

# OPTIMALISASI PENGHAWAAN ALAMI MASJID NURUL AT-QIYA PLOSOKUNING YOGYAKARTA UNTUK PENCAPAIAN KENYAMANAN TERMAL

<sup>1</sup>Ihsan Muhaimin, <sup>2</sup>Etik Mufida, <sup>3</sup>Hafiza Denisya Chairani

<sup>1</sup>Jurusan Arsitektur, <sup>2</sup>Universitas Islam Indonesia

<sup>1</sup>Surel: 21512003@students.uui.ac.id

*ABSTRAK : Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penghawaan alami dalam meningkatkan kenyamanan termal di Masjid Nurul At-Qiya, Plosokuning, Yogyakarta. Dengan pendekatan kuantitatif dan simulasi menggunakan perangkat lunak Autodesk CFD, penelitian ini mengkaji bagaimana desain bangunan mempengaruhi sirkulasi udara di dalam masjid. Hasil simulasi menunjukkan bahwa desain eksisting belum optimal dalam mendukung penghawaan alami akibat minimnya bukaan yang memungkinkan sirkulasi udara yang baik. Namun, dengan penerapan desain yang lebih adaptif, seperti peningkatan jumlah dan ukuran bukaan, ventilasi alami dapat bekerja lebih efektif, mengurangi suhu dalam ruangan, serta mengurangi ketergantungan pada sistem pendingin buatan. Implementasi strategi ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan termal jamaah tetapi juga mendukung efisiensi energi dan keberlanjutan lingkungan.*

*Kata Kunci : CFD, Natural Ventilation, Thermal Comfort*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Masjid merupakan bagian dari identitas seorang muslim dan muslimah. Masjid merupakan bangunan keagamaan yang dicirikan oleh serangkaian persyaratan fungsional dan operasional yang unik. Umat Muslim berkumpul di masjid untuk salat berjamaah lima waktu sehari untuk salat Subuh (sebelum matahari terbit), Dhuhur (setelah tengah hari), Ashar (sore), Maghrib (setelah matahari terbenam) dan Isya (awal malam) serta Sholat Jum'at mingguan (sholat Jum'at zuhur). (Yüksel et al., 2024)

Sebagai suatu proses dan hasil budaya yang hidup, masjid seringkali tumbuh dan berkembang secara dinamis seiring dengan tumbuh dan berkembangnya masyarakat itu sendiri (Barliana, 2008). Indonesia menjadi salah satu masyarakat pemeluk agama islam terbesar di dunia menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia tahun 2020, sekitar 86,2% penduduk Indonesia beragama Islam yang sudah menunjukkan bagaimana besarnya umat muslim di Indonesia.

Indonesia memiliki wilayah yang didominasi oleh iklim tropis lembab yang meliputi seluruh wilayah kepulauan Indonesia (Sugini et al., 2017). Lebih tepatnya Indonesia masuk ke dalam kategori wilayah tropis basah. Wilayah tropis basah atau hutan hujan tropis dicirikan oleh suhu yang hangat sepanjang tahun, curah hujan yang tinggi, dan kelembaban yang tinggi (Adinda et al., 2022). Bila dikaitkan dengan bangunan di Indonesia khususnya Daerah Istimewa Yogyakarta banyak bangunan religious atau bangunan ibadah yang didesain dengan konsep *Natural Ventilation*. Masjid Nurul At-Qiya di Plosokuning telah mengimplementasikan sistem penghawaan alami dalam desain arsitekturnya. Peralihan dari AC ke penghawaan alami ini bertujuan untuk memanfaatkan sirkulasi udara alami dan ventilasi silang yang dapat membantu mengurangi panas dan meningkatkan kenyamanan termal bagi jamaah.

Dalam penggunaan AC dalam bangunan atau ruangan memiliki beberapa dampak yang dapat dirasakan oleh pengguna, mulai dari anak-anak hingga lansia. Di dalam bangunan masjid ini, jumlah jamaah yang datang cenderung lebih banyak lansia dibandingkan

kelompok usia lainnya. (Richard, 2011) pernah mengatakan bahwa Lansia dengan penyakit jantung dan paru-paru kronis yang menggunakan AC selama gelombang panas memiliki waktu tinggal rata-rata dalam ruangan ber-AC sekitar 14,5 jam per hari. Kepercayaan akan manfaat dan kerugian AC serta sinyal internal berpengaruh pada tingkat penggunaannya (Richard, L., n.d.).

Adapun dampak lainnya seperti Kualitas udara dalam ruangan di pusat lansia sangat penting karena mereka menghabiskan lebih banyak waktu di dalam ruangan. Ventilasi yang baik sangat berpengaruh dalam meningkatkan kualitas udara dan mengurangi emisi polutan (Mata, T., 2022). Penggunaan AC dalam bangunan masjid dapat mempengaruhi kenyamanan dan kesehatan jemaah, terutama lansia yang merupakan kelompok mayoritas di masjid ini. AC memang memberikan pendinginan yang diperlukan saat gelombang panas, namun juga memerlukan pengelolaan yang tepat untuk menjaga kualitas udara dalam ruangan.

### 1.2. Masalah Penelitian

- Bagaimana pengaruh peralihan dari AC ke penghawaan alami terhadap kenyamanan termal, jamaah di Masjid Nurul At-Qiya?
- Apakah penerapan penghawaan alami efektif dalam mengurangi konsumsi energi di Masjid Nurul At-Qiya?
- Apa saja tantangan yang dihadapi dalam peralihan dari sistem AC ke penghawaan alami di Masjid Nurul At-Qiya dan bagaimana solusi terbaik untuk mengatasinya?

