

PENGARUH BUKAAN TERHADAP KENYAMANAN SUHU PADA MASJID JAKARTA ISLAMIC CENTER

Afra Hana Melita¹, M. Satya Adhitama², Agung Murti Nugroho²

¹ Mahasiswa Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

² Dosen Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167 Malang, 65145, Jawa Timur, Indonesia
Alamat Email penulis: uniafra94@gmail.com

ABSTRAK

Pemanasan suhu pada Jakarta Utara meningkat hingga 2°C dengan rata-rata 32°C. Elemen bangunan yang dapat menurunkan suhu yakni bukaan. Masjid Jakarta Islamic Center merupakan bangunan pada area Jakarta Utara yang menggunakan sistem penghawaan alami. Bukaan yang dominan pada masjid yakni jenis kerawangan, dimana jenis ini minim dalam mengalirkan udara kedalam bangunan. Untuk itu perlu dilakukannya pengkajian mengenai keadaan bukaan yang berpengaruh pada penurunan suhu di masjid. Metode yang digunakan pada penelitian ini deskriptif analisis kuantitatif melalui pengukuran lapangan dengan validasi data melalui simulasi software ANSYS 14.5 serta kuesioner. Penelitian dilakukan pada ruangan masjid yang masih menggunakan sistem penghawaan alami. Untuk hasil penelitian menunjukkan suhu didalam ruang berkisar 28°C - 30°C, kondisi tersebut masih melewati batas dari standar suhu normal ruangan tropis, dan keadaan bukaan berkisar 22,3% berbanding dengan luas dinding masjid, dimana kondisi ini juga masih kurang dari standar luasan bukaan yang telah ditetapkan. Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan suhu yang terjadi dengan adanya luas bukaan yang ditambah pada jenis kerawangan, dimana rekomendasi desain luas bukaan yakni 57,8% berbanding dengan luas dinding masjid dan dapat menurunkan suhu hingga 27,2°C.

Kata kunci : Kenyamanan suhu, bukaan jenis kerawangan, masjid Jakarta Islamic Center

ABSTRACT

The heating of temperature at North Jakarta increased to 2°C with an average 32°C. The element of building that can decrease temperature is the opening. Jakarta Islamic Center Mosque is the building at North Jakarta which is using natural air system. The dominant type of openings at the mosque is kerawangan, which is this type can drain the air slowly into the building. Therefore the research is necessary to knowing the effect of the aperture to decrease the temperature at mosque. The metode of this research is descriptive quantitative analysis through the field measurements with data validation and through the simulation of ANSYS 14.5 software with the questioner. The research was conducted at the room of mosque that still use natural water system. For the results showed the temperature in the room about 28° C - 30 °C, that condition is still over the limit of the standard normal room temperature tropics, and the state of opening is about 22,3% compared with the extens wall of the mosque, which is this condition is still less than the area openings that have been determined. the result showed a decrease of temperature through the extented openings at kerawangan type, which is the recommendation of openings is 57,8%, compared through the mosque openings and that can decrease the temperature to 27, °C.

Keywords : Temperature comfort, openings, Jakarta Islamic Center Mosque

1. Pendahuluan

Jakarta merupakan dataran rendah dan sebagian wilayahnya disisi Utara berbatasan dengan garis pantai. Dengan adanya isu pemanasan global ini menjadikan Jakarta pernah mencapai suhu rata-rata panas hingga 39° C. Untuk rata-rata suhu maksimum pada bulan Januari hingga Desember pada tahun 2015 menurut BMKG bekisar pada 32° C khususnya pada daerah Jakarta Utara, dimana kawasan Jakarta Utara merupakan kawasan yang berbatasan dengan garis pantai DKI Jakarta, pada kawasan Jakarta Utara pun suhu rata-rata maksimum di tiap tahunnya semakin meningkat atau semakin panas berdasarkan data BMKG dari tahun 2011-2015. Maka salah satunya dalam mendapatkan penghawaan suhu yang optimal pada iklim tropis lembab dapat dicapai melalui elemen bukaan yang baik, maka bukaan harus dirancang sedemikian rupa agar dapat menyesuaikan dengan iklim disekitarnya.

