

## PENGARUH TIPE BUKAAN TERHADAP KINERJA ANGIN DALAM RUANG PADA RUMAH TINGGAL DI DUSUN MLANGI, SLEMAN, YOGYAKARTA

Jihan 'Azzah Hanifah<sup>1</sup>, Sugini<sup>2</sup>, Jarwa Prasetya Sih Handoko<sup>3</sup>, Isyirin Yus Fauziah<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia

Surel: 20512258@students.uii.ac.id

**ABSTRAK:** *Bangunan menjadi penyumbang energi terbesar saat ini, disumbang dari sistem air conditioning (AC), pencahayaan, dan lainnya. Bangunan sangat terikat dengan arsitektur, sehingga dunia arsitektur memiliki peran untuk membantu agar lingkungan menjadi berkelanjutan, dengan cara meminimalkan penggunaan energi. Salah satu cara yaitu memanfaatkan passive design pada bangunan, seperti menggunakan bukaan sebagai ventilasi alami untuk sirkulasi angin dalam ruang. Desa Mlangi menjadi salah satu kawasan di Yogyakarta yang padat penduduk sehingga memiliki bangunan terbangun dengan jumlah yang banyak. Maka dari itu akan dilakukan pengujian seberapa efektif penggunaan bukaan sebagai ventilasi alami yang sudah dilakukan oleh warga. Pengujian akan dilakukan dengan melihat perbedaan dari tipe jendela yang digunakan, kemudian akan dikumpulkan data kinerja angin dalam ruang pada beberapa rumah warga, dan akan diuji menggunakan software CFD, untuk melihat bagaimana perbedaan tiap jendela pada tiap bangunan akan mempengaruhi kinerja angin dalam ruang. Sehingga, menghasilkan hasil akhir bahwa terdapat pengaruh dari perbedaan tipe jendela dengan kecepatan angin dalam ruang.*

**Kata Kunci:** *bangunan, kecepatan angin, rumah tinggal, tipe jendela.*

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Menurut Ariatsyah (2020), *Sustainable* kini mejadi sebuah kewajiban yang harus terlihat keberadaannya pada sebuah bangunan maupun suatu lingkungan (arsitektur). Konsep tersebut akan lebih baik apabila melambangkan kondisi masyarakat, budaya, kebutuhan, teknologi yang memperlihatkan kelokalan terhadap lingkungan sekitarnya. Beberapa hal penting yang ada dalam konsep *sustainable*, diantaranya adalah standar kebutuhan yang meningkat, kemampuan untuk membuat energi yang kemudian disajikan dalam bentuk arsitektur (baik berupa fungsi maupun citra (Mangun, 1995)) di generasi mendatang.

Menurut arsitektur, *sustainable* adalah sebuah konsep desain yang memiliki kesadaran akan lingkungan, dapat dilakukan dengan cara memperkecil penggunaan sumber daya alam, sehingga sumber daya alam akan lebih "*sustain*". Dalam upaya mencapai hal tersebut, terdapat tiga poin penting di dalamnya yaitu: *durability* (daya tahan); *adaptability* (penyesuaian); dan *energy conservation* (konservasi energi) (Vale, 1991).

Data dari EIA (*Energy Information Administration*) mengatakan Indonesia termasuk ke dalam Negara yang memberikan konsumsi energi terbanyak di dunia bahwa. Selama 9 tahun, dari 1999 hingga 2008, konsumsi energi di Indonesia mengalami peningkatan sebesar 50%. Sistem *Air Conditioning* menggunakan energi sebanyak 55%, pencahayaan 25%, dan sisanya 20% untuk transportasi gedung, peralatan kantor, dll. Maka berdasarkan pernyataan tersebut sistem tata udara luar memberikan kontribusi besar dalam konsumsi energi setiap tahunnya.

Gagasan *green architecture* muncul dari fakta-fakta yang ditunjukkan di atas, yang merupakan strategi perencanaan arsitektur yang berupaya mengurangi berbagai konsekuensi buruk terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. *Green design* memiliki berbagai keunggulan antara lain, ketahanan bangunan lebih lama, energi yang dihasilkan minim, lebih sedikit perawatan, terasa nyaman untuk ditinggali, dan lebih sehat bagi

manusia. *Green design* berkontribusi terhadap masalah lingkungan, khususnya pemanasan global.

Selain adanya pemanasan global, adanya pengembangan untuk energi terbarukan juga menjadi pendorong lahirnya gagasan *green architecture*. Hingga konsep *green building* berkembang. *green building* dirancang dengan mempertimbangkan efisiensi energi modern. Selain pertimbangan arsitektural yang diperhitungkan untuk meminimalkan masuknya sinar matahari dan karenanya penggunaan beban *Air Conditioner* (AC), panel surya dapat dipasang di atap gedung dan digunakan sebagai sumber energi di dalam gedung. Beberapa perspektif, antara lain *Passive Design, Active Design, Room Air Conditioning, Management, dan Service & Maintenance*, dapat dimasukkan dalam perencanaan.

