

MAKALAH SKRIPSI 56

**PENGARUH DESAIN BUKAAN
TERHADAP PERGERAKAN UDARA
DALAM MENDUKUNG KENYAMANAN TERMAL
MASJID DARUL ULUM PAMULANG,
TANGERANG SELATAN**



**NAMA : HASYA ARWA AINAYYA
NPM : 6112001228**

PEMBIMBING: DR. NANCY YUSNITA NUGROHO, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ARSITEKTUR
PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR**

Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 143/SK/BAN-PT/AK-ISK/PT/IV/2022 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 10814/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/IX/2021

**BANDUNG
2024**



SKRIPSI 56

**PENGARUH DESAIN BUKAAN
TERHADAP PERGERAKAN UDARA
DALAM MENDUKUNG KENYAMANAN TERMAL
MASJID DARUL ULUM PAMULANG,
TANGERANG SELATAN**



**NAMA : HASYA ARWA AINAYYA
NPM : 6112001228**

PEMBIMBING: DR. NANCY YUSNITA NUGROHO, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ARSITEKTUR
PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR**
Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 1998/SK/BAN-
PT/Ak.Ppj/PT/XII/2022 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN
Perguruan Tinggi No: 10814/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/IX/2021

**BANDUNG
2024**

SKRIPSI 56

**PENGARUH DESAIN BUKAAN
TERHADAP PERGERAKAN UDARA
DALAM MENDUKUNG KENYAMANAN TERMAL
MASJID DARUL ULUM PAMULANG,
TANGERANG SELATAN**



**NAMA : HASYA ARWA AINAYYA
NPM : 6112001228**

PEMBIMBING:

Dr. Nancy Yusnita Nugroho, S.T., M.T.

PENGUJI :

Ir. Mimie Purnama, M.T.

Dr. Yasmin Suriansyah, Ir., MSP.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ARSITEKTUR
PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR**

Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 1998/SK/BAN-PT/Ak.Ppj/PT/XII/2022 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 10814/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/IX/2021

**BANDUNG
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI *(Declaration of Authorship)*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hasya Arwa Ainayya
NPM : 6112001228
Alamat : Margahayu Raya Barat Blok H2, Kota Bandung
Judul Skripsi : Pengaruh Desain Bukaan terhadap Pergerakan Udara
dalam Mendukung Kenyamanan Termal Masjid Darul Ulum
Pamulang, Tangerang Selatan

Dengan ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa :

1. Skripsi ini sepenuhnya adalah hasil karya saya pribadi dan di dalam proses penyusunannya telah tunduk dan menjunjung Kode Etik Penelitian yang berlaku secara umum maupun yang berlaku di lingkungan Universitas Katolik Parahyangan.
2. Jika di kemudian hari ditemukan dan terbukti bahwa isi di dalam Skripsi ini, baik sebagian maupun keseluruhan terdapat penyimpangan-penyimpangan dari Kode Etik Penelitian antara lain seperti tindakan merekayasa atau memalsukan data atau tindakan sejenisnya, tindakan plagiarisme atau autoplagarisme, maka saya bersedia menerima seluruh konsekuensi hukum sesuai ketentuan yang berlaku.

Bandung, 30 Maret 2024



Hasya Arwa Ainayya

Abstrak

PENGARUH DESAIN BUKAAN TERHADAP PERGERAKAN UDARA DALAM MENDUKUNG KENYAMANAN TERMAL MASJID DARUL ULUM PAMULANG, TANGERANG SELATAN

Oleh
Hasya Arwa Ainayya
NPM: 6112001228

Masjid merupakan bangunan ibadah bagi umat Islam. Namun, fungsi bangunan masjid dapat beragam sesuai konteks tempat masjid tersebut, selain tentunya sebagai tempat ibadah. Masjid yang berada di lingkungan fasilitas pendidikan, berfungsi sebagai fasilitas penunjang bagi pelajar serta karyawan yang beraktivitas pada fasilitas pendidikan tersebut. Masjid Darul Ulum Pamulang yang terletak di Universitas Pamulang, Kota Tangerang Selatan merupakan masjid yang diperuntukkan bagi mahasiswa serta pegawai universitas. Masjid ini terbuka untuk umum, tetapi terbatas dalam hal jam operasionalnya karena berada di dalam lingkungan kampus. Selain untuk tempat ibadah, masjid ini digunakan untuk mahasiswa sebagai tempat beristirahat saat menunggu kuliah dan kegiatan kampus lainnya sehingga terjadi fluktuasi jumlah pengguna pada kondisi tertentu. Untuk dapat menunjang aktivitas di dalamnya, kenyamanan termal menjadi aspek penting, mengingat kondisi iklim pada Kota Tangerang yang panas dan lembab. Untuk mencapai kenyamanan termal yang diinginkan, bangunan dirancang menggunakan dinding kerawang sebagai pelingkupnya serta menggunakan ventilasi untuk menciptakan penghawaan silang yang dapat menurunkan suhu di dalam bangunan.