Masjid Jakarta Islamic Center sendiri merupakan sebuah bangunan dengan fungsi fasilitas umum yang memanfaatkan penghawaan alami sebagai sumber utama penghawaan bangunan yang terletak pada DKI Jakarta khususnya Jakarta Utara, dimana keadaan Iklim DKI Jakarta sudah mencapai batas standar daerah dengan kondisi iklim tropis lembab. Dalam mengalirkan penghawaan alami kedalam bangunan, Masjid Jakarta Islamic Center memanfaatkan beberapa jenis bukaan, namun bukaan yang paling banyak digunakan yakni bukaan alami dengan jenis rooster. Pada bukaan alami yang ada pada bangunan Masjid Jakarta Islamic Center ditemukan beberapa kejanggalan dalam menyalurkan penghawahaan kedalam bangunan, hal ini dilihat dari adanya pergantian rooster yang ada pada ruang shalat yang ada pada Masjid, dikarenakan kondisi suhu ruang yang masih dirasa kurang optimal.

2. Metode

2.1. Tinjauan Iklim

Soegijanto (1999) mengemukakan faktor yang memepengaruhi dalam perancangan bangunan yakni salah satunya melalui iklim, dimana sebuah bangunan yang baik dapat beradaptasi dengan iklim sekitar. Iklim sendiri dapat diklasifikasikan melalui banyak atau dikitnya penyinaan matahari maupun posisi garis lintang bumi, yakni iklim tropis, iklim sub tropis, iklim sedang, iklim dingin (kutub). Indonesia memiliki beberapa standar dan ciri khas iklim tersendiri yakni:

1. Suhu rata-rata $20^{\circ}\text{C} - 33^{\circ}\text{C}$
2. Kecepatan angin rata-rata 2 – 4m / detik

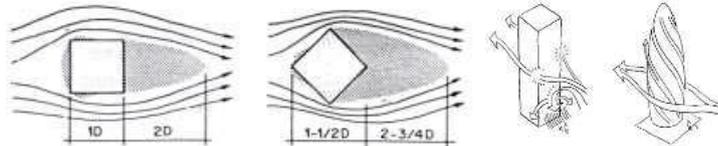
2.2. Studi Teori Kenyamanan Termal

Salah satu aspek dalam memenuhi kenyamanan termal yakni melalui kondisi suhu yang ada pada sekitar. Untuk itu berikut merupakan standar tingkat kenyamanan iklim pada suhu tropis lembab Indonesia menurut SNI 1991:

1. Sejuk Nyaman : TE diantara $20,5^{\circ}\text{C} - 22,8^{\circ}\text{C}$
2. Nyaman optimal : TE diantara $22,8^{\circ}\text{C} - 25,8^{\circ}\text{C}$
3. Panas Nyaman : TE diantara $25,8^{\circ}\text{C} - 27,1^{\circ}$

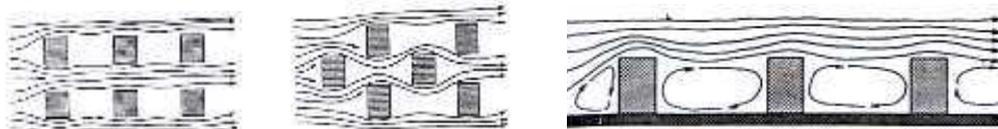
Bentuk maupun desain bukaan udara sangat berkaitan dengan kenyamanan suhu kelak. Setiap bangunan haruslah bisa menyesuaikan dengan keadaan iklim lokasi setempat, hal ini bertujuan agar bangunan dapat memberikan rasa nyaman bagi penggunanya.

1. Orientasi bangunan untuk bentuk bangunan yang tidak memiliki sudut menciptakan aliran udara bergerak melalui selunung bangunan tanpa adanya tabrakan antara bangunan dengan aliran udara yang menyebabkan bayangan angin.



Gambar 1. Orientasi Bangunan Bersudut dan Tidak Bersudut Terhadap Aliran Angin
(Sumber: Boutet, Terry S, 1987)

2. Konfigurasi Bangunan
Peletakkan bentuk maupun dimensi pada sebuah bangunan dapat mempengaruhi lebar bayangan angin. Yang dimaksud dengan bayangan angin pada bangunan yakni sebuah daerah yang tidak terlewati oleh aliran angin yang disebabkan arah angin berubah akibat terbentur dari sisi fasad bangunan.