Peran arsitektur untuk mengurangi konsumsi energi salah satunya memanfaatkan penghawaan alami sebagai ganti pengkondisian udara buatan (*air conditioner*). Menggunakan ventilasi dan bukaan, penghawaan silang, dan cara-cara inovatif lainnya. Untuk menilai keberhasilan strategi ini maka akan dilakukan uji coba dengan membandingkan beberapa jenis jendela untuk mendapatkan jenis yang memiliki kemampuan lebih baik.

Salah satu desa di Desa Nogotirto, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman, Yogyakarta yaitu Dusun Mlangi. Dusun Mlangi merupakan salah satu desa yang dinilai sebagai pusat pondok pesantren di Daerah Istimewa Yogyakarta. Sehingga, daerah tersebut terdapat banyak bangunan. Semakin banyak bangunan yang ada maka semakin banyak konsumsi energi yang dikeluarkan.

### **Permasalahan**

Apakah tipe jendela memiliki pengaruh terhadap kinerja angin dalam ruang?

### **Pertanyaan Penelitian**

1. Apakah jenis bukaan jendela dapat mempengaruhi kecepatan angin dari luar ke dalam ruang?
2. Bagaimana pengaruh jenis bukaan terhadap kecepatan angin di dalam ruang?

### **Tujuan dan Sasaran**

1. Mengetahui apakah jenis bukaan jendela mempengaruhi kecepatan angin dari luar ke dalam ruang.
2. Mengetahui proses jenis bukaan dapat mempengaruhi kecepatan angin dari luar ke dalam ruang.

### **Batasan Penelitian**

Penelitian memfokuskan pada jenis bukaan pada tiap bangunan, dengan jenis yang berbeda. Masalah yang akan dikaji adalah kinerja kecepatan dan distribusi angin dalam ruang dengan mengontrol variabel lainnya (orientasi, lansekap, dan elemen arsitektur). Hasil penelitian akan dibandingkan dengan SNI untuk mengetahui kinerja angin yang ideal.

**Keaslian**

No .	Penulis/ Tahun	Judul	Hasil Penelitian	Perbedaan
1.	Arifah, A. B., Adhitama, M. S., & Nugroho, A. M. 2017.	Pengaruh Buka-an Terhadap Kenyama-an Termal Pada Ruang Hunian Rumah Susun Aparna Surabaya	1. Rata-rata Kecepatan angin yang ada yaitu 0,2 m/s Sedangkan untuk memperoleh kenyamanan termal dalam ruang, kecepatan angin yang sesuai adalah sekitar 0,25 m/s. 2. Berdasarkan hasil simulasi pada kondisi eksisting, kecepatan serta persebaran angin ketika pintu terbuka sudah memenuhi kriteria kenyamanan termal. Sedangkan ketika pintu tertutup, kecepatan dan persebaran angin belum memenuhi kenyamanan termal. 3. Jendela dengan jenis Top hung atau jendela gantung kurang maksimal dalam mengalirkan angin ke dalam ruang.	Penelitian ini menguji kinerja termal dalam satu ruang, termasuk kecepatan angin. Kemudian, memberikan rekomendasi alternatif buka-an. Penelitian yang dilakukan akan menguji beberapa jenis jendela di beberapa rumah tinggal.
2.	Haisah, S. T. (2020)	Efektivitas Buka-an pada Rumah Bandayo Pobo'ide Terhadap Kenyama-an.	Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan selama tiga hari berturut-turut menunjukkan bahwa arah dominan datangnya angina yakni berasal dari Utara dan Timur. Kecepatan angina tertinggi di dalam bangunan relatif kecil, untuk kecepatan angina di dekat buka-an, kecepatan angin berkisar antara 0,4-0,8 m/s, sedangkan kecepatan angin di ruang tengah (ruang pengantin) memiliki kecepatan angin 0,1 m/s atau hamper tidak dapat dirasakan Rendahnya nilai kecepatan angin di dalam bangunan dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor eksternal dan internela. Faktor eksternal adalah kecepatan dana rah angin. Utara dan Timur merupakan arah dominan angin, menyebabkan angin tidak dapat mencapai buka-an dengan maksimal, disebabkan adanya bangunan pada kedua sisi fasad tersebut.	Penelitian ini memberikan kesimpulan bahwa penempatan posisi jendela terhadap arah datang angin menjadi penting untuk mendapatkan angin maksimal yang masuk ke dalam ruang. Sehingga pada penelitian yang akan dilakukan, akan mengontrol penempatan jendela di satu sisi bangunan.
3.	Hermawan, H., & Fikri, M. A. 2020	Perbandi-ngan Termal Rumah Tinggal Kayu Berbeda Tipe Atap Di Desa Rengging, Jepara.	Pada ketiga ruang di Rumah Bapak Nur Sholekan, kecepatan angin terlihat bernilai nol sehingga hampir tidak ada angin yang berhembus. Sedangkan pada ketiga ruang di Rumah Ibu kecepatan angin pada ruang dalam tidak berhembus dengan kencang. Pada grafik, kecepatan angin memperlihatkan angka nol. Kecepatan angin pada kedua rumah baik beratap limasan maupun pelana tidak berhembus dengan kencang dan hampir tidak terasa hembusannya. Kecepatan angin tersebut hampir terjadi pada semua rumah dan semua ruang.	Pada penelitian ini variabel independen yang diuji adalah jenis atap. Penelitian yang akan dilakukan adalah menguji jenis buka-an.