Metode penelitian yang dilakukan adalah deskriptif evaluatif dengan pendekatan kuantitatif. Proses penelitian dimulai dari observasi, pengukuran lapangan, studi data literatur, dan simulasi termal serta pergerakan angin untuk memperoleh data-data kuantitatif yang dapat merepresentasikan kondisi bangunan masjid selama setahun penuh. Pengukuran di lapangan dilakukan pada bulan Maret selama tiga hari dan simulasi dilakukan pada 21 Maret, 22 Juni, dan 22 Desember.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perletakan bukaan pada masjid berhasil menciptakan pergerakan udara silang dengan kecepatan angin rata-rata $\pm 0.8-1$ m/s saat angin bertiup dari arah datang dominan yaitu sisi barat. Adanya *void* di bagian tengah ruangan menambah pergerakan dan kecepatan angin di bagian tersebut, sehingga masih dalam batas kenyamanan walaupun terletak jauh dari bukaan. Namun, area sisi timur ruangan kurang mendapatkan pergerakan angin dan memiliki kecepatan angin yang cenderung rendah, yaitu 0.0-0.3 m/s. Oleh karena itu, beberapa titik ukur pada area ini masih belum memenuhi standar kenyamanan termal. Hasil simulasi Temperatur Operatif menunjukkan sisi ruang bagian barat terpapar sinar matahari barat pada siang dan sore hari, sehingga walaupun kecepatan angin sudah lebih tinggi dibandingkan titik ukur lainnya, area tersebut memerlukan upaya agar kenyamanan termal dapat meningkat. Upaya yang dapat dilakukan di antaranya, dengan mengatur rasio *inlet* dan *outlet* bukaan. Tergantung dari arah datangnya angin, luas bukaan *outlet* dapat ditambah sehingga terjadi peningkatan kecepatan angin. Mengacu pada standar Kenyamanan Termal Adaptif Standar ASHRAE55-2023, untuk meningkatkan kenyamanan termal pada masjid ini diperlukan peningkatan kecepatan angin sebesar 0,3 m/s dengan cara mengubah rasio *inlet* dan *outlet* sehingga terjadi peningkatan kecepatan angin.

Kata-kata kunci: masjid, kenyamanan termal, pergerakan angin, temperatur opera



Abstract

INFLUENCE OF OPENING DESIGN ON WIND MOVEMENT TO ACHIEVE THERMAL COMFORT OF DARUL ULUM MOSQUE PAMULANG, SOUTH TANGERANG

by

Hasya Arwa Ainayya
NPM: 6112001228

A mosque is a place of worship for Muslims. However, the function of a mosque can vary depending on its location, beyond its primary role as a place of worship. A mosque located within an educational institution serves as a support facility for students and staff. The Darul Ulum Pamulang Mosque, situated at Pamulang University in South Tangerang City, is intended for use by university students and staff. While the mosque is open to the public, its operational hours are limited due to its location within the campus. Besides being a place of worship, this mosque provides a resting place for students between classes and other activities, leading to fluctuations in the number of users at certain times. To support the activities within, thermal comfort is a crucial aspect, considering the hot and humid climate conditions in Tangerang City. To achieve the desired thermal comfort, the building is designed using perforated walls as its enclosure and utilizing openings to create cross-ventilation that can lower the temperature inside the building by increasing the air velocity.

The research method in this research is descriptive evaluative with a quantitative approach. The research process began with observations, field measurements, literature data studies, and thermal simulations, as well as wind movement simulations, to obtain quantitative data representing the mosque's conditions throughout the year. Field measurements were conducted in March over three days, and simulations were carried out on March 21, June 22, and December 22.

The research results show that the placement of openings in the mosque successfully creates cross-ventilation with an average wind speed of $\pm 0.8-1$ m/s when the wind blows from the dominant direction, which is the west side. The presence of a void in the central part of the room increases the movement and speed of the wind in that area, maintaining comfort levels even though it is far from the placement of the openings. However, the east side of the room receives less wind movement and has relatively low wind speeds, around 0.0-0.3 m/s. Therefore, some measurement points in this area do not yet meet thermal comfort standards. The Operative Temperature simulation results indicate that the west side of the room is exposed to the afternoon sun, so even though the wind speed is higher than other measurement points, this area requires efforts to enhance thermal comfort. Measures that can be taken as a solution include adjusting the inlet and outlet opening ratios by increasing the outlet opening area which can increase wind speed, therefore also lower air temperature inside the building. Another additional and cost-effective solution is the usage of fans at the east side of the room to maximize air movement and velocity, as well as redirecting hot air to the outlet openings. According to the Adaptive Thermal Comfort Standard ASHRAE 55-2023, improving thermal comfort in this mosque requires an increase in wind speed by 0.3 m/s by adjusting the inlet and outlet ratios to enhance wind speed.

Keywords: *mosque, thermal comfort, wind movement, operative temperature*

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi yang tidak dipublikasikan ini, terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Katolik Parahyangan, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis dengan mengikuti aturan HaKI dan tata cara yang berlaku di lingkungan Universitas Katolik Parahyangan.

Referensi kepastakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh Skripsi haruslah seizin Rektor Universitas Katolik Parahyangan.





UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penelitian ini dibuat untuk memenuhi tugas akhir Program Studi Sarjana Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan. Selama proses penelitian berlangsung, penulis mendapatkan bimbingan, arahan, dukungan, dan saran. Untuk itu rasa terima kasih sedalam-dalamnya penulis sampaikan kepada:

- Dosen pembimbing, Dr. Nancy Yusnita Nugroho, S.T., M.T. atas masukan dan bimbingan yang diberikan
- Dosen penguji, Ir. Mimie Purnama, M.T. dan Dr. Yasmin Suriansyah, Ir. MSP. atas masukan dan bimbingan yang diberikan.



Bandung, 3 Juli 2024

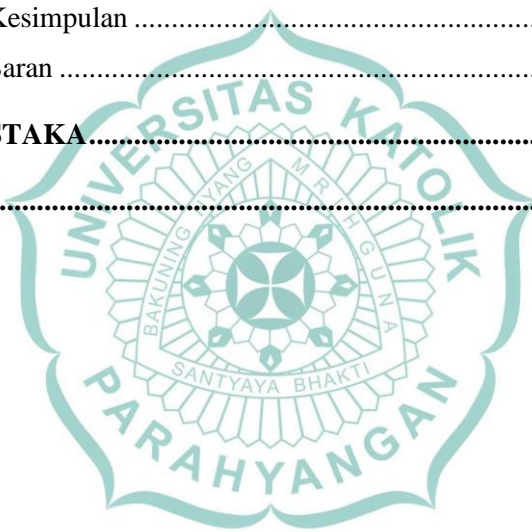


DAFTAR ISI

| | |
|--|----------|
| Abstrak..... | i |
| Abstract..... | iii |
| PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI..... | v |
| UCAPAN TERIMA KASIH..... | .vii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR GAMBAR..... | xi |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xv |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah..... | 3 |
| 1.3. Pertanyaan Penelitian..... | 4 |
| 1.4. Tujuan Penelitian..... | 4 |
| 1.5. Manfaat Penelitian..... | 4 |
| 1.6. Ruang Lingkup Penelitian..... | 5 |
| 1.7. Hipotesis..... | 5 |
| 1.8. Kerangka Penelitian..... | 6 |
| BAB 2 DESAIN BUKAAN, PERGERAKAN UDARA, DAN KENYAMANAN | |
| TERMAL PADA IKLIM TROPIS..... | 7 |
| 2.1. Masjid..... | 7 |
| 2.1.1. Fungsi dan Aktivitas pada Masjid..... | 7 |
| 2.1.2. Prinsip-prinsip Desain Masjid..... | 8 |
| 2.1.3. Kenyamanan Termal pada Masjid..... | 10 |
| 2.2. Iklim Tropis..... | 11 |
| 2.3. Desain Bioklimatik..... | 14 |
| 2.4. Desain Pasif..... | 14 |
| 2.4.1. Penghindaran Panas..... | 14 |
| 2.4.2. Pendinginan Pasif..... | 15 |
| 2.5. Kenyamanan Termal..... | 20 |
| 2.5.1. Faktor Kenyamanan Termal..... | 20 |
| 2.5.2. Standar Kenyamanan Termal..... | 24 |

| | |
|---|-----------|
| 2.6. Desain Bukaan..... | 27 |
| 2.6.1. Perletakan dan Orientasi Bukaan..... | 27 |
| 2.6.2. Luasan dan Tipe Bukaan..... | 28 |
| BAB 3 METODE PENELITIAN | 29 |
| 3.1. Jenis Penelitian | 29 |
| 3.2. Tempat dan Waktu Penelitian | 29 |
| 3.3. Sumber Data..... | 33 |
| 3.4. Teknik Pengumpulan Data..... | 33 |
| 3.4.1. Observasi | 33 |
| 3.4.2. Pengukuran Lapangan..... | 33 |
| 3.4.3. Simulasi Pergerakan Udara | 35 |
| 3.4.4. Simulasi Kondisi Termal..... | 39 |
| 3.5. Tahap Analisis Data..... | 42 |
| 3.6. Tahap Penarikan Kesimpulan | 42 |
| BAB 4 KONDISI TERMAL DAN PENGARUH DESAIN BUKAAN TERHADAP PERGERAKAN UDARA PADA MASJID DARUL ULMUM PAMULANG | 43 |
| 4.1. Variabel Penelitian | 43 |
| 4.2. Data Iklim Kota Tangerang Selatan..... | 43 |
| 4.3. Data Kondisi Fisik Lingkungan Sekitar, Tapak, dan Bangunan Masjid Darul Ulum Pamulang..... | 45 |
| 4.3.1. Kondisi Fisik Lingkungan Sekitar Masjid Darul Ulum Pamulang | 45 |
| 4.3.2. Kondisi Fisik Tapak Masjid Darul Ulum Pamulang..... | 46 |
| 4.3.3. Kondisi Fisik Bangunan Masjid Darul Ulum Pamulang | 48 |
| 4.3.4. Desain Bukaan pada Masjid Darul Ulum Pamulang | 49 |
| 4.4. Data Pengguna dan Kegiatan pada Masjid Darul Ulum Pamulang | 52 |
| 4.5. Data Simulasi Pergerakan Angin Mikro pada Autodesk Forma..... | 52 |
| 4.6. Data Termal Pengukuran Lapangan..... | 54 |
| 4.7. Kondisi dan Kenyamanan Termal berdasarkan Waktu Puncak pada Masjid Darul Ulum Pamulang..... | 61 |
| 4.8. Kondisi dan Kenyamanan Termal berdasarkan Titik Ukur pada Masjid Darul Ulum Pamulang..... | 64 |