Gambar 2. Aliran Udara Pada Bangunan
(Sumber: Boutet, Terry S, 1987)

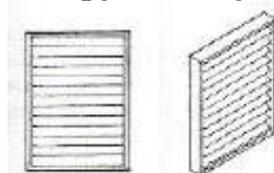
2.3. Kenyamanan Suhu Berdasarkan Analisa Desain Bukaannya

Menurut standar SNI DPU No 1728-1989, luas bukaan jendela pada bangunan memiliki peran yang sangat penting dalam memberikan rasa kenyamanan dan kesehatan bagi penghuni bangunan. Perbandingan ideal antara luas ruangan dengan luas jendela yang baik yakni:

1. 40 – 80% dari luas permukaan dinding.
2. 10 – 20% dari luas lantai
3. Suhu ruangan 24°C -27°C

2.4. Jenis-Jenis Ventilasi Alami

Jenis rancangan pada jendela sangat membawa pengaruh yang besar baik dari sisi kuantitas ataupun arah aliran udara yang akan masuk ke ruangan, salah satu jenis ventilasi yang berkaitan dengan objek penelitian yakni Jalousie Windows, atau jenis Kerawangan. Pada jenis ventilasi ini memiliki kisi-kisi yang biasanya tersusun dan dalam mengalirkan udara dirasa kurang yakni hanya sebesar 15% saja.



Gambar 3. Jendela Jalousie
(Sumber: Ching, 2008)

2.5. Persebaran Aliran Angin

Dalam memenuhi kenyamanan suhu yang yang ditimbulkan oleh bukaan selain dipengaruhi oleh jenis bukaan dan luas bukaan, kecepatan angin juga membawa dampak terhadap penurunan suhu didalam ruangan, sehingga faktor yang menyebabkan kenyamanan suhu yang dipengaruhi oleh bukaan dari sisi bukaan yakni jenis bukaan dan luas bukaan, kecepatan angin, serta luas ruangan.

Tabel 1. Pengaruh Kecepatan Angin

Kecepatan Angin	Pengaruh Kenyamanan	Efek Penyebaran (Pada Suhu 30°C)
<0,25 m/s	Tidak dapat dirasakan	0 °C
0,25 - 0,5 m/s	Paling nyaman	0,5 - 0,7 °C
0,5 - 1 m/s	Masih nyaman, gerakan udara dapat dirasakan	1 - 1,2 °C
1 - 1,5 m/s	Kecepatan maksimal	1,7 - 2,2 °C
1,5 - 2 m/s	Kurang nyaman, berangin	2 - 3,3 °C
> 2 m/s	Tinggi, kesehatan dapat terganggu	2,3 - 4,2 °C

(Sumber: Frick, 2001)

2.6. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif eksperimental, yakni metode yang menjabarkan bahasan umum hingga bahasan khusus dan menghubungkan antara lapangan dengan dasar teori yang sudah dipilih. Selanjutnya ditarik sebuah kesimpulan dari masalah yang sedang dikaji. Teknik penelitian dilakukan berdasarkan observasi atau survei lapangan, foto bersumber dari dokumen pribadi, studi pustaka, hingga simulasi.

Tabel 2. Variabel Penelitian

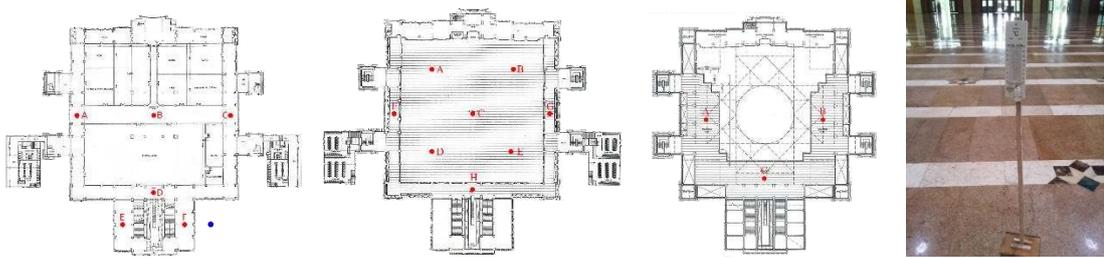
VARIABEL	SUB VARIABEL	INDIKATOR
IKLIM	Suhu	Tingkat Keterimaan Panas, Besaran
	Orientasi Bangunan, Konfigurasi Bangunan	Arah Hadap, Bentuk Denah
BANGUNAN	Hubungan Dengan Bangunan Sekitar	Posisi Antar Bangunan Jarak Antar Bangunan
	Inlet dan Outlet Bukaan dan Jenis Bukaan	Orientasi Dan Lokasi Bukaan, Ukuran Prosentase