No	Penulis/ Tahun	Judul	Hasil Penelitian	Perbedaan
4.	Senoaji, A. A., Kusumawanto, A., & Utami, S. S. 2020	Pengaruh Tipe Bukaannya Terhadap Kenyamanan Termal Ruang Kelas Bangunan Lama dan Baru	Hasil penelitian menunjukkan kenyamanan termal ruang kelas terbaik diperoleh pada saat simulasi menggunakan tipe bukaan ke atas atau Awning Windows, dengan area bukaan penuh, dengan hasil simulasi menunjukkan distribusi aliran udara yang nyaman di dalam ruang kelas pada kecepatan angin di atas 0,15-0,28 m/det. Kemudian, Adanya perbedaan kenyamanan ruang kelas ini, barangkali diakibatkan karena rasio bukaan RK 38 yang lebih besar dibandingkan dengan RK 78, perbedaan tinggi plafon, dan tebal dinding bangunan.	Variabel yang diuji sama tetapi pada penelitian ini tidak mengontrol rasio bukaan sehingga memberikan simpulan yang masih berupa asumsi. Maka, penelitian akan dilakukan dengan mengontrol variabel kontrol yaitu rasio bukaan.
5.	Sihombing, S. B. 2021.	Analisis Efektivitas Penghawaan Alami Pada Rumah Susun (Hunian) (Studi Kasus: Rumah Susun Kayu Putih).	Kesimpulan dari penelitian adalah pemanfaatan penghawaan alami pada rumah susun tersebut kurang maksimal, karena: 1. Jendela yang seharusnya dapat dipakai untuk alur sirkulasi penghawaan alami malah dijadikan jendela mati. Di sisi lain, jendela yang terlalu kecil juga menyebabkan udara tidak sepenuhnya dirasakan oleh penghuni. Namun, jendela yang mengarah ke selasar bangunan telah berada pada posisi yang sesuai, dan memiliki ukuran yang sesuai standarnya, tetapi penghuni tidak menggunakan jendela tersebut dengan semestinya.	Pada penelitian ini disimpulkan bahwa jendela mati atau terlalu kecil tidak mengalirkan angin. Sehingga pada penelitian yang akan dilakukan, dicari jenis jendela yang dapat dibuka dan memiliki ukuran yang besar.

**Gambar 1** Penelitian Terdahulu  
Sumber: Penulis, 2023

## STUDI PUSTAKA

### Angin

Angin, dalam arti luasnya, adalah setiap pergerakan udara relatif terhadap permukaan bumi. Angin, dalam arti teknis, mengacu pada aliran udara horizontal atau hampir horizontal. Arah dan kecepatan angin ditentukan oleh perbedaan tekanan udara di permukaan bumi. Angin bertiup dari daerah bertekanan tinggi ke lokasi bertekanan rendah. Semakin besar perbedaan tekanan udara, semakin besar kecepatan angin. Angin memiliki peran dalam mempengaruhi kenyamanan termal di dalam ruang. Angin dalam ruang dapat dihasilkan dengan adanya ventilasi, baik ventilasi alami maupun ventilasi mekanik. SNI 03-6572-2001 menetapkan bahwa kecepatan udara yang baik adalah 0,25 m/s dan lebih besar dari 0,25 m/s dengan memperhatikan kondisi temperatur udara kering dalam ruang (Badan Standarisasi Nasional, 2001).

### Ventilasi

Ventilasi udara didefinisikan sebagai bukaan atau lubang udara dimana terjadi pemasukkan dan pengeluaran udara dalam ruangan. Ventilasi dibutuhkan untuk menjaga udara segar dan suhu udara agar suhu ruang dalam ruang tetap sesuai. Ada dua cara membangun sistem ventilasi, yaitu dengan ventilasi alamiah melalui bukaan seperti jendela, atau dengan ventilasi mekanis yang menggunakan alat mekanik untuk mengontrol jumlah udara yang mengalir masuk dan keluar ruangan. Prinsip ventilasi adalah menambah kecepatan angin ke dalam ruang dan membuang udara panas ke luar ruang secara terus menerus sebelum menumpuk dan menaikkan suhu ruangan. Cara yang sering dan biasa dilakukan pada

rumah tinggal adalah dengan membuat bukaan dengan luasan seluas-luasnya, seperti jendela dan lubang angin (Satwiko, 2005).

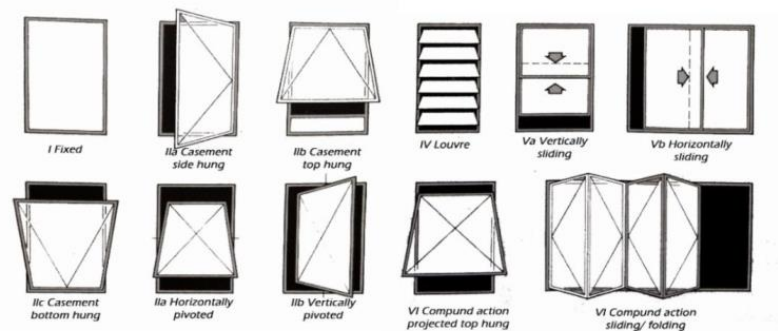
### Bukaan

Bukaan adalah komponen arsitektural yang memungkinkan cahaya alami dan sirkulasi udara masuk ke dalam maupun ke luar. Penelitian ini akan memberikan gambaran dan model desain bukaan jendela yang sesuai dengan kebutuhan termal bangunan yang sehat.