| | |
|--|-----------|
| 4.9. Pengaruh Desain Bukaannya terhadap Pergerakan dan Kecepatan Udara pada Masjid Darul Ulum Pamulang..... | 67 |
| 4.9.1. Pergerakan Angin di Lingkungan Sekitar..... | 67 |
| 4.9.2. Kesesuaian Desain Bukaannya terhadap Arah Datang Angin | 69 |
| 4.9.3. Pengaruh Desain Bukaannya terhadap Kecepatan Angin pada Ruang Dalam Masjid Darul Ulum Pamulang | 70 |
| 4.9.4. Pergerakan Udara dalam Mendukung Kenyamanan Termal pada Ruang Dalam Masjid Darul Ulum Pamulang | 73 |
| 4.10. Penambahan Kipas Angin terhadap Kecepatan Udara di Ruang Ibadah Masjid Darul Ulum Pamulang pada Waktu Puncak | 80 |
| BAB 5 KESIMPULAN..... | 83 |
| 5.1. Kesimpulan | 83 |
| 5.2. Saran | 84 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 85 |
| LAMPIRAN | 87 |





DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1.1.1 Eksterior dan Interior Masjid Darul Ulum Pamulang | 2 |
| Gambar 1.1.2 Strategi Desain berdasarkan Givoni Bioclimatic Chart | 3 |
| Gambar 1.8.1 Kerangka Penelitian | 6 |
| Gambar 2.1.1 Tata Letak Ruang Salat pada Masjid | 9 |
| Gambar 2.4.1 Tipe Gerakan Udara | 16 |
| Gambar 2.4.2 Posisi Bukaannya sesuai daerah Bayangan Angin..... | 16 |
| Gambar 2.4.3 Peningkatan Distribusi akibat arah datang angin 45 derajat | 16 |
| Gambar 2.4.4 Arah Angin berdasarkan Jenis Bukaannya | 17 |
| Gambar 2.4.5 Stack Effect | 20 |
| Gambar 2.5.1 Temperatur Operatif | 25 |
| Gambar 2.5.3 Temperatur Operatif pada Kenyamanan Termal Adaptif..... | 26 |
| Gambar 3.2.1 Foto suasana & Lokasi Masjid Darul Ulum Pamulang | 29 |
| Gambar 3.2.2 Titik Ukur Lantai 2 | 30 |
| Gambar 3.2.3 Titik Ukur Lantai 1 | 31 |
| Gambar 3.4.1 Wet Bulb Globe Thermometer | 34 |
| Gambar 3.4.2 Hot Wire Anemometer | 35 |
| Gambar 3.4.3 Script Windrose Grasshopper | 36 |
| Gambar 3.4.4 Interface Autodesk Forma | 37 |
| Gambar 3.4.5 Pemodelan 3D | 38 |
| Gambar 3.4.6 Simulasi Autodesk CFD | 39 |
| Gambar 3.4.7 Pemodelan 3D Rhino | 40 |
| Gambar 3.4.8 Script Model Honeybee Grasshopper | 41 |
| Gambar 3.4.9 Pemodelan Honeybee di Grasshopper | 41 |
| Gambar 4.2.1 DBT Kota Tangerang Selatan | 43 |
| Gambar 4.2.3 Windrose Kota Tangerang Selatan | 45 |
| Gambar 4.3.1 Citra Satelit Masjid Darul Ulum Pamulang | 45 |
| Gambar 4.3.2 Jalan Raya di hadapan Masjid Darul Ulum Pamulang | 46 |
| Gambar 4.3.3 Kawasan Kampus Viktor Universitas Pamulang | 47 |
| Gambar 4.3.4 Plaza Kampus Viktor Universitas Pamulang | 47 |
| Gambar 4.3.5 Gedung Kampus Viktor Universitas Pamulang | 47 |
| Gambar 4.3.6 Gedung Parkir | 48 |
| Gambar 4.3.7 Potongan Perspektif | 49 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.3.8 Detail <i>Roster</i> | 49 |
| Gambar 4.5.1 Pergerakan Angin dari Arah Barat..... | 53 |
| Gambar 4.5.2 Pergerakan Angin dari Arah Utara | 53 |
| Gambar 4.5.3 Pergerakan Angin dari Arah Barat Laut | 54 |
| Gambar 4.9.1 Peletakan Bukaan | 69 |
| Gambar 4.9.2 Pergerakan Udara dengan Kecepatan Angin Maksimal..... | 69 |
| Gambar 4.9.3 Simulasi Pergerakan Udara dan Kecepatan Angin dari Barat | 70 |
| Gambar 4.9.4 Denah Simulasi Pergerakan dan Kecepatan Udara Ruang Dalam ... | 71 |
| Gambar 4.9.5 Potongan Simulasi Pergerakan & Kecepatan Udara Ruang Dalam . | 72 |





DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.4.1 Kecepatan Angin dan Kenyamanan Termal | 19 |
| Tabel 2.4.2 Peningkatan Kecepatan terhadap Rasio Inlet-Outlet | 19 |
| Tabel 2.5.1 Kenyamanan Termal berdasarkan Temperatur Efektif | 21 |
| Tabel 2.5.2 Standar Kecepatan Angin..... | 22 |
| Tabel 2.5.3 Nilai MET berdasarkan Level Aktivitas | 22 |
| Tabel 2.5.4 Nilai MET untuk Kegiatan Tipikal..... | 23 |
| Tabel 2.5.5 Nilai Insulasi Pakaian..... | 23 |
| Tabel 3.2.1 Titik Ukur | 31 |
| Tabel 3.4.1 Data EPW | 39 |
| Tabel 4.3.1 Jenis dan Detail Bukaannya | 50 |
| Tabel 4.6.1 Hasil Pengukuran Ruang Luar Hari ke-1..... | 55 |
| Tabel 4.6.2 Hasil Pengukuran Lantai 1 Hari ke-1 | 55 |
| Tabel 4.6.3 Hasil Pengukuran Lantai 2 Hari ke-1 | 56 |
| Tabel 4.6.4 Hasil Pengukuran Ruang Luar Hari ke-2..... | 57 |
| Tabel 4.6.5 Hasil Pengukuran Lantai 1 Hari ke-2 | 57 |
| Tabel 4.6.6 Hasil Pengukuran Lantai 2 Hari ke-2 | 58 |
| Tabel 4.6.7 Hasil Pengukuran Lantai Ruang Luar Hari ke-3..... | 59 |
| Tabel 4.6.8 Hasil Pengukuran Lantai 1 Hari ke-3 | 59 |
| Tabel 4.6.9 Hasil Pengukuran Lantai 2 Hari ke-3 | 60 |
| Tabel 4.7.1 Perubahan TE Outdoor dan Indoor..... | 62 |
| Tabel 4.8.1 Standar zona kenyamanan termal di Indonesia..... | 64 |
| Tabel 4.8.2 Pemetaan Temperatur Efektif Hasil Pengukuran..... | 65 |
| Tabel 4.9.1 Windrose per Bulan | 68 |
| Tabel 4.9.2 Peningkatan Kecepatan terhadap Rasio Outlet-Inlet | 73 |
| Tabel 4.9.3 Hasil Simulasi Temperatur Operatif..... | 74 |
| Tabel 4.9.4 Pengaruh Kecepatan Angin terhadap Kenyamanan..... | 78 |
| Tabel 4.10.1 Pengukuran dengan Kipas | 81 |



DAFTAR GRAFIK

| | |
|---|----|
| Grafik 4.7.1 Temperatur Efektif Ruang Dalam Masjid Darul Ulum Pamulang | 61 |
| Grafik 4.7.2 Temperatur Efektif pada Ruang Luar Masjid Darul Ulum Pamulang | 62 |
| Grafik 4.7.4 Hasil Pengukuran Rata-rata Kecepatan Angin pada Ruang Dalam | 63 |
| Grafik 4.7.5 Hasil Pengukuran Rata-rata Kelembaban Relatif pada Ruang Dalam | 64 |
| Grafik 4.9.1 Kenyamanan Termal Adaptif Awal | 79 |
| Grafik 4.9.2 Kenyamanan Termal Adaptid dengan av 0.3 m/s..... | 79 |
| Grafik 4.9.3 Kenyamanan Termal Adaptif dengan av 0.6 m/s | 79 |
| Grafik 4.10.1 Kecepatan Angin Dengan <i>Fan</i> | 81 |
| Grafik 4.10.2 Temperatur Udara dengan <i>Fan</i> | 82 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| 1. Hasil Pengukuran Kecepatan Angin..... | 87 |
|--|----|



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Masjid merupakan tempat ibadah bagi umat Islam, dengan fungsi utama mewadahi kegiatan ibadah salat yang dilakukan lima kali sehari. Pada umumnya, masjid dibuka untuk umum 24 jam setiap hari. Seringkali, masjid juga digunakan sebagai ruang komunitas multifungsi, terutama yang terletak di area urban berperan sebagai *landmark* dan wadah kegiatan bagi komunitas (Nizarudin, 2014) atau bahkan sebagai tempat beristirahat. Kenyamanan termal yang cukup dibutuhkan untuk mendukung fokus dalam beribadah. Konsiderasi untuk kenyamanan termal sangat penting, terutama bangunan yang terkait dengan jumlah pengguna. Pola aktivitas ibadah pada masjid yang mewadahi salat berjamaah pada waktu-waktu tertentu menyebabkan perbedaan jumlah pengguna yang cukup besar saat waktu puncak dan saat di luar waktu puncak.