### 1.3. Variabel Penelitian

Tabel 1.1 : Variabel Penelitian

Variabel	Parameter	Indikator
Kenyamanan Termal Terhadap Lansia	Suhu udara, Standar SNI 03-6571-2001	24°C - 26°C merupakan batas minimal suhu udara yang ideal
	Kecepatan angin, Standar SNI 03-6572-2001	0.25 m/s - 0.5 m/s merupakan batas minimal kecepatan angin yang idela
Kenyamanan Termal umum	Suhu udara, Standar SNI 03-6572-2001	22.8 °C - 25.8°C merupakan batas minimal suhu udara yang idela
	Kecepatan angin, Standar SNI 03-6572-2001	0.25 m/s - 0.5 m/s merupakan batas minimal kecepatan angin yang idela
Bukaan bangunan	Ventilasi	SNI 03-6572-2001 Luas ventilasi harus lebih dari 5% dari luas lantai suatu ruangan yang akan mendapatkan penghawaan alami.

Sumber : Penulis, 2024

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1. Thermal Comfort

(Ahmed, 2018 ) menyebutkan bahwa “Kenyamanan termal manusia adalah salah satu tujuan terpenting dari pengkondisian udara, yang didefinisikan sebagai berikut sebagai kondisi pikiran yang mengungkapkan kepuasan terhadap lingkungan termal.” (Ali Najeeb Alashaab & Saeed Alamery, 2018) Kenyamanan termal mempengaruhi kesejahteraan fisik, produktivitas, dan kesehatan individu. Di iklim tropis seperti Indonesia, mencapai kenyamanan termal optimal adalah tantangan signifikan. Ini memerlukan pemilihan material bangunan yang tepat, desain ventilasi efektif, dan teknologi pengkondisian udara efisien. Tujuannya adalah menciptakan lingkungan dalam ruangan yang nyaman, sehat, berkelanjutan, dan hemat energi.

Adapun dalam penerapan kenyamanan termal juga dilakukan di beberapa bangunan termasuk bangunan religious berupa masjid. Juga dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor berupa suhu dan kelembapan udara, kecepatan angin, dan suhu radiasi, yang terakhir terkait dengan kejadian radiasi matahari dan kondisi naungan. (Apolonio Callejas et al., 2020) (Trindade da Silva, F., 2015) (Arêa Leão Borges, V.C., 2020).

Indonesia, Malaysia, dan Singapura adalah negara-negara yang terletak di wilayah tropis lembab, berada antara 1 hingga 11° Lintang Utara. Suhu rata-rata tahunan di kawasan ini mencapai 26-27°C, dengan suhu siang hari tertinggi mencapai 34°C dan kelembapan relatif berkisar antara 70-90%. Di Indonesia, khususnya di daerah tertentu seperti Surabaya, suhu udara maksimum dapat mencapai 36,4°C dengan kelembapan mencapai 85%. (Santoso, 2012).

Sehingga dengan begitu kenyamanan termal merupakan tujuan utama dari pengkondisian udara, yang menentukan kepuasan seseorang terhadap lingkungan termal di sekitarnya. Ini berdampak pada kesejahteraan fisik, produktivitas, dan kesehatan. Di iklim tropis seperti Indonesia, mencapai kenyamanan termal optimal memerlukan pendekatan holistik, termasuk pemilihan material bangunan yang tepat, desain ventilasi efektif, dan teknologi pengkondisian udara efisien. Ini penting untuk bangunan religius seperti masjid, di mana suhu, kelembapan, kecepatan angin, dan suhu radiasi matahari harus dikelola untuk menciptakan lingkungan yang nyaman, sehat, dan berkelanjutan, sambil mengurangi konsumsi energi dan dampak lingkungan.

(Fanger, 1982) menyebutkan terdapat empat aspek dalam pada lingkungan iklim yaitu, suhu udara (°C), suhu radiasi (°C), kelembapan udara (%), dan kecepatan angin (m/s) adalah faktor penting dalam kenyamanan termal. Selain itu, ada dua faktor individu yang memengaruhi kenyamanan: jenis aktivitas (dinyatakan dalam laju metabolisme tubuh, met) dan jenis pakaian yang dikenakan (dinyatakan dalam unit clo).

Dalam buku "Standar Tata Cara Perencanaan Teknis Konservasi Energi pada Bangunan Gedung" yang diterbitkan oleh Yayasan LPMB-PU, disebutkan bahwa suhu nyaman untuk orang Indonesia berkisar antara 20,5-22,8 °C ET (suhu efektif), suhu nyaman optimal antara 22,8-25,8 °C ET, dan suhu nyaman antara 25,8-27,1 °C ET.

ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineers*) merupakan organisasi global yang berfokus pada kemajuan teknologi pemanasan, ventilasi, pendinginan, dan pengkondisian udara (HVAC&R). yang dimana (ASHRAE 55-2017) menyebutkan bahwa standar yang pada suhu ruangan yang nyaman adalah 22 °C-27 °C.