#### a. Tipe Jendela

Tipe bukaan menurut Beckett, 1974:

- a. *Fixed*: Jendela mati yang tidak memiliki jalur angin hanya digunakan agar cahaya matahari dapat masuk ke dalam ruang.
- b. *Casement Side Hung*: Jendela yang memiliki posisi engsel di bagian samping jendela, yang bukaannya berada di kanan atau kiri.
- c. *Casement Top Hung*: Jendela yang memiliki posisi engsel di bagian atas jendela, yang bukaannya berada di bawah.
- d. *Louvre*: Jendela yang memiliki kisi-kisi ini dan dipasang secara horizontal pada area tengah jendela dan dijepit menggunakan baut atau aksesoris.
- e. *Vertically Sliding*: Jendela ini tidak memiliki engsel. Sehingga, cara membukanya dengan menggeser secara vertikal ke atas atau ke bawah
- f. *Horizontally Sliding*: Jendela yang memiliki dua buah daun jendela dan tidak memiliki engsel. Sehingga, cara membukanya dengan menggeser secara horizontal ke kanan atau kiri. Terdapat juga desain yang mematkan salah satu daun jendela, sehingga hanya satu yang dapat dibuka.
- g. *Casement Bottom Hung*: Jendela yang memiliki posisi engsel di bagian bawah jendela, yang bukaannya berada di atas.
- h. *Horizontally Pivoted*: Jendela yang memiliki engsel di kanan dan kiri sehingga dapat membuka 180° dengan cara memutar ke atas atau bawah.
- i. *Vertically Pivoted*: Jendela yang memiliki engsel di atas dan bawah sehingga dapat membuka 180° dengan cara memutar ke kanan atau kiri.



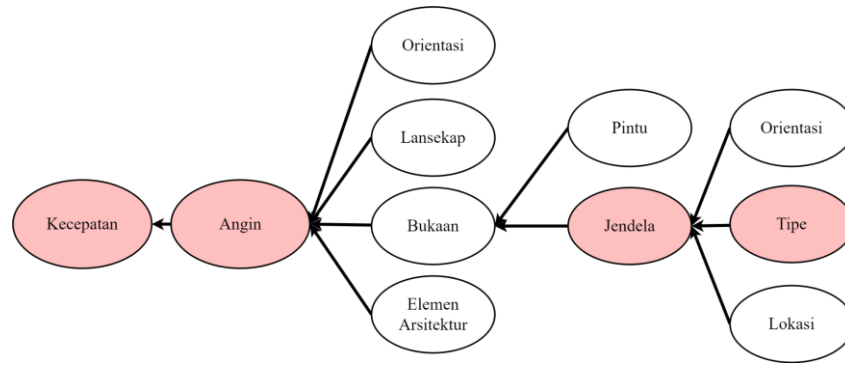
Gambar 2 Jenis Bukaan

Sumber: Beckett, 1974

### Hubungan Antara Angin dan Bukaan

Bukaan memiliki pengaruh yang besar terhadap upaya pemanfaatan angin dalam pengkondisian ruangan. Inlet (arah masuknya angin) akan menentukan arah pergerakan dan pola udara di dalam ruang, oleh karena itu bentuk inlet yang berbeda akan memberikan pola aliran udara yang berbeda. Daun jendela dan kisi-kisi adalah bagian dari inlet yang digunakan sebagai arah angin dalam bukaan jendela.

Berdasarkan studi pustaka, dirumuskan kerangka teori sebagai berikut (Gambar 3).



**Gambar 3** Kerangka Teori  
 Sumber: Penulis, 2023

**METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif, penulis akan mengumpulkan data melalui pengukuran variabel independen yaitu tipe jendela dengan parameter arah bukaan yang memiliki indikator jenis arah bukaan, dan variabel dependen yaitu kinerja kecepatan angin dengan parameter selisih dari data dengan standar yang akan dianalisis dengan indikator SNI.

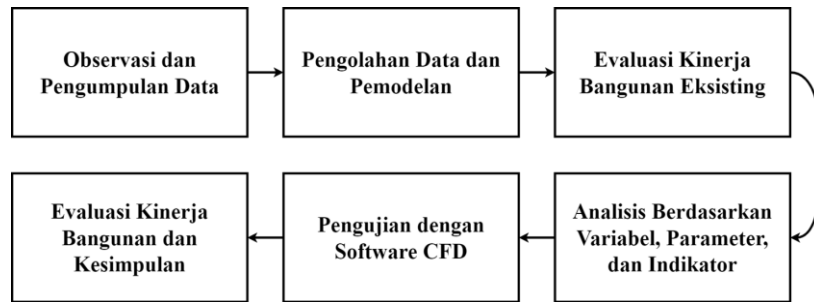
**Tabel 1** Variabel, Parameter, dan Indikator

Variabel	Parameter	Indikator
Tipe Jendela	Arah Bukaan	Jenis Arah Bukaan
Kinerja Kecepatan Angin	Selisih data dengan standar	SNI 03-6572-2001 Kecepatan udara yang baik adalah 0,25-0,5 m/s. Kecepatan udara tersebut dapat dibuat lebih besar tergantung dari kondisi temperatur udara kering dalam ruang.