(Sumber: Data Olahan Pribadi)

Objek kajian ini berada di kompleks Jakarta Islamic Center yakni sebuah bangunan yang diperuntukkan sebagai masjid, terletak di jalan Kramat Tunggak, Jakarta Utara, DKI Jakarta, dimana bangunan Masjid memiliki 2 lantai utama dengan tambahan 1 lantai mezanin. Penelitian dilakukan selama kurang lebih 1 minggu. Pengukuran dan pencatatan suhu ruang di lakukan pada waktu subuh (04.30-05.30), dzuhur (11.30-12.30), ashar (14.30-15.30), magrib (17.30-18.30), dan isya (18.30-19.30). Adapun alat yang digunakan dalam penelitian yakni termometer analog "Yenaco Brand Wet and Dry Thermometer". Hasil Kajian juga akan disandingkan dengan simulasi kontur suhu dengan menggunakan *software* "Ansys 14.5"



Gambar 4. Objek Penelitian
(Sumber: Google Earth)

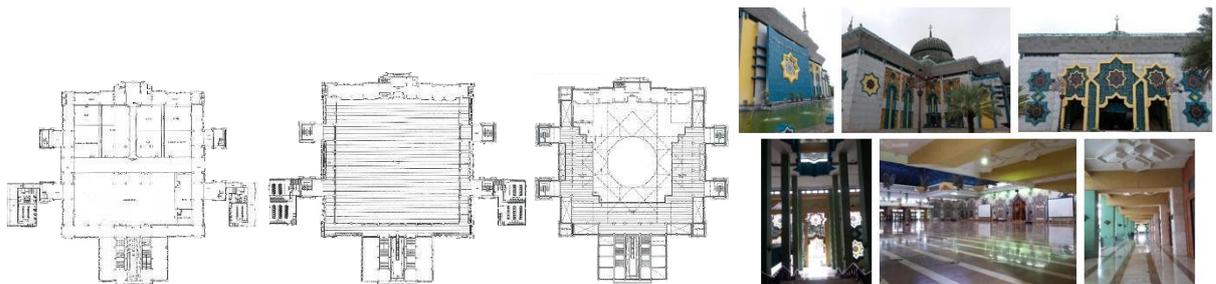


Gambar 5. Titik Pengukuran (Kiri Ke Kanan: Lt. 1, Lt. 2, Lt. 2 Mezanin) dan Alat Pengukuran
(Sumber: Data Olahan Pribadi)

3. Hasil dan Pembahasan

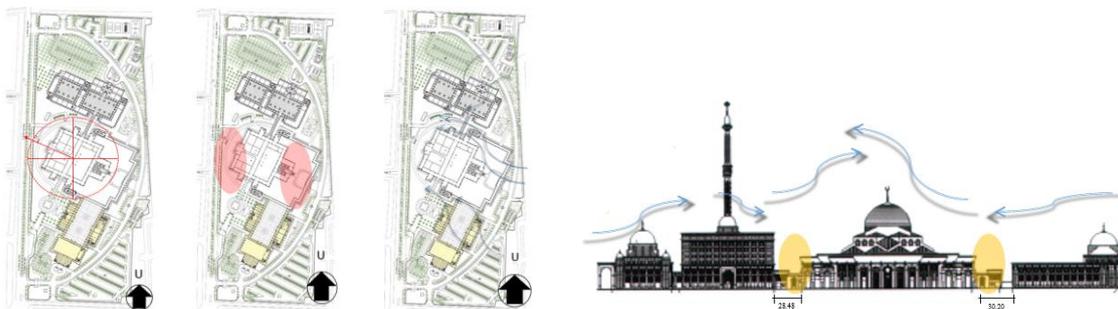
3.1. Identifikasi Objek

Bangunan Masjid pada Jakarta Islamic Center sendiri merupakan bangunan yang paling awal terbangun pada kompleks Jakarta Islamic Center. Bangunan ini terdiri dari tiga lantai, dengan luas bangunan seluas 14.625m². Ruang-ruang yang ada pada bangunan Masjid Jakarta Islamic Center yang terdiri dari dua lantai dan tambahan satu lantai mezanin yang digunakan sebagai ruang shalat wanita:



Gambar 6. Denah dan Beberapa Foto Eksterior Maupun Interior Masjid Jakarta Islamic Center
(Sumber: Data Olahan Pribadi)