ISO (*International Organization for Standardization*) memiliki kesamaan dengan ASHRE namun pada ISO merupakan organisasi internasional yang mengembangkan dan menerbitkan standar internasional di berbagai negara, sehingga salah satu standar kenyamanan yang telah di keluarkan oleh (ISO 7730-2005) menyebutkan bahwa standar suhu ruangan adalah 20 °C-26 °C, adapun standar kecepatan angin yang dapat digunakan dari (ISO 9241-6:1999) adalah < dari 0.15 m/s, sehingga standar yang digunakan tersebut bisa digunakan sebagai landasan sebelum mendesain sebuah bangunan berkelanjutan.

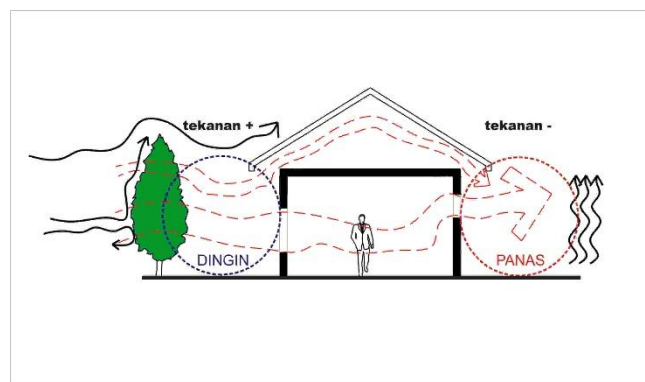
Di Indonesia juga memiliki standar yang digunakan salah satunya adalah SNI (*Standar Nasional Indonesia*) yang diterbitkan oleh (*Badan Standarisasi Nasional*) BSN, yang dimana SNI memberikan pedoman dan standar teknis yang harus diikuti dalam perencanaan, desain, dan konstruksi bangunan untuk memastikan keselamatan, kenyamanan, efisiensi, dan keberlanjutan. Adapun SNI juga mengeluarkan standar untuk kenyamanan termal salah satunya standar suhu ruangan yang dimana standar yang ditetapkan (SNI 03-6571-2001) menyebutkan suhu udara yang nyaman bagi pengguna adalah 24 °C-26 °C merupakan batasan minimum suhu udara yang ideal, adapun standar kecepatan angin yang digunakan

dari (SNI 03-6571-2001) adalah 0.25 m/s-0.5m/s merupakan batas minimal kecepatan angin yang ideal.

## 2.2. Natural Ventilation

Ventilasi alami adalah sistem ventilasi yang menggunakan kekuatan alami, seperti angin dan perbedaan suhu, untuk mengedarkan udara segar melalui bangunan tanpa menggunakan peralatan mekanis seperti kipas atau pendingin udara. Ventilasi adalah proses yang mengalirkan udara dari luar ke dalam ruangan tanpa pengkondisian, sambil membuang udara yang ada di dalam ruangan melalui berbagai metode. (Nizam & Hendrawati, 2022) (S. Boutet, Terry., 1987). Di Indonesia banyak bangunan-bangunan yang menerapkan penggunaan ventilasi alami yang dimana penggunaan ventilasi alami berguna untuk pengurangan penggunaan energi yang terbuang.

Dalam penerapan ventilasi alami dalam bangunan, perlu memperhatikan bagaimana angin dapat berinteraksi dengan bangunan untuk memaksimalkan efektivitas konsep ini. Desain yang baik harus memastikan bahwa aliran angin dapat memasuki dan keluar dari bangunan dengan lancar, menciptakan sirkulasi udara yang optimal. Menurut (Safira,2022) angin bergerak secara vertikal dan horizontal dengan kecepatan yang bervariasi. Pergerakan massa udara ini disebabkan oleh perbedaan tekanan udara antara satu tempat dengan tempat lainnya. Angin akan bergerak dari area dengan tekanan udara tinggi menuju area dengan tekanan udara rendah. (Syafira et al., 2022) (Widyanto, 2018).



**Gambar 2.1** : Penerapan penghawaan alami terhadap bangunan  
Sumber : (Ilham,2023)

Dengan memanfaatkan kekuatan alami seperti angin dan perbedaan suhu untuk mengedarkan udara segar ke dalam bangunan dan mengeluarkan udara yang terperangkap, tanpa memerlukan peralatan mekanis. Penerapan ventilasi alami sangat penting di Indonesia, terutama untuk mengurangi konsumsi energi. Desain bangunan yang mengoptimalkan interaksi dengan angin dapat meningkatkan efektivitas ventilasi alami, dengan memastikan aliran udara yang lancar dan sirkulasi udara yang optimal.

Strategi-strategi ini termasuk mengoptimalkan orientasi bangunan, meningkatkan ventilasi alami, menggunakan perangkat peneduh, dan menggunakan bahan reflektif. Bulbaai dan Halman (2021) mengidentifikasi tujuh prinsip utama desain bangunan hemat energi di iklim tropis, yang menekankan pengurangan transmisi panas dan memaksimalkan cahaya alami (Bulbaai & Halman, 2021).

Indonesia, sebagai negara beriklim tropis, menghadapi tantangan besar dalam menjaga kenyamanan termal dan efisiensi energi dalam bangunan. Tingginya suhu dan kelembaban di Indonesia memerlukan strategi pendinginan udara dan ventilasi yang berkelanjutan untuk memastikan kenyamanan termal serta mengurangi konsumsi energi. Kajian ini akan mengulas berbagai pendekatan dan inovasi dalam sistem pendinginan udara dan ventilasi berkelanjutan di Indonesia.