Sumber: Penulis, 2023

**Metode Analisis**

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan fakta dan teori. Data yang diperoleh dipelajari, dianalisis, dan dibuat kesimpulan. Penelitian ini menggunakan metode analisis komparatif dengan pendekatan deskriptif kuantitatif, yang akan menjelaskan suatu kondisi yang menjadi objek penelitian dengan studi observasi lapangan kemudian studi simulasi untuk mendapatkan data berupa angka yang kemudian akan dianalisis secara statistik berdasarkan variabel, parameter, dan indikator yang telah ditentukan dengan membandingkan antara ketiga bangunan eksisting untuk mendapatkan tendensi sentral dan komparasi sesuai tujuan penelitian.



**Gambar 4** Skema Metode  
Sumber: Penulis, 2023

### Metode Menyimpulkan

Metode penarikan kesimpulan dalam penelitian ini dilakukan dengan membandingkan hasil dengan penelitian lain dan didukung dengan konsep teori, sehingga dapat ditemukan kesimpulan terhadap analisis dan evaluasi data yang telah dilakukan

### Populasi dan Sampel

Bangunan yang digunakan adalah bangunan rumah tinggal yang ada di Mlangi. Bangunan hunian memiliki tingkat aktivitas penggunaan yang menerus (Gambar 5). Aktivitas yang dilakukan oleh banyak orang secara rutin memerlukan kenyamanan yang memenuhi syarat sehingga aktivitas berjalan dengan baik dan ideal. Ruangan membutuhkan kenyamanan agar penghuni merasa nyaman berada di tempat tinggalnya. Kinerja angin adalah faktor yang berpengaruh terhadap kenyamanan termal dalam rumah tinggal. Populasi penelitian ini adalah bangunan rumah tinggal warga Desa Mlangi, dimana bangunan ini menjadi tempat untuk masyarakat beraktivitas seperti berkumpul dengan keluarga, sehingga memerlukan kenyamanan penghawaan alami. Penelitian dilakukan di ruang berkumpul pada tiga bangunan rumah tinggal yang berbeda di Desa Mlangi, Yogyakarta.



**Gambar 5** Figure Ground dan Sampel Bangunan di Desa Mlangi  
Sumber: Penulis, 2023

### Hipotesis Operasional

#### 1. Hipotesis Nol (H0)

Jenis bukaan jendela tidak mempengaruhi kecepatan dan distribusi angin di dalam ruang.

#### 2. Hipotesis Kerja (H1)

Jenis bukaan jendela dapat mempengaruhi kecepatan dan distribusi angin di dalam ruang.

Dalam penelitian ini akan menggunakan model uji untuk mengetahui jenis jendela yang paling baik dan berpengaruh terhadap efektivitas kinerja kecepatan angin dalam ruang pada bangunan rumah tinggal di Desa Mlangi. Pengujian dilakukan dengan tiga model, yaitu model dengan tipe jendela *louvre* (nako), jendela tipe *casement side hung*, dan jendela tipe *casement top hung*.

### Instrumen Pengambilan Data

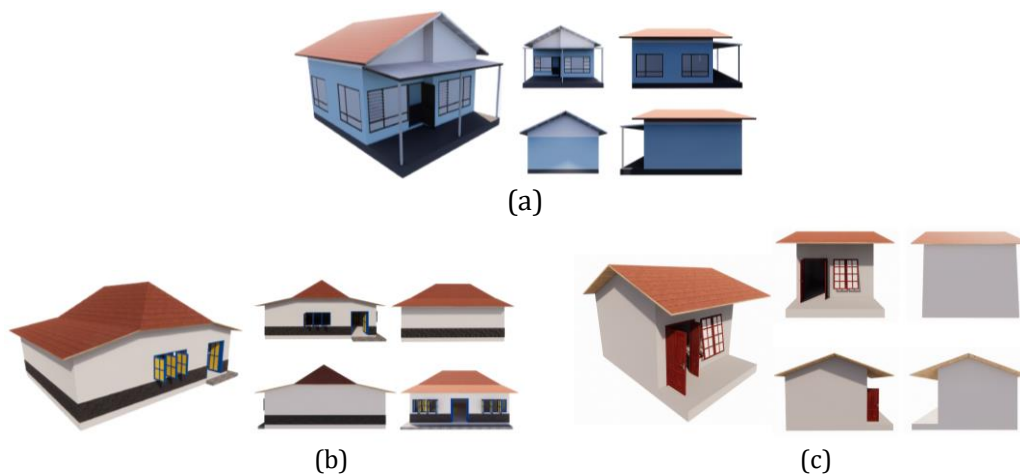
Instrumen pengambilan data dalam penelitian ini menggunakan beberapa alat, yaitu :

