penelitian Pada Bangunan Kantor di Makassar). *Metropilar - Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik*, 6(1), 23–29. <http://ojs.uho.ac.id/index.php/metropilar/article/view/447/287>
- Latifah, N. laela. (2015). *Fisika Bangunan 1* (D. Nurcahyani (ed.); I). Griya Kreasi (Penebar Swadaya grup).
- Lechner, Nobert. 2015. *Heating, Cooling, Lighting Sustainable Methods for Architect*. Amerika Serikat.
- Lippsmeier, Georg. (1997). *Bangunan tropis : Georg Lippsmeier (Ed 2)*. Jakarta: Erlangga.
- Melita, A. H. (2017). PENGARUH BUKAAN TERHADAP KENYAMANAN SUHU PADA MASJID JAKARTA ISLAMIC CENTER. Universitas Brawijaya.
- MENKES: NO.261/MENKES/SK/II/1998. (1998). *Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja*. Jakarta, Indonesia.
- Morgan, C. 2008. *Breathing Buildings*. SelfBuild.ie - Extend & Renovate Ireland.
- Mufidah, Murti, F., Bintarjo, B. D., Chandra Pratama, H., & Tri Putranto, Y. (2016). Analisa Luasan Lubang Ventilasi Facade Terhadap Luasan Lantai (Studi Kasus Rumah Susun Sier Dan Rumah Susun Grudo Surabaya). *JHP17: Jurnal Hasil Penelitian*, 01(02), 195–208.
- Olgyay, Victor, (1963), *Design With Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Pujiyanti, I. (2021). Pengaruh Ventilative Cooling terhadap Kenyamanan Thermal pada Bangunan Fasilitas Kesehatan. *Proceedings of International on Healthcare Facilities*, 2018, 75–81. <http://thejournalish.com/ojs/index.php/ichf/article/view/112>

- Ramawangsa, P. A. (2021). Perspektif Pengguna Terhadap Kenyamanan Termal Di Area Threshold Pada Iklim Mikro. *NALARs*, 20(2), 91. <https://doi.org/10.24853/nalars.20.2.91-98>
- Suhendri, S., & Koerniawan, M. D. (2017). Investigasi Ventilasi Gaya-Angin Rumah Tradisional Indonesia dengan Simulasi CFD. *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*, 6(1), 39-44. <https://doi.org/10.32315/jlbi.6.1.39>
- Sugiyono. (2012). "Memahami Penelitian Kualitatif". Bandung: ALFABETA
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. (1989). 1989 ASHRAE handbook: Fundamentals. Atlanta, Ga: ASHRAE.
- Susanti, L., & Aulia, N. (2016). Evaluasi Kenyamanan Termal Ruang Sekolah SMA Negeri di Kota Padang. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 12(1), 310. <https://doi.org/10.25077/josi.v12.n1.p310-316.2013>
- Utina, R. (2007). PEMANASAN GLOBAL: Dampak dan Upaya Meminimalisasinya. *Power Plants and Power Systems Control 2006*, 207-211. <https://doi.org/10.1016/B978-008046620-0/50035-9>
- Yoon, S., et al. 2000. Effectiveness of Passive Ventilation Functions of "Breathing Wall" under Natural Weather Conditions. *Proceedings of PLEA 2000 Architecture, City, Environment*. hal. 322-323.