Bastide dkk. (2006) menganjurkan penggunaan ventilasi alami dan desain bioklimatik untuk meminimalkan ketergantungan pada pendinginan buatan. Penelitian mereka menyoroti pentingnya optimalisasi aliran udara dalam mengurangi konsumsi energi sekaligus menjaga kenyamanan termal (Alain Bastide & François Garde, 2006). Desain bangunan yang efektif di iklim tropis bergantung pada pengintegrasian strategi desain pasif, pendekatan holistik, dan solusi pengkondisian udara yang berkelanjutan. Strategi-strategi ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan termal dan efisiensi energi namun juga berkontribusi terhadap keberlanjutan keseluruhan bangunan di wilayah tropis.

### 3. METODOLOGI

#### 3.1. Metode Penelitian

Lokasi penelitian berada pada Masjid Nurul At-Qiya, terletak di Jalan Plosokuning Kecamatan Nganglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewah Yogyakarta. Dalam pelaksanaan penelitian ini akan menggunakan metode kuantitatif untuk mendapatkan hasil yang lebih terukur. Untuk mendapatkan hasil yang lebih kuantitatif dan terukur. Hasil ini diperoleh melalui simulasi komputer dengan menggunakan alat uji berupa software untuk merepresetasikan data hasil simulasi yang mendekati kondisi sebenarnya [19] [20].

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Ilham, 2023), Dimana dia menggunakan metode kuantitatif sebagai prosedur penelitian yang terdiri dari observasi berupa pengukuran aspek kecepatan angin yang masuk ke bangunan, analisis kecepatan angin yang masuk menggunakan Teknik mengukur dengan alat anemometer guna mengetahui apakah angin itu dapat masuk dengan maksimal atau tidak. Adapun dalam mengevaluasi pada penelitiannya dia menggunakan sebuah software yaitu Autodesk CFD (*Computational Fluid Dynamics*) yang berfungsi untuk mengkaji berapa kecepatan angin yang masuk ke dalam ruangan studio IV/2 C (Bakti & Rosyidi, 2023).

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan observasi bangunan untuk mengukur aspek penghawaan alami, suhu udara, dan kecepatan angin. Evaluasi dilakukan melalui simulasi menggunakan software CFD untuk menganalisis respons penghawaan alami pada Masjid Nurul At-Qiya, Plosokuning, Yogyakarta.

### 4. DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Data Bangunan



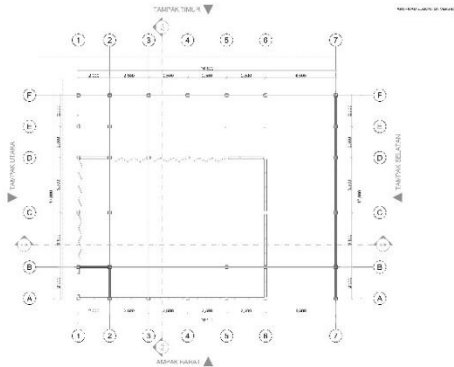
Gambar 4.1 : Citra Bangunan  
Sumber : Google Earth, 2024



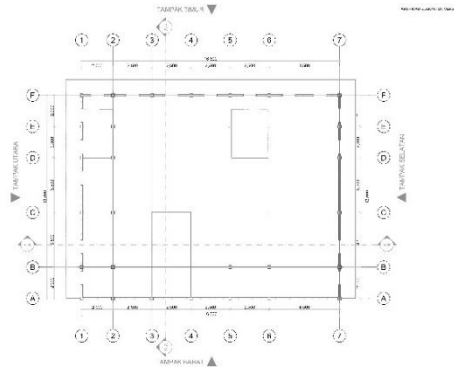
Gambar 4.2 : Bangunan studi kasus  
Sumber : Dokumentasi penelitian, 2024

Orientasi bangunan yang menghadap timur sehingga cahaya matahari dapat masuk secara maksimal ke bangunan tersebut, adapun elevasi bangunan tersebut terdiri 3 lantai yang dimana lantai 1 dan lantai 2 digunakan sebagai area ibadah jamaah masjid sedangkan pada lantai 3 digunakan sebagai sound sistem masjid dan ada juga area untuk menyimpan barang-barang masjid.

Tampak bangunan memperlihatkan bagaimana bukaan pada bangunan tersebut menutupi seluruh area masjid dari lantai 1 dan 2, berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan peneliti mendapatkan suhu kisaran 26,7 °C – 27,8 °C, maka suhu ruangan tersebut belum bisa dikatakan nyaman karena berdasarkan kenyamanan termal atau suhu ruangan yang ideal berdasarkan SNI 16-56-2016 yaitu 23°C - 26°C merupakan suhu yang ideal bagi sebuah bangunan.