1. Kamera  
Kamera *handphone* digunakan pada penelitian sebagai alat dokumentasi visual pada bangunan eksisting.
2. Anemometer  
Anemometer digunakan sebagai alat ukur kecepatan angin luar dan dalam ruang.
3. Program *Software*
  - a. BIM Archicad 26  
*Software* ini digunakan untuk membuat *3D Modelling* bangunan eksisting.
  - b. Autodesk CFD (*Computational Fluid Dynamics*)  
*CFD Software* digunakan untuk melakukan simulasi kinerja kecepatan angin dalam ruang dari data yang telah diperoleh.
  - c. *Google Docs*  
*Google Docs* digunakan sebagai pendukung dalam proses penyusunan makalah hingga penelitian selesai.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Bangunan Eksisting

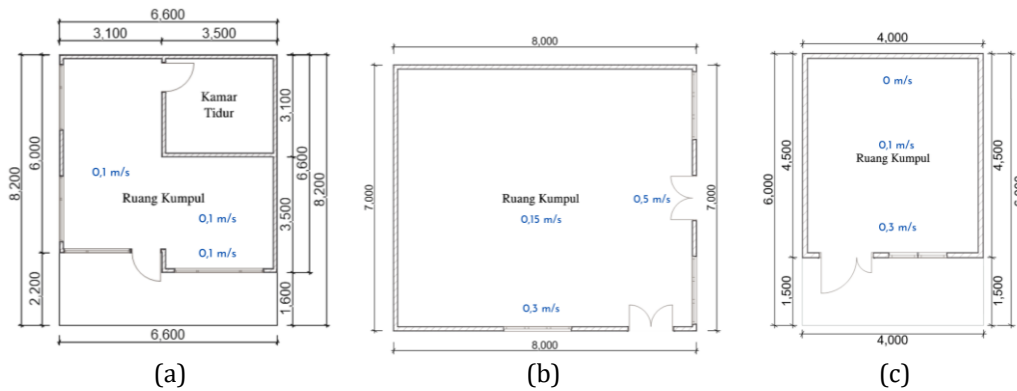
Model yang dipilih adalah beberapa rumah tinggal di Desa Mlangi. Bangunan rumah tinggal pertama milik Mbah Abu Hamid memiliki ketinggian 40 cm dari permukaan tanah dengan jumlah lantai satu, dilengkapi dengan atap jenis pelana dan genting tanah liat sebagai penutup atap, serta memiliki kanopi seng sebagai penutup atap pada bagian teras (Gambar 6a). Bangunan rumah tinggal kedua milik Pondok Pesantren Darussalam ini memiliki ketinggian 35 cm dari permukaan tanah dengan jumlah lantai satu, dilengkapi dengan atap jenis perisai dan genting tanah liat sebagai penutup atap (Gambar 6b). Sedangkan, bangunan rumah tinggal ketiga milik Bu Risma memiliki ketinggian 30 cm dari permukaan tanah dengan jumlah lantai satu, dilengkapi dengan atap jenis pelana dan genting tanah liat sebagai penutup atap (Gambar 6c).



**Gambar 6** Perspektif dan Tampak 3D Model (a) Rumah 1; (b) Rumah 2; (c) Rumah 3  
Sumber: Penulis, 2023

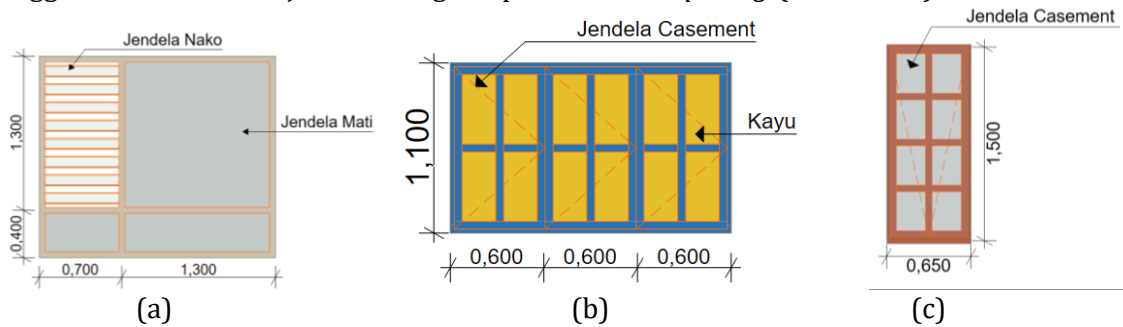


Sampel yang digunakan yaitu ruang kumpul di dalam rumah tinggal, ruangan tersebut biasa dilakukan untuk melakukan beberapa aktivitas, seperti bercengkrama, bermain, belajar, membaca al-qur'an, dan aktivitas lainnya (Gambar 7).



**Gambar 7** Denah (a) Rumah 1; (b) Rumah 2; (c) Rumah 3  
 Sumber: Penulis, 2023

Rumah tinggal pertama memiliki jendela dengan tipe nako (Gambar 8a), rumah tinggal kedua memiliki jendela dengan tipe *casement side hung* (Gambar 8b), bangunan rumah tinggal kedua memiliki jendela dengan tipe *casement top hung* (Gambar 8c).