Arah orientasi bangunan masjid mengarah ke Barat Laut atau 25,09° dari arah Barat menuju Utara. Muka bangunan utama yang menghadap ke arah Barat Laut maupun Tenggara. Proses radiasi terbanyak pada area permukaan bangunan masjid Jakarta Islamic Center berada pada sisi Timur Laut untuk di jam 9.00 – 11.00 WIB dan pada sisi Barat Laut untuk di jam 13.00 – 16.00 WIB. Dengan bentuk bangunan yang serupa yakni kubus, sesuai dengan teori yang telah dibahas kawasan yang memiliki susunan bangunan dengan pola grid maka angin yang akan melewati bangunan tidak dapat diteruskan dan akan terjadi turbulensi dimana hal inilah yang menciptakan banyaknya area bayangan angin.



Gambar 7. Orientasi dan Arah Gerak Penyinaran Maupun Agin Pada Site Jakarta Islamic Center
(Sumber: Data Olahan Pribadi)

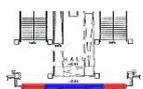
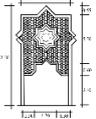
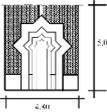
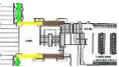
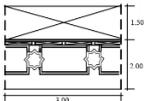
3.2. Orientasi Bukaannya Masuk Dan Keluar

Jika dilihat dari orientasi bukaan inlet maupun outlet pada denah masjid Jakarta Islamic Center disini 50% dari keseluruhan permukaan bangunan Masjid merupakan area inlet, dan 50% lainnya merupakan area outlet. Hal ini dikarenakan rata – rata dari arah aliran angin pada kawasan Jakarta Islamic Center berasal dari 2 arah yang berbeda, yakni dari arah Tenggara dan Timur Laut. Dengan bukaan yang seimbang seharusnya udara di dalam ruangan masjid sudah dirasa baik.

3.3. Analisis Bukaannya

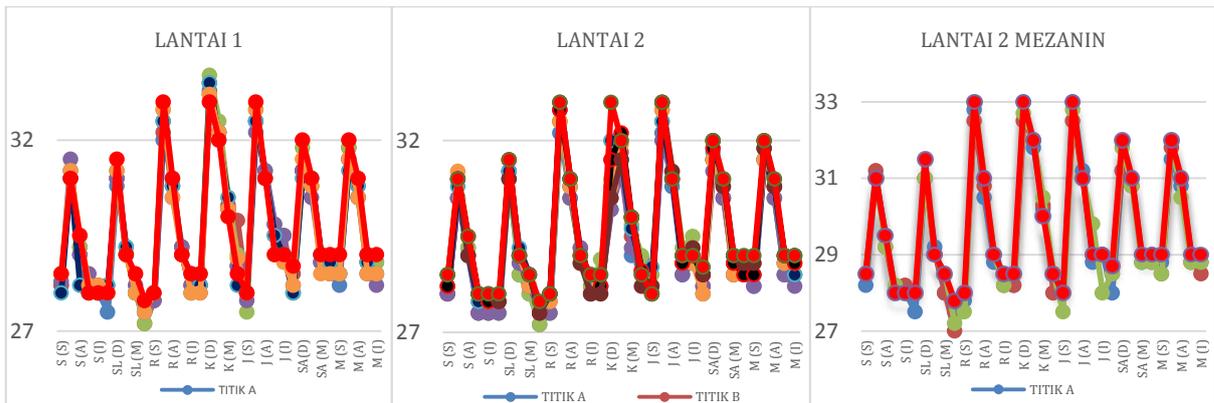
Tipe bukaan pada bangunan Masjid Jakarta Islamic Center di dominasi oleh bukaan dengan jenis rooster. Dan jenis rooster pada bangunan ini memiliki ukuran dan tipe yang sama di tiap bukaan yang memakai jenis rooster.

Tabel 3. Beberapa Contoh Bukaannya dan Prosentasenya Pada Tiap Lantai

Keyplan Letak Bukaannya Alami Lantai 1					
Pot. keyplan	Bukaan	Foto bukaan	Gambar dan Ukuran Bukaannya	Tipe Bukaannya	Prosentase bukaan
	1			Rooster dan Pintu	57,8 %
Keyplan Letak Bukaannya Alami Lantai 2					
Pot. keyplan	Bukaan	Foto bukaan	Gambar dan Ukuran Bukaannya	Tipe Bukaannya	Prosentase bukaan
	1			Rooster	42 %
Keyplan Letak Bukaannya Alami Lantai 2 Mezanin					
Pot. keyplan	Bukaan	Foto bukaan	Gambar dan Ukuran Bukaannya	Tipe Bukaannya	Prosentase bukaan
	1			Bukaan	100 %