**Gambar 4.3 : Denah Lantai 1 Bangunan Eksisting**  
 Sumber : Penelitian, 2024



**Gambar 4.4 : Denah Lantai 2 Bangunan Eksisting**  
 Sumber : Penelitian, 2024

**Tabel 4.1 : Data Iklim Luar Bangunan**

Lokasi	Waktu	Kec. Angin	Suhu Udara	Kelembapan Relatif
Lantai 1	10.00	2,8 m/s	29 °C	72,6 %
Lantai 2	13.00	2,1 m/s	31 °C	80,5 %

Sumber : Penelitian, 2024

Pengukuran data dilakukan secara manual, di mana peneliti mendatangi bangunan studi. Pengumpulan data dilakukan secara mandiri agar hasilnya dapat digunakan. Data yang dikumpulkan meliputi informasi iklim di sekitar bangunan, yang terdiri dari lokasi, waktu, kecepatan angin, suhu udara, dan kelembapan relatif di luar bangunan. Pengumpulan data dilakukan dari pukul 10.00 hingga 13.00 WIB



**Gambar 4.5 : Windrose Bangunan Eksisting**  
 Sumber : www.meteoblue.com, 2024

Berdasarkan dari diagram Windrose di atas ini, Angin paling sering bertiup dari arah Timur (E) dan Selatan (S) Ini menunjukkan bahwa angin dari arah tersebut adalah yang paling dominan di lokasi dan periode waktu yang diukur. Mayoritas angin yang tercatat memiliki kecepatan lebih dari 0 mph hingga 5 mph. Ini menunjukkan bahwa kecepatan angin di daerah tersebut umumnya ringan. Ada juga frekuensi yang signifikan untuk kecepatan

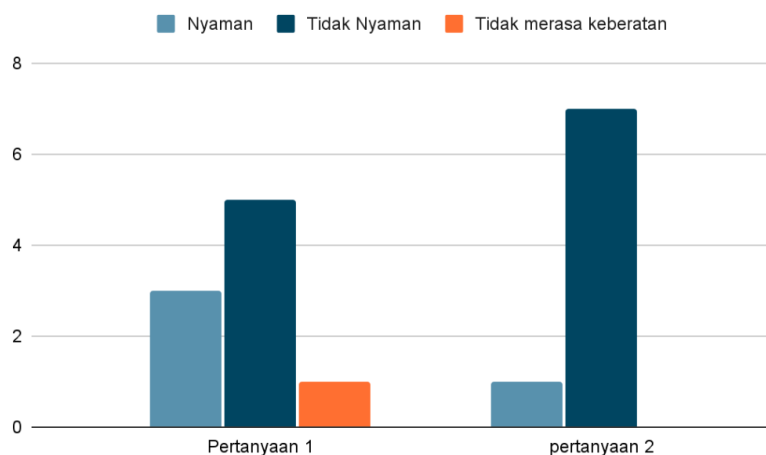
angin lebih dari 7 mph, terutama dari arah Timur dan Selatan. Maka kesimpulannya adalah Lokasi ini mengalami angin yang sebagian besar datang dari arah Timur dan Selatan, dengan kecepatan angin yang umumnya rendah hingga sedang.

#### 4.2. Respon Subjektif

Untuk mengetahui apakah bangunan ini berfungsi dengan baik atau tidak maka peneliti akan menyusun sebuah respon pengguna bangunan yang hanya terdiri dari 8 orang. Dalam pengumpulan respon pengguna peneliti akan menggunakan sebuah pertanyaan atau wawancara secara singkat terhadap responded. Dalam pertanyaan tersebut akan terdiri dari

- Apakah anda merasa nyaman ketika sedang beraktivitas ( beribadah ) di dalamnya
- Apa yang anda merasa nyaman ketika bangunan ini sedang menggunakan AC sebagai alat pendingin ruangan

Berdasarkan pertanyaan di atas ini berikut hasil dari respon dari para pengguna bangunan



**Gambar 4.6 :** Data Responded Pengguna

Sumber : Penelitian, 2024

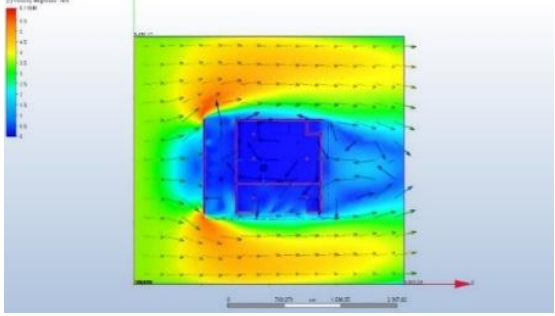
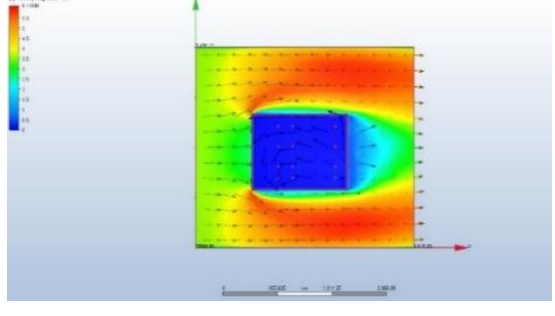
Dalam kenyamanan saat beraktivitas dalam bangunan Mayoritas responden (5 dari 8) merasa tidak nyaman ketika sedang beraktivitas (beribadah) di dalam bangunan ini. Hanya 2 responden yang merasa nyaman, dan 1 responden tidak merasa keberatan. Pada kenyamanan saat menggunakan AC, Mayoritas responden (6 dari 8) merasa nyaman ketika bangunan menggunakan AC sebagai alat pendingin ruangan. Hanya 1 responden yang merasa tidak nyaman, dan 1 responden tidak merasa keberatan.

Maka kesimpulannya adalah Kenyamanan Aktivitas: Sebagian besar pengguna merasa tidak nyaman saat beraktivitas di dalam bangunan. Ini menunjukkan ada masalah yang perlu diatasi untuk meningkatkan kenyamanan selama aktivitas. Penggunaan AC: Sebagian besar pengguna merasa nyaman dengan penggunaan AC di dalam bangunan, menunjukkan bahwa sistem pendingin ruangan berfungsi dengan baik dan meningkatkan kenyamanan.