Kenyamanan termal merupakan salah satu aspek yang sangat penting untuk menunjang aktivitas di dalam bangunan, mempengaruhi kenyamanan, kesehatan, serta kelancaran aktivitas pengguna (Mendes et al, 2013). Kenyamanan termal dapat dipengaruhi faktor-faktor pada lingkungan dan individu pengguna bangunan, baik subjektif maupun objektif, seperti temperatur udara, radiasi matahari, pergerakan udara, kelembaban, pakaian pengguna, dan aktivitas yang dilakukan atau *metabolic rate* (Ormandy dan Ezratty, 2012). Pada iklim panas-lembab yang memiliki rata-rata temperatur udara cukup tinggi (25-28°C)¹ diperlukan strategi desain pasif atau pengondisian bangunan untuk mencapai kenyamanan termal dengan cara mengontrol faktor lainnya. Peningkatan kecepatan angin dapat mempercepat proses evaporasi keringat serta memengaruhi kelembaban. Banyaknya jumlah pengguna dapat meningkatkan kelembaban dan temperatur di dalam ruangan sehingga meningkatkan kebutuhan ventilasi.

Berbagai metode telah digunakan untuk mengevaluasi kenyamanan termal ruang dalam, diantaranya Index Temperatur Efektif, *Equatorial Comfort Index*, *Predicted Mean Vote* (PMV), *Predicted Percentage Dissatisfied* (PDD), dan *Corrected Effective*

¹ Ibrahim, dkk. (2014). Assessment of Thermal Comfort in the Mosque in Serawak, Malaysia. Vol 5. Issue 3, p327-334

Temperature. Namun, teori konvensional kenyamanan termal belum tentu dapat menjamin representasi akurat situasi nyata pada bangunan seperti masjid atau gereja yang memiliki jadwal operasional dengan tingkat okupansi tinggi pada waktu-waktu tertentu.² Penelitian yang dilakukan terkait kenyamanan termal di bangunan masjid pada saat ibadah salat jumat dilakukan oleh Saeed (1996) dan Al-Homoud et. al. (2009), menunjukkan bahwa pengguna lebih memilih kondisi termal yang lebih dingin dibandingkan rentang kenyamanan termal biasanya. Pola aktivitas di dalam masjid yang berlangsung sepanjang dan setiap hari, menjadikan kenyamanan termal di dalamnya untuk tetap ideal pada rentang waktu yang lama. Berdasarkan (ASHRAE 1989), kenyamanan termal dipengaruhi oleh temperatur udara, kelembaban relatif, pergerakan udara, dan radiasi matahari. Dewiyanti dan Kesuma (dikutip dalam Abdullah, 2016: 420) juga menyebutkan bahwa faktor yang memengaruhi tingkat konsentrasi pada masjid adalah temperatur udara, pergerakan udara, hubungan visual ruang dalam dan luar, serta kualitas visual dalam ruang ibadah.³ Dari keempat poin tersebut, aspek yang paling berpengaruh terhadap kenyamanan termal tergantung dari desain bangunan itu sendiri dan kondisi iklim lingkungan sekitarnya.

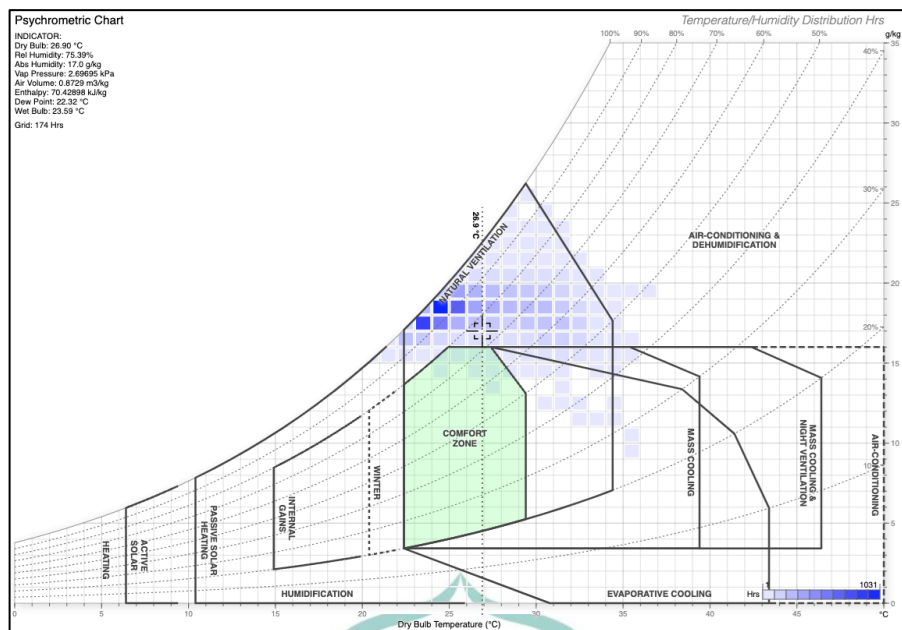


Gambar 1.1.1 Eksterior dan Interior Masjid Darul Ulum Pamulang
(Sumber: Google Maps, 2021)

Masjid Darul Ulum Pamulang merupakan masjid yang berada di dalam Kampus Victor Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Banten. Berdasarkan data *Accuweather*, suhu harian rata-rata Kota Tangerang Selatan dapat mencapai di atas 32°C pada musim panas serta kelembaban yang dapat mencapai lebih dari 80% pada musim panas. Hal ini menjadi tantangan dalam mencapai kenyamanan termal melalui strategi desain pasif pada daerah tersebut. Jika ditinjau pada *Givoni Chart*, iklim pada lokasi tersebut berada di luar zona nyaman yang dianjurkan pada standard, menunjukkan bahwa bangunan pada iklim tersebut membutuhkan ventilasi lebih untuk dapat mencapai kenyamanan termal.

