

**SKRIPSI 53**

**PENGARUH DESAIN BUKAAN  
TERHADAP PERGERAKAN UDARA  
UNTUK MENCAPAI KENYAMANAN TERMAL  
PADA MASJID BESAR UJUNG BERUNG BANDUNG**



**NAMA : DIMAS BISMA NARARYA  
NPM : 6111801064**

**PEMBIMBING: IR. MIRA DEWI PANGESTU, 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  
2023**

**SKRIPSI 53**

**PENGARUH DESAIN BUKAAN  
TERHADAP PERGERAKAN UDARA  
UNTUK MENCAPAI KENYAMANAN TERMAL  
PADA MASJID BESAR UJUNG BERUNG BANDUNG**



**NAMA : DIMAS BISMA NARARYA  
NPM : 6111801064**

**PEMBIMBING:**

**Ir. Mira Dewi Pangestu, M.T.**

**PENGUJI :**

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

**Ir. Amirani Ritva Santoso, 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  
2023**

## **PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI (Declaration of Authorship)**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dimas Bisma Nararya

NPM : 6111801064

Alamat : Jl. Cilengkrang 1 No.102 A, Bandung

Judul Skripsi : Pengaruh Desain Bukaan Terhadap Pergerakan Udara Untuk Mencapai  
Kenyamanan Termal pada Masjid Besar Ujung Berung Bandung

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 dikemudian 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 autoplajarisme, maka saya bersedia menerima seluruh konsekuensi hukum sesuai ketentuan yang berlaku.

Bandung, 21 Januari 2023



Dimas Bisma Nararya

## ABSTRAK

# PENGARUH DESAIN BUKAAN TERHADAP PERGERAKAN UDARA UNTUK MENCAPAI KENYAMANAN TERMAL PADA MASJID BESAR UJUNG BERUNG BANDUNG

Oleh

Dimas Bisma Nararya

NPM : 6111801064

Desain bangunan masjid harus dapat mengoptimalkan kenyamanan termal untuk menunjang aktivitas di dalam ruang masjid. Terlebih lagi bila bangunan tersebut berada di iklim tropis yang memiliki ciri-ciri suhu udara tinggi, radiasi matahari tinggi, kelembapan tinggi, dan pergerakan udara yang relatif rendah. Pergerakan udara yang rendah mengakibatkan ketidaknyamanan termal. Untuk memelihara kenyamanan termal pada ruang, dibutuhkan peningkatan kecepatan pergerakan udara untuk mengurangi kenaikan suhu udara. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dibutuhkan sebuah sistem dalam proses pertukaran udara, agar mencapai kenyamanan yang optimal melalui penghawaan alami yang disebut dengan sistem ventilasi. Sistem ventilasi terbagi menjadi dua bagian yaitu elemen luar dan elemen dalam bangunan. Elemen luar terdiri dari bangunan sekitar dan vegetasi, sementara ruang dalam terdiri dari orientasi, bentuk, dan desain bukaan. Kedua elemen tersebut dapat mempengaruhi pergerakan udara pada bangunan. Masjid Besar Ujung Berung merupakan bangunan yang akan diteliti mengenai kondisi kenyamanan termal dan kondisi pergerakan udaranya. Masjid Besar Ujung Berung telah mengoptimalkan ventilasi udara yang ditinjau dengan banyaknya bukaan udara, namun saat dilakukan observasi ditemukan bahwa sebagian bukaan udara tersebut dalam kondisi tertutup. Menurut pengurus masjid, hal tersebut dikarenakan adanya angin besar dari arah timur bangunan dengan kualitas udara yang berdebu.

Jenis penelitian adalah deskriptif-evaluatif dengan pendekatan kuantitatif-kualitatif. Penelitian ini menggambarkan kondisi termal dan pergerakan udara yang ada pada kawasan Masjid Besar Ujung Berung. Penelitian dimulai dengan pengukuran secara langsung terkait kondisi kenyamanan termal pada bangunan. Setelah itu meninjau pergerakan udara berdasarkan kondisi bukaan udara ditutup dan dibuka dengan menggunakan CFD untuk mensimulasikan pergerakan udara.