**Gambar 8** Detail Jendela (a) Rumah 1; (b) Rumah 2; (c) Rumah 3  
 Sumber: Penulis, 2023

### Hasil Pengukuran Bangunan Eksisting

Pengukuran dilakukan dengan kondisi pintu dan jendela dibuka, pada siang hari sekitar pukul 11 hingga 13 siang dan didapat hasil sebagai berikut:

**Tabel 2** Hasil Pengukuran Eksisting

Data Pengukuran	Rumah 1	Rumah 2	Rumah 3
Kecepatan Angin	0 - 0,1 m/s	0,1 - 0,5 m/s	0-0,39 m/s

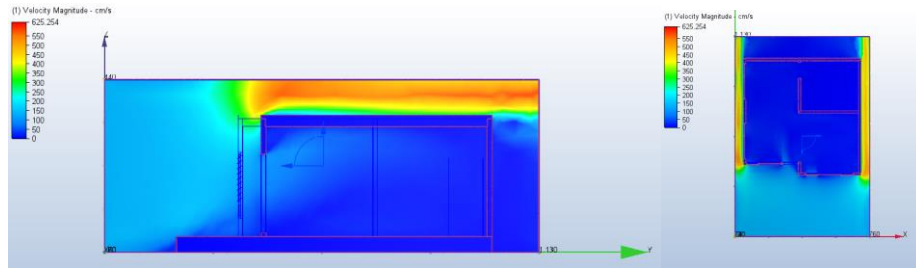
Sumber: Penulis, 2023

### Hasil Simulasi Bangunan Eksisting

Pengujian 3D model eksisting menggunakan *software* Autodesk CFD untuk mengetahui besaran kecepatan angin dalam ruang.

#### a. Model 1

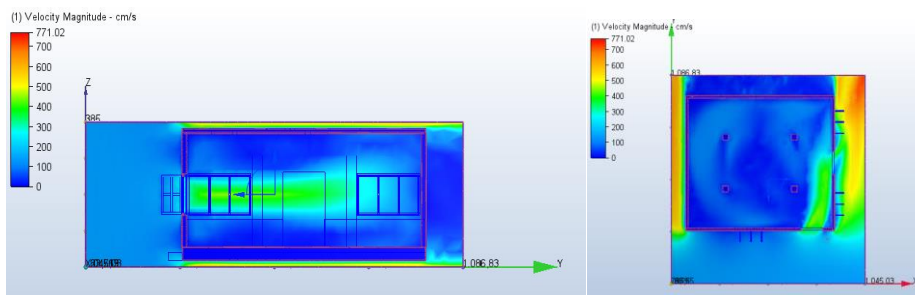
Simulasi rumah tinggal pertama dilakukan menggunakan CFD Software. Berikut merupakan hasil simulasi penghawaan alami pada bangunan eksisting (Gambar 9). Hasil menunjukkan kecepatan angin dalam ruang sekitar 0.5-1 m/s hingga ke tengah ruang.



**Gambar 9** Hasil Simulasi Rumah Tinggal 1  
Sumber: Penulis, 2023

b. Model 2

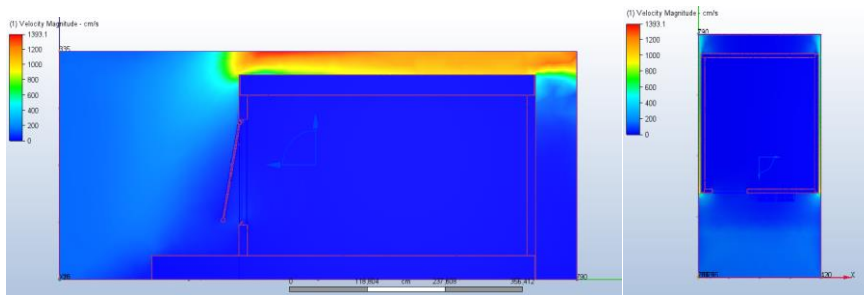
Simulasi bangunan dilakukan menggunakan CFD Software. Berikut merupakan hasil simulasi penghawaan alami pada bangunan eksisting (Gambar 10). Hasil menunjukkan kecepatan angin dalam ruang sekitar 2.5-4 m/s hingga ke tengah ruang.



**Gambar 10** Hasil Simulasi Rumah Tinggal 2  
Sumber: Penulis, 2023

c. Model 3

Simulasi bangunan dilakukan menggunakan CFD Software. Berikut merupakan hasil simulasi penghawaan alami pada bangunan eksisting (Gambar 11). Hasil menunjukkan kecepatan angin dalam ruang sekitar 0 m/s hingga ke tengah ruang.



**Gambar 11** Hasil Simulasi Rumah Tinggal 3  
Sumber: Penulis, 2023

**KESIMPULAN**

Hasil simulasi didapat bahwa rumah tinggal pertama yang menggunakan jendela nako, mendapatkan kecepatan angin dalam ruang sebesar 0,5-1 m/s sehingga kecepatan angin dalam ruang memenuhi SNI. Sedangkan rumah tinggal kedua yang menggunakan jendela *casement side hung* mendapatkan kecepatan angin dalam ruang sebesar 2,5-4 m/s sehingga kecepatan angin dalam ruang tidak memenuhi SNI, karena dikategorikan sebagai angin tidak nyaman. Sedangkan rumah tinggal ketiga dengan kecepatan angin dalam ruang sebesar 0 m/s tidak memenuhi SNI, karena minimum standar SNI adalah 0,25-0,5 m/s. Adanya perbedaan hasil simulasi, bahwa tipe jendela mempengaruhi kecepatan angin yang masuk ke dalam ruang.