² Calis, dkk., “Thermal Comfort and Occupant Satisfaction of a Mosque in a Hot and Humid Climate”. *Computing in Civil Engineering*. 2015, hal. 139.

³ Abdullah, dkk. “Defining Issue of Thermal Comfort Control through Urban Mosque Façade Design”. *Procedia Social and Behavioral Science*. 2016, hal. 416-423.



Gambar 1.1.2 Strategi Desain berdasarkan *Givoni Bioclimatic Chart*
(Sumber: Andrewmarsh)

Namun, di samping kondisi tersebut, masjid ini dirancang tanpa menggunakan pengondisian udara. Masjid ini dirancang oleh arsitek RAD+ar dengan konsep bioklimatik yang sepenuhnya menggunakan penghawaan alami. Dengan menggunakan dinding kerawang beton sebagai pelingkup bangunan dan merancang bukaan agar mendukung penghawaan silang, ruang salat di dalam masjid dapat menjadi lebih sejuk dari ruang luarnya. Dengan memaksimalkan bukaan dan ventilasi, pergerakan udara di dalam ruang meningkat sehingga dapat mempercepat penguapan keringat, membuat kondisi termal di dalamnya menjadi lebih nyaman. Pergerakan udara dapat membantu menurunkan suhu di dalam ruang hingga beberapa derajat, tetapi tergantung dari kondisi udara di lingkungan sekitarnya.

1.2. Perumusan Masalah

Masjid Darul Ulum Pamulang dirancang khusus dengan konsep bioklimatik yang menerapkan penghawaan alami untuk menghemat penggunaan energi. Desain dibuat agar bangunan masjid mampu mengatasi karakteristik iklim tropis dengan suhu dan tingkat kelembaban yang cukup tinggi dan pergerakan udara rendah, terutama Kota Tangerang Selatan yang merupakan salah satu kota yang cenderung lebih panas dan lembab dibandingkan kota lainnya di Indonesia.

Untuk menangani permasalahan ini, bangunan memiliki desain bukaan yang dirancang agar dapat menciptakan kenyamanan termal untuk aktivitas ibadah di dalamnya. Bangunan menggunakan dinding kerawang pada setiap sisinya, tetapi beberapa sisi bangunan tidak memiliki bukaan langsung. Berdasarkan observasi awal, sisi bangunan yang tidak memiliki ventilasi ini cenderung lebih panas dan pengap, sehingga memerlukan bantuan kipas angin agar ruangan tetap nyaman. Namun, terdapat juga beberapa ventilasi yang kemudian dibatasi lagi oleh kaca, sehingga besar bukaan menjadi lebih kecil. Tentunya, dengan penghawaan secara pasif, laju udara yang masuk tidak dapat dikontrol setiap saat untuk menyesuaikan perubahan aktivitas di dalamnya, seperti saat salat berjamaah.

1.3. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan sebelumnya, muncul beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi termal Masjid Darul Ulum Pamulang saat waktu puncak dan saat di luar waktu puncak?
2. Bagaimana pengaruh desain bukaan terhadap pergerakan udara di ruang salat Masjid Darul Ulum Pamulang?
3. Bagaimana pengaruh penambahan kipas angin terhadap kenyamanan termal di Masjid Darul Ulum Pamulang pada waktu puncak?

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui kondisi termal Masjid Darul Ulum Pamulang saat waktu puncak dan saat di luar waktu puncak.
2. Mengetahui pengaruh desain bukaan terhadap pergerakan udara di ruang salat Masjid Darul Ulum Pamulang.
3. Mengetahui pengaruh penambahan kipas angin untuk mendukung kenyamanan termal di Masjid Darul Ulum Pamulang pada waktu puncak.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk menambah pengetahuan tentang strategi penghawaan alami dengan desain bukaan yang dapat mencapai kenyamanan termal pada bangunan masjid di daerah iklim panas-lembab. Selain itu, menambah pengetahuan tentang

proses simulasi kenyamanan termal dan pergerakan udara untuk mendapat solusi desain optimal.