#### 4.3. Simulasi Bangunan Eksisting 1

Untuk menentukan apakah bangunan tersebut dapat merespons terhadap ventilasi alami, bangunan eksisting akan dimodelkan dalam bentuk desain untuk diuji menggunakan perangkat lunak CFD. Melalui pengujian ini, peneliti dapat mengevaluasi apakah bangunan tersebut mampu merespons ventilasi alami dengan baik.

**Tabel 4.2 : Uji Simulasi Software CFD**

Hasil simulasi bangunan	Suhu Udara dan Kecepatan angin
 <p data-bbox="336 645 699 678"><b>Gambar 4.7</b> Lantai 1 bangunan</p>	<p data-bbox="823 315 1043 349">Suhu udara: 27,2°C</p> <p data-bbox="823 360 1129 394">Kecepatan angin: 0,14 m/s</p>
 <p data-bbox="336 1014 699 1048"><b>Gambar 4.8</b> Lantai 2 bangunan</p>	<p data-bbox="823 696 1043 730">Suhu udara: 27,5 °C</p> <p data-bbox="823 741 1075 775">Kecepatan angin: 0,09</p>

Sumber : Penelitian, 2024

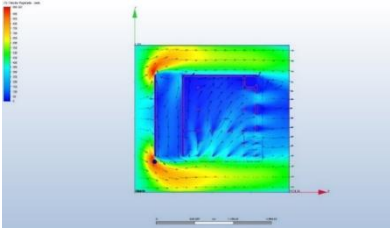
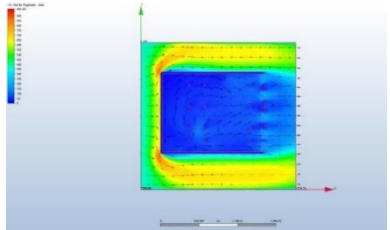
Hasil simulasi yang dilakukan menggunakan perangkat lunak CFD membagi bangunan menjadi dua bagian, yaitu lantai satu dan lantai dua. Dengan demikian, hasil akhir simulasi akan menunjukkan perbandingan respons setiap lantai terhadap angin yang masuk ke dalam bangunan. bagaimana bangunan merespons angin yang mengenainya. Data sebelumnya menunjukkan bahwa kecepatan angin di luar bangunan berkisar dari 0 mph hingga 7 mph (3,1 m/s). Oleh karena itu, melalui simulasi ini, peneliti dapat membandingkan bagaimana angin yang masuk ke lantai satu dan lantai dua.

Pada **Gambar 4.7**, denah lantai satu menunjukkan bahwa angin tidak dapat masuk ke dalam bangunan. Hal ini terlihat dari pola aliran udara yang dihasilkan dalam simulasi, di mana aliran udara terhalang oleh bangunan dan tidak dapat menembusnya. Hasil simulasi pada lantai dua, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4.8**, juga menunjukkan respon yang sama, yaitu aliran udara terhalang oleh bangunan dan tidak dapat menembusnya. Dari hasil simulasi ini, dapat disimpulkan bahwa angin tidak dapat masuk ke dalam bangunan karena minimnya bukaan.

#### 4.4. Simulasi Bangunan Eksisting 2

Dalam pembahasan ini, peneliti akan melakukan uji ulang dengan memodifikasi bangunan eksisting, di mana setiap bukaan akan dibuka. Tujuannya adalah untuk melihat bagaimana hasilnya berbeda dibandingkan dengan simulasi sebelumnya.

**Tabel 4.3 : Uji Simulasi Software CFD**

Hasil simulasi bangunan eksisting	Suhu Udara dan Kecepatan Angin
 <p data-bbox="323 589 683 618"><b>Gambar 4.9</b> Lantai 1 bangunan</p>	<p data-bbox="794 315 1018 344">Suhu udara: 25,8 °C</p> <p data-bbox="794 360 1102 389">Kecepatan Angin: 0,29 m/s</p>
 <p data-bbox="323 909 683 938"><b>Gambar 4.10</b> Lantai 2 bangunan</p>	<p data-bbox="794 636 1018 665">Suhu udara: 27,1 °C</p> <p data-bbox="794 680 1102 710">Kecepatan Angin: 0,18 m/s</p>

Sumber : Penelitian, 2024

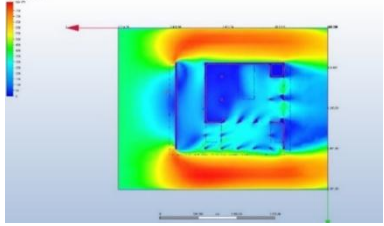
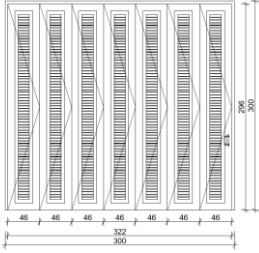
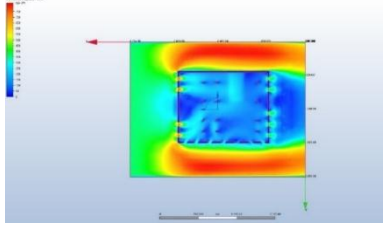