(Sumber: Data Olahan Pribadi)

3.4. Analisis Pengukuran



Gambar 8. Grafik Selama Satu Minggu Pada Tiap Titik Yang Sudah Di Tentukan
(Sumber: Data Olahan Pribadi)

Pengukuran pada lantai satu suhu terpanas yakni pada waktu Dzhur dan Ashar, terdapat beberapa hari yang panasnya melebihi panas dari suhu luar bangunan. Pengukuran dilantai dua kondisi suhu yang ada pada tiap titik jarang melampaui rata-rata. Titik yang memiliki kondisi yang tidak jauh berbeda dengan kondisi suhu di luar bangunan yakni titik yang terdapat pada koridor saja. Hal ini dikarenakan koridor memiliki bukaan langsung kearah luar bangunan. Untuk lantai 2 mezanin kondisi ditiap titik pada lantai ini rata-rata tidak banyak yang melebihi dari kondisi panas rata-rata suhu luar bangunan. . Jika dibandingkan dengan kondisi bukaan yang ada, lantai 2 mezanin tidak memiliki bukaan langsung yang mengarah ke arah luar bangunan. bukaan pada lantai ini menghadap kearah koridor yang ada dilantai dua.

3.5. Analisis Perbandingan Kondisi Suhu Simulasi Ansys dengan Pengukuran Lapangan

Tabel 4. Hasil Uji Lapangan Dengan Uji Simulasi Lantai

Hasil Pengukuran Lapangan Dan Hasil Simulasi Ansys Analisis Lantai 1			
Kamis, 24 Maret 2016	Hasil Pengukuran Lapangan	Hasil Simulasi Ansys	Analisis
Waktu Subuh (04.30 - 05.30)			Kondisi suhu pengukuran lapangan rata – rata 28,183 °C . Sementara kondisi suhu simulasi rata – rata 28,251 °C .
Hasil Pengukuran Lapangan Dan Hasil Simulasi Ansys Analisis Lantai 2			
Kamis, 24 Maret 2016	Hasil Pengukuran Lapangan	Hasil Simulasi Ansys	Analisis
Waktu Subuh (04.30 - 05.30)			Kondisi suhu pengukuran lapangan rata – rata 28,275 °C . Sementara kondisi suhu simulasi rata – rata 28,157 °C .
Hasil Pengukuran Lapangan Dan Hasil Simulasi Ansys Analisis Lantai 2 Mezanin			
Kamis, 24 Maret 2016	Hasil Pengukuran Lapangan	Hasil Simulasi Ansys	Analisis
Waktu Subuh (04.30 - 05.30)			Kondisi suhu pengukuran lapangan rata – rata 28,7 °C . Sementara kondisi suhu simulasi rata – rata 28,156 °C .

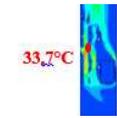
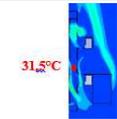
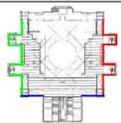
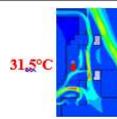
(Sumber: Data Olahan Pribadi)

Setelah dilakukannya pengukuran secara langsung dengan menggunakan thermometer dalam lima waktu disatu hari selama satu minggu, untuk lebih jelasnya maka akan disandingkan dengan simulasi yang dilakukan secara simulasi digital atau melalui aplikasi yang memiliki aplikasi khusus dalam mengukur kondisi suhu didalam sebuah ruangan. Simulasi yang dilakukan menggunakan salah satu program yang ada di komputer yakni, *ANSYS 14.5*.

3.6. Analisis Luas Bukaannya Terhadap pengukuran dan Simulasi Suhu Sesuai Standar

Disimpulkan bahwa total kebutuhan bukaan penghawaan alami dari bagian fasade bangunan seluas 816.5 m², Sementara untuk ruangan sholat sendiri akan kebutuhan penghawaan 17.000 m² pada keliling ruang shalat. Sehingga besaraan luas berikut merupakan luas bukaan yang dibutuhkan dalam memenuhi standar penghawaan dalam sebuah bangunan Masjid Jakarta Islamic Center dalam mencapai penghawaan yang optimal ke dalam bangunan.