1.6. Ruang Lingkup Penelitian

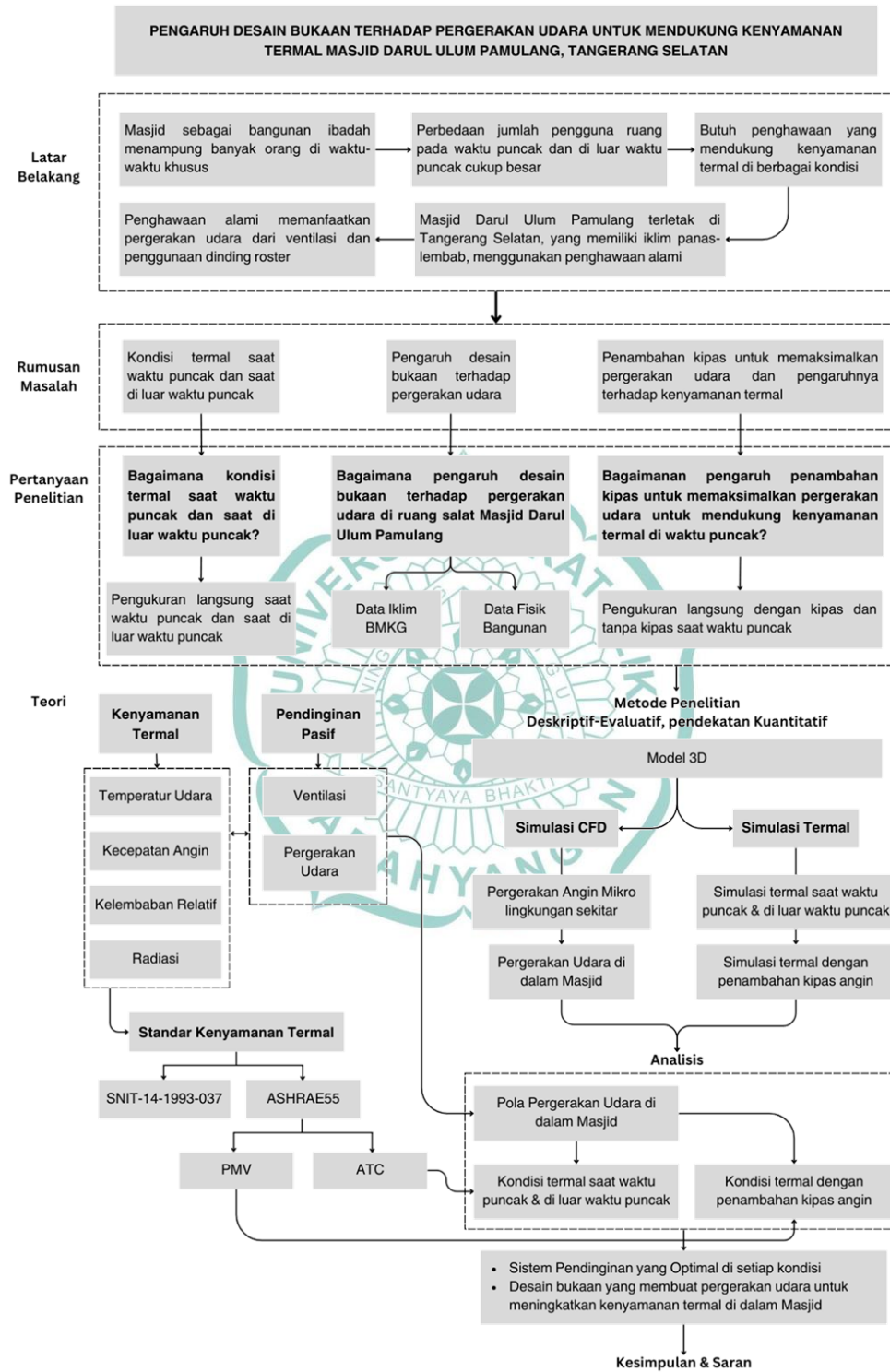
Ruang lingkup penelitian dibatasi pada pembahasan sebagai berikut:

1. Lingkup pembahasan penelitian adalah desain bukaan yang meliputi orientasi, perletakan, dan besaran yang berpengaruh pada pergerakan udara untuk mendukung kenyamanan termal di dalam ruang ibadah Masjid Darul Ulum Pamulang
2. Lingkup pembahasan kenyamanan termal difokuskan pada perubahan pergerakan udara terhadap faktor lainnya yang meliputi temperatur udara, kelembaban relatif, dan radiasi.
3. Standar yang digunakan dalam analisis kesesuaian kenyamanan termal mengacu pada SNI dan ASHRAE55.

1.7. Hipotesis

Bukaan yang didesain dengan konsep bioklimatik pada bangunan Masjid Darul Ulum Pamulang menciptakan pergerakan udara yang meningkatkan kenyamanan termal di ruang dalam masjid secara umum, tetapi terdapat beberapa area yang cenderung lebih panas. Terdapat penurunan tingkat kenyamanan termal saat pelaksanaan ibadah salat berjamaah di area yang tidak memiliki bukaan langsung (bukaan selain pada dinding kerawang beton). Dengan kondisi iklim yang panas dan lembab, bangunan masjid ini mengandalkan, salah satunya penghawaan alami untuk mencapai kenyamanan termal. Bukaan yang ada di berbagai sisi membuat angin dapat masuk, terlepas dari perubahan arah angin sewaktu-waktu. Namun, angin yang panas dari lingkungan sekitar dapat menjadi masalah pada ruang dalam bangunan.

1.8. Kerangka Penelitian



Gambar 1.8.1 Kerangka Penelitian