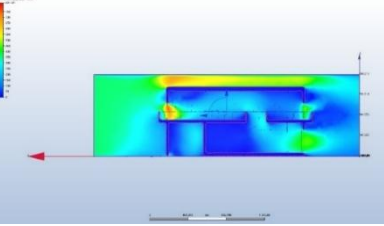

#### 4.5. Hasil dan Rekomendasi

Dari hasil simulasi sebelumnya, bangunan eksisting diuji menggunakan CFD untuk membandingkan bagaimana perilaku angin terhadap bangunan eksisting dan bagaimana bangunan tersebut merespons penghawaan alami. Pada simulasi pertama, bangunan diuji dalam bentuk aslinya, seperti yang terlihat pada **Gambar 4.7** dan **Gambar 4.7**. Kemudian, pada simulasi kedua, bangunan diuji tanpa penutup seperti jendela, pintu, dan lain-lain, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4.9** dan **Gambar 4.10**. Dari kedua simulasi ini, peneliti dapat melanjutkan penelitian dengan memberikan solusi atau rekomendasi desain untuk memperbaiki bangunan tersebut.

Pada denah masjid, lantai satu dan lantai dua memiliki bukaan dengan ukuran dan jumlah yang berbeda. Pada lantai satu, terdapat empat bukaan dengan jenis folding door atau bifold door tipe Concetina door. Bukaan tersebut berukuran sekitar 9,9 m<sup>2</sup> (dua buah, total 19,8 m<sup>2</sup>) dan 6,9 m<sup>2</sup> (tiga buah, total 20,7 m<sup>2</sup>), sehingga total bukaan pada lantai satu adalah sekitar 40,5 m<sup>2</sup>. Sedangkan pada lantai dua, terdapat 17 bukaan dengan ukuran masing-masing 1,98 m<sup>2</sup>.

Sehingga total bukaan pada lantai dua adalah 33,66 m<sup>2</sup>. Dengan demikian, total bukaan pada lantai satu dan lantai dua adalah 74,16 m<sup>2</sup>. Luas total kedua lantai adalah 370,5 m<sup>2</sup>. Persentase luas bukaan terhadap luas lantai adalah,  $74,18 \text{ m}^2 / 370,5 \text{ m}^2 \times 100 = 20,02\%$ . Persentase ini sudah sesuai dengan SNI 03-6572-2001, yang mensyaratkan luas ventilasi lebih dari 5% dari luas lantai suatu ruang untuk ventilasi alami.

**Tabel 4.4 : Uji Simulasi Software CFD**

Hasil Simulasi Bangunan Eksisting	Dimensi Bukaannya	Suhu Udara dan Kecepatan Angin
 <p><b>Gambar 4.11</b> Simulasi Lantai 1 bangunan</p>	 <p><b>Gambar 4.14</b> Dimensi Bukaannya Lantai 1 (Bifold Door)</p>	<p>Suhu Udara: 24,2 °C                      Kecepatan Angin: 0,39 m/s</p>
 <p><b>Gambar 4.12</b> Simulasi Lantai 2 bangunan</p>	 <p><b>Gambar 4.15</b> Dimensi Bukaannya Lantai 2</p>	<p>Suhu Udara: 22,2 °C                      Kecepatan Angin: 0,42 m/s</p>
 <p><b>Gambar 4.13</b> Simulasi Potongan bangunan A-A</p>	 <p><b>Gambar 4.16</b> Dimensi Bukaannya Lantai 2</p>	<p>Suhu Udara: 22-24 °C                      Kecepatan Angin: 0,24 m/s</p>

Sumber : Penelitian, 2024

Berdasarkan hasil simulasi pada bangunan eksisting yang ditunjukkan pada **Gambar 4.11**, **Gambar 4.12**, dan **Gambar 4.13**, bangunan berhasil memperoleh ventilasi alami. Pada lantai satu, terdapat aliran angin dengan kecepatan 0,39 m/s, yang sesuai dengan standar SNI 03-6572-2001. Sedangkan pada lantai dua, kecepatan angin mencapai 0,42 m/s, yang juga sesuai dengan standar tersebut. **Gambar 4.13** memperlihatkan aliran angin di dalam bangunan, menunjukkan terjadinya ventilasi silang (*cross ventilation*) dengan kecepatan angin sebesar 0,24 m/s. Aliran angin masuk melalui ventilasi di lantai dua pada sisi selatan, mengalir ke area lantai satu, dan keluar melalui ventilasi di sisi utara.

## 5. KESIMPULAN

Penelitian ini mengevaluasi efektivitas penghawaan alami dalam meningkatkan kenyamanan termal di Masjid Nurul At-Qiya, Plosokuning, Yogyakarta. Analisis kuantitatif dan simulasi CFD menunjukkan bahwa desain bangunan eksisting belum optimal dalam mendukung aliran udara alami akibat minimnya bukaan. Hal ini menyebabkan suhu dalam ruangan melebihi standar kenyamanan termal SNI 03-6571-2001 (24°C – 26°C) dan kecepatan angin yang rendah, terutama berdampak pada jamaah lanjut usia.

Untuk mengatasi masalah ini, penelitian merekomendasikan peningkatan jumlah dan ukuran bukaan serta optimasi orientasi bangunan terhadap arah angin dominan. Simulasi

ulang dengan modifikasi bukaan menunjukkan perbaikan signifikan, dengan suhu turun ke kisaran 22°C – 24°C dan kecepatan angin meningkat hingga 0,42 m/s.