## **SARAN**

Berdasarkan kesimpulan, saran yang dapat diberikan terkait tipe bukaan yang baik agar dapat mengalirkan angin yang cukup ke dalam ruang adalah dengan menggunakan tipe jendela yaitu tipe nako, karena selain kecepatan angin yang masuk, distribusi angin yang masuk sehingga tersebar di dalam ruang pun sangat baik.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Beckett, H. E., & Godfrey, J. A. (1974). *Windows: Performance, Design, and Installation*.
- Mangunwijaya, Y. B. (2009). *Wastu citra: pengantar ke ilmu budaya bentuk arsitektur, sendi-sendi filsafatnya, beserta contoh-contoh praktis*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Nugroho, A. M. (2019). *Rekayasa Ventilasi Alami untuk Penyejukan Bangunan*. Universitas Brawijaya Press.
- Sugini, D. (2014). *Kenyamanan termal ruang [Room thermal comfort]*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Vale, B., & Vale, R. (1991). *Green architecture: design for a sustainable future*.
- Ariatsyah, A., Safwan, S., & Nizarli, N. (2020). TEMA RANCANGAN "SUSTAINABEL" (Tinjauan Tema pada Bangunan COMMERZBANK). *Jurnal Raut*, 9(2), 21-32.
- Arifah, A. B., Adhitama, M. S., & Nugroho, A. M. (2017). *Pengaruh bukaan terhadap kenyamanan termal pada ruang hunian rumah susun Aparna Surabaya* (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- Banodin, R., Fatchur Rochim, A., & Andromeda, T. (2011). *Alat Penunjuk Arah Angin dan Pengukur Kecepatan Angin Berbasis Mikrokontroler AT89C51* (Doctoral dissertation, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Undip).
- Chaerani, R. D., Suprayogi, S., & Djunaedy, E. (2017). *Optimalisasi Bukaan Jendela Untuk Pencahayaan Alami Dan Konsumsi Energi Bangunan*. *eProceedings of Engineering*, 4(3). 3936-3944.
- Haisah, S. T. (2020). Efektivitas Bukaan pada Rumah Bandayo Pobo'ide Terhadap Kenyamanan Fisiologis. *Jurnal Teknik*, 18(2), 82-90.
- Hermawan, H., & Fikri, M. A. (2020). PERBANDINGAN TERMAL RUMAH TINGGAL KAYU BERBEDA TIPE ATAP DI DESA RENGGING, JEPARA. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 7(3), 291-298.
- Maqfira, A. C. (2022). *Perancangan Rumah Susun Sederhana di Banda Aceh* (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry).
- Permana, T., & Sawab, H. (2020). KEBERADAAN ANGIN PADA HUNIAN TIPE 70M2 (SEBUAH SIMULASI KENYAMANAN TERMAL HUNIAN). *Jurnal Raut*, 9(2), 33-41.
- Nugrahayu, Q. (2020). *Evaluasi Kenyamanan Termal di Sekolah Menengah Pertama Muhammadiyah 5 Yogyakarta*.
- Razak, H. (2015). Pengaruh Karakteristik Ventilasi dan Lingkungan Terhadap Tingkat Kenyamanan Termal Ruang Kelas SMPN di Jakarta Selatan. *AGORA: Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah Arsitektur Usakti*, 15(2).
- Senoaji, A. A., Kusumawanto, A., & Utami, S. S. (2020). PENGARUH TIPE BUKAAN TERHADAP KENYAMANAN TERMAL RUANG KELAS BANGUNAN LAMA DAN BARU (THE EFFECT OF OPENING TYPE ON THERMAL CONVENIENCE OF THE OLD AND NEW BUILDING CLASSROOM).

- Sihombing, S. B. (2021). Analisis Efektivitas Penghawaan Alami Pada Rumah Susun (Hunian)(Studi Kasus: Rumah Susun Kayu Putih). *Jurnal Sains dan Teknologi ISTP*, 15(1), 70-77.
- Aska. (2022, 17 Desember). Jenis-jenis Jendela berdasarkan Bukaannya. <https://www.arsitur.com/2017/07/jenis-jenis-jendela-berdasarkan.html>
- Sumber Gunung Cahaya Abdi Kencana. (2016, 2 Juni). Mengenal 10 Jenis Jendela Rumah, Untuk Desain Rumah Mewah Anda. <https://sgcka.co.id/dnews/2/mengenal-10-jenis-jendela-rumah-untuk-desain-rumah-mewah-anda.html>
- Pinhome. (n.d). Apa Itu Ventilasi? <https://www.pinhome.id/kamus-istilah-properti/ventilasi/#:~:text=Menurut%20Kamus%20Besar%20Bahasa%20Indonesia,tingkap%2C%20tingkapan%2C%20aliran%20udara>.
- World Health Organization. (n.d). Tanya Jawab: Ventilasi dan Pengaturan Suhu Udara (AC) <https://www.who.int/indonesia/news/novel-coronavirus/qa/qa-ventilasi-ac-gedung-umum-konteks-covid-19#:~:text=Ventilasi%20adalah%20proses%20pertukaran%20udara,kualitas%20udara%20di%20ruang%20tersebut>