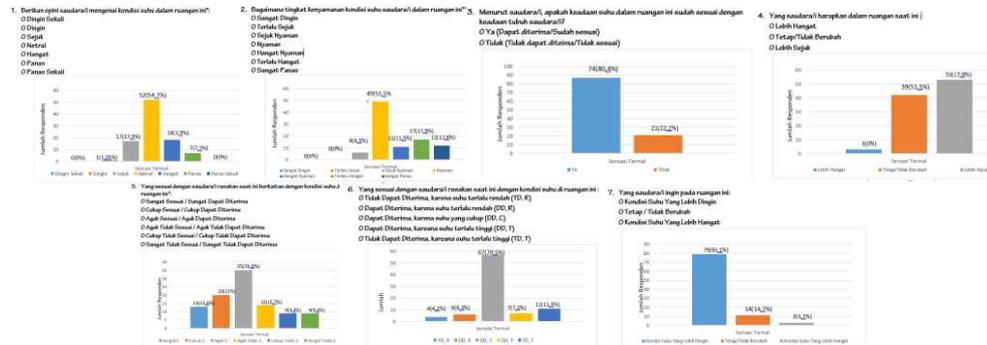
Tabel 5. Kesimpulan Analisis Pengaruh Bukaannya Terhadap Suhu

Keyplan Lantai 1		Jenis Bukaannya		
				
No.	Bagian	Pengukuran dan Simulasi	Prosentase Luas Bukaannya	Kesimpulan
1.	 Timur Laut	 Standar Ruangannya 24-27 °C	Luas Dinding = 870 m ² Luas Bukaannya = 276,84 m ² Prose = 31,82 % Standar SNI 40-80%	Bukaan dinding Timur Laut masih kurang 8,81% atau 71 m² . Suhu eksisting Timur Laut lebih panas 7,7 °C
Keyplan Lantai 2		Jenis Bukaannya		
				
No.	Bagian	Pengukuran dan Simulasi	Prosentase Luas Bukaannya	Kesimpulan
1.	 Timur Laut	 Standar Ruangannya 24-27 °C	Luas Dinding = 630 m ² Luas Bukaannya = 141,83 m ² Prose = 22,51 % Standar SNI 40-80%	Bukaan dinding Timur Laut masih kurang 15,5% atau 110,25 m² . Suhu eksisting Timur Laut lebih panas 5,5 °C
Keyplan Lantai 2 Mezanin		Jenis Bukaannya		
				
No.	Bagian	Pengukuran dan Simulasi	Prosentase Luas Bukaannya	Kesimpulan
1.	 Bagian Timur Laut	 Standar Ruangannya 24-27 °C	Luas Dinding = 630 m ² Luas Bukaannya = 87,93 m ² Prose = 14 % Standar SNI 40-80%	Bukaan dinding Timur Laut masih kurang 14% atau 88 m² . Suhu eksisting Timur Laut lebih panas 5,5 °C

(Sumber: Data Olahan Pribadi)

3.7. Hasil Kuesioner

Pengguna bangunan Masjid Jakarta Islamic Center bersifat netral dan merasa sedikit panas terhadap kondisi suhu yang ada pada waktu dzuhur, juga terdapat keinginan untuk mendapatkan keadaan suhu yang lebih sejuk.



Gambar 9. Grafik Selama Satu Minggu Pada Tiap Titik Yang Sudah Ditentukan (Sumber: Data Olahan Pribadi)

3.8. Rekomendasi

Tabel 6. Tabel Rekomendasi Bukaannya

Perbedaan	Isometri	Tampak Kerawangan 1 Pola	Tampak Kerawangan 4 Pola	Detail	L. Bukaannya Keseluruhan	L. Dinding Keseluruhan	Prosentase
Kerawangan Lama 42%					1.188,54 m ²	5.298 m ²	22,32 %
Kerawangan Baru 1 61%					2.356,5 m ²	5.298 m ²	44%
Kerawangan Baru 2 63%					2.808 m ²	5.298 m ²	53%
Kerawangan Baru 3 68%					3.062,2 m ²	5.298 m ²	57,8%

(Sumber: Data Olahan Pribadi)