Hasil dari penelitian menyatakan bahwa sebagian besar kenyamanan termal pada Masjid Besar Ujung Berung masih memenuhi standar kenyamanan. Namun, terdapat beberapa area pada ruang dalam yang tidak memenuhi standar kenyamanan termal. Faktor tersebut diakibatkan oleh minimnya pergerakan udara pada ruang dalam masjid, karena sebageaian besar bukaan udara dalam kondisi ditutup. Sehingga mengakibatkan banyak area pada ruang dalam yang tidak mendapatkan pergerakan udara. Melalui simulasi pergerakan udara ditemukan bahwa kurangnya peran elemen ruang luar yang dapat menkondisikan pergerakan udara menuju bangunan, sehingga udara dan debu dapat masuk ke dalam bangunan. Sementara pada elemen ruang dalam desain bukaan masjid dalam kondisi dibuka sudah cukup optimal dalam mendistribusikan pergerakan udara secara merata yang ditinjau dari tingkat pemerataan udara pada ruang dalam.

**Kata kunci:** Kenyamanan termal, bukaan udara, pergerakan udara, Masjid Besar Ujung Berung



## ABSTRACT

### ***THE IMPACT OF VENTILATION DESIGN TOWARDS AIR MOVEMENT TO ACHIEVE THERMAL COMFORT AT THE GREAT MOSQUE IN UJUNG BERUNG***

By

**Dimas Bisma Nararya**

**NPM : 6111801064**

*The design of the mosque building must be able to optimize thermal comfort to support activities in the mosque space. Moreover, the mosque building is located in a tropical climate which has the characteristics of high air temperature, high solar radiation, high humidity, and relatively low air movement. Low air movement results in thermal discomfort. However, to maintain comfort in space, it is necessary to increase the speed of air movement to reduce the increase in air temperature. So to overcome these problems, a system is needed in the process of air exchange, in order to achieve optimal comfort through natural ventilation, which is called a ventilation system. The ventilation system is divided into two parts, namely the outside elements and the inside elements of the building. The outer elements consist of the surrounding buildings and vegetation, while the inner space consists of the orientation, shape and design of the openings. Both of these elements can affect air movement in buildings. The Ujung Berung Great Mosque is a building that will be studied regarding its thermal comfort conditions and air movement conditions. The Ujung Berung Great Mosque has optimized the air ventilation in terms of the number of air openings, but during observations it was found that some of the air openings were closed. According to the mosque management, the reason for the closure of the air opening was due to strong winds to the east of the building with poor (dusty) air quality.*

*The method used is descriptive-evaluative with a quantitative-qualitative approach. This study describes the thermal conditions and air movement in the Ujung Berung Great Mosque area. The research began with direct measurements related to thermal comfort conditions in buildings. After that, review the air movement based on the condition that the ventilation is closed and opened using air movement simulation.*

*The results of the study state that most of the thermal comfort at the Ujung Berung Great Mosque still meets comfort standards. However, there are several areas in the interior that do not meet the standard of thermal comfort. This factor is caused by the lack of air movement in the interior of the mosque because most of the air openings are closed. This results in many areas in the inner space that do not get air movement. By simulating air movement, it was found that there was a lack of external elements to condition air movement towards the building so that air and dust tended to enter the building. While the spatial elements in the design of the mosque's openings in the open conditions are quite optimal in distributing air movement in terms of the evenness of the air in the interior.*

**Keywords:** Thermal comfort, air opening, air movement, Ujung Berung Great Mosque



## **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 kepustakaan 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 seijin Rektor Universitas Katolik Parahyangan.







## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur Kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, penelitian ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Penelitian ini disusun dalam rangka 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:

1. Dosen pembimbing, Ibu Ir. Mira Dewi Pangestu, M.T., atas bimbingan bantuan, arahan, masukan, saran dan kritik dalam proses penyusunan penelitian hingga selesainya penelitian ini.
2. Dosen penguji, Ibu Dr. Nancy Yusnita, S.T., M.T. dan Ibu Ir. Amirani Ritva, M.T., yang telah membantu dalam memberi masukan-masukan dan arahan untuk penelitian ini.
3. Orang tua serta kakak – kakak saya yang mendukung saya sejak awal masuk Fakultas Teknik Universitas Parahyangan
4. Shafa Aini Qalbi, S.KG dan teman – teman yang senantiasa membantu dan menyemangati saya selama proses belajar di Fakultas Teknik Universitas Parahyangan hingga penelitian ini selesai.
5. Imam dan pengelola Masjid Besar Ujung Berung yang telah menjawab pertanyaan dan memberikan informasi seputar masjid.



## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
<b>PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI</b> .....	v
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR DIAGRAM</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1. Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2. Perumusan Permasalahan</b> .....	2
<b>1.3. Pertanyaan Penelitian</b