Selain meningkatkan kenyamanan termal, penerapan penghawaan alami dapat mengurangi ketergantungan pada AC, menekan konsumsi energi, dan menurunkan biaya operasional serta dampak lingkungan. Namun, tantangan seperti ketergantungan pada kondisi cuaca dan potensi kebisingan memerlukan solusi tambahan, seperti material peredam suara dan edukasi jamaah.

Secara keseluruhan, optimalisasi penghawaan alami merupakan solusi efektif untuk meningkatkan kenyamanan, efisiensi energi, dan keberlanjutan masjid. Dengan desain yang tepat, masjid dapat menjadi ruang ibadah yang lebih nyaman dan ramah lingkungan.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Adinda, A., Rachmawati, R., & Mattin, A. (2022). *KENYAMANAN TERMAL DAN ADAPTASI PERANCANGAN BANGUNAN DI KOTA BALIKPAPAN*. 1.
- Alain Bastide, P. L., & François Garde, H. B. (2006). *Energy and Buildings* (1–39). <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2005.12.005>
- Ali Najeeb Alashaab, A., & Saeed Alamery, M. (2018). Investigation And Improvement The Thermal Comfort Of The Air Conditioning mosque At Hot—Dry Climate In Baghdad. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 454, 012154. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/454/1/012154>
- Apolonio Callejas, I. J., Cleonice Durante, L., Diz-Mellado, E., & Galán-Marín, C. (2020). Thermal Sensation in Courtyards: Potentialities as a Passive Strategy in Tropical Climates. *Sustainability*, 12(15), 6135. <https://doi.org/10.3390/su12156135>
- Arêa Leão Borges, V.C. (2020). *Thermal sensation in outdoor urban spaces: A study in a Tropical Savannah climate, Brazil*. *Int. J. BiometeorDurante, L.C.* 64, 533–545.
- Bakti, I., & Rosyidi, F. A. (2023). *EVALUASI EFEKTIVITAS SISTEM PENGHAWAAN ALAMI DI DALAM RUANG STUDIO IV/2 C DENGAN APLIKASI AUTODESK CFD*. 6(2).
- Barliana, M. S. (2008). PERKEMBANGAN ARSITEKTUR MASJID: SUATU TRANSFORMASI BENTUK DAN RUANG. *Jurnal Pendidikan Sejarah*.
- Boti, M. A. (2014). *PRA PROPOSAL TESIS KESEHATAN DALAM ARSITEKTUR TRADISIONAL KAB. TIMOR TENGAH SELATAN* Disusun Oleh: Apridus Kefas Lapenangga. (n.d.).
- Bulbaai, R., & Halman, J. I. M. (2021). Energy-Efficient Building Design for a Tropical Climate: A Field Study on the Caribbean Island Curaçao. *Sustainability*, 13(23), 13274. <https://doi.org/10.3390/su132313274>
- Mata, T. (2022). *Indoor Air Quality in Elderly Centers: Pollutants Emission and Health Effects*. *Environments*. <https://doi.org/10.3390/environments9070086>.
- Nizam, A. M., & Hendrawati, D. (2022). *Evaluasi Kinerja Penghawaan Alami pada Bangunan Epic Coffee & Epilog Furniture*.
- Richard, L. (n.d.). Correlates of hot day air-conditioning use among middle-aged and older adults with chronic heart and lung diseases: The role of health beliefs and cues to action. *2011*, 26 1, 77–88.
- S. Boutet, Terry. (1987). *Controlling Air Movement: A Manual For Architects and Builders, United State Of America: R.R. Donneley & Sons Company*.
- Santoso, E. I. (2012). *KENYAMANAN TERMAL INDOOR PADA BANGUNAN DI DAERAH BERIKLIM TROPIS LEMBAB*. 1(1).

- Sugini, S., Fitriani, A. N., & Anggoman, F. R. (2017). THE THERMAL PERFORMANCE OF MOSQUE WITH DOME ROOF AND TAJUK LIMASAN (Case study: Ottoman Mosques in Turkey and Java Mosques in Indonesia). *DIMENSI (Journal of Architecture and Built Environment)*, 44(1), 67–78. <https://doi.org/10.9744/dimensi.44.1.67-78>
- Syafira, F. H., Mufida, E., & Hady, M. (2022). *PENGHAWAAN ALAMI UNTUK KENYAMANAN TERMAL PADA KASUS BANGUNAN GOR BAMBU RUNCING DI TEMANGGUNG*.
- Syahriza, M. A., Setiawan, A., & Suryanti, N. (2023). *PENGARUH DESAIN BUKAAN SEBAGAI OPTIMALISASI SIRKULASI UDARA DALAM RUANG*. 6(2).
- Trindade da Silva, F. (2015). *An integrated approach for ventilation's assessment on outdoor thermal comfort*. *Build. Environ.* 87. 59–71.
- Widyanto, H. B. (2018). *Sistem Monitoring Kecepatan dan Arah Angin Berbasis Internet of Thing (IOT) Sebagai Peringatan Dini Bencana Alam*.
- Yüksel, A., Arıcı, M., Krajčák, M., Civan, M., & Karabay, H. (2024). Cooling operation strategies in a typical neighborhood mosque: A Case study on electricity consumption, CO2 emissions, and thermal comfort. *Energy and Buildings*, 310, 114073. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114073>