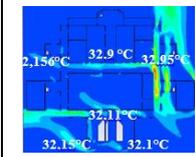
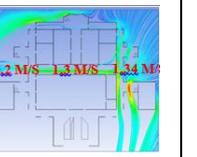
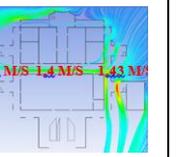
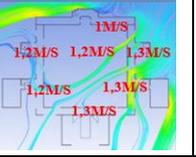
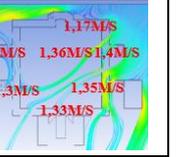
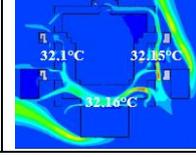
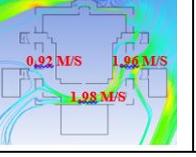
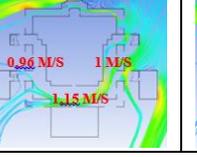
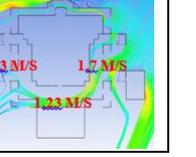
Dari hasil rekomendasi bukaannya yang baru dapat dilihat bahwa ukuran pola bukaannya eksisting dengan 3 rekomendasi lainnya masih dengan ukuran pola yang sama. Yang membedakan yakni bentuk pola kerawangan, kerapatan, maupun terdapat beberapa penambahan fungsi jenis jendela lainnya pada beberapa pintu di sebuah ruangan. Rekomendasi yang disarankan dilihat sudah melebihi dari prosentase standar perbandingan antara luas dinding dengan luas bukaannya yang ada yakni 40%.

3.9. Perbandingan Simulasi Bukaannya Rekomendasi

Total penurunan suhu pada ketiga rekomendasi melalui simulasi sebagai berikut:

1. Rekomendasi 1, Persentase bukaannya 44%, penurunan suhu hingga 29 °C.
2. Rekomendasi 1, Persentase bukaannya 53%, penurunan suhu hingga 28 °C.
3. Rekomendasi 1, Persentase bukaannya 57,8%, penurunan suhu hingga 27,2 °C.

Tabel 7. Tabel Rekomendasi Bukaannya

Rekomendasi 1	Simulasi Temperatur (Kamis, Dzuhur)	Simulasi Aliran Udara (0.5 M/S)	Simulasi Aliran Udara (1,5 M/S)	Simulasi Aliran Udara (2 M/S)	Simulasi Aliran Udara (2,5 M/S)
Lantai 1					
Lantai 2					
Lantai 2 Mezanin					

(Sumber: Data Olahan Pribadi)

4. Kesimpulan

Melalui Penelitian mengenai keadaan kondisi suhu pada bangunan Masjid Jakarta Islamic Center dapat disimpulkan:

1. Terdapat 17 model bukaan alami yang dapat diidentifikasi
2. Dalam penelitian lantai 1, dibagi 3 wilayah. Perbandingan luas bukaan dengan luas dinding pada ketiga area tersebut jauh dari standar SNI DPU No 1728-1989, rata-rata prosentase bukaan 10%, dengan suhu rata-rata 31 °C.
3. Dalam penelitian lantai 2, dibagi menjadi 4 wilayah. Dari ke empat area tersebut jauh dari standar SNI DPU No 1728-1989. Dimana rata-rata luas bukaan 19% dari luas permukaan dinding dengan suhu rata-rata 31 °C.
4. Dalam penelitian lantai 2 mezanin bangunan dibagi menjadi 3 wilayah. Pada ketiga area suhu rata-rata 31 °C dengan prosentase luas bukaan terhadap 2,3% jauh dari standar SNI DPU No 1728-1989.
5. Sedangkan perbedaan tiap titik suhu pada tiap area juga dapat dipengaruhi oleh jenis bukaan dan orientasi bangunan terhadap arah matahari maupun angin..
6. Untuk rekomendasi bukaan dalam menurunkan suhu dapat ditambahkannya aliran angin sebagai efek penurunan suhu dan rekomendasi yang terbaik ada pada rekomendasi 3 dilihat dari banyaknya penurunan suhu yang dihasilkan melalui simulasi.

Daftar Pustaka

- Boutet, Terry S. 1987. *Controlling Air Movement: A Manual for Architects and Builders*. New York: McGraw-Hill.
- Ching, Francis D.K. 2008. *Ilustrasi Konstruksi Bangunan (Edisi 3)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Frick, Heinz dan Ch. Koesmartadi. 2001. *Ilmu Bangunan, Eksploitasi, Pembuatan, Penggunaan dan Pembuangan*. Kansius. Yogyakarta
- Soegijanto. 1999. *Bangunan di Indonesia dengan Iklim Tropis Lembab Ditinjau dari Aspek Fisika Bangunan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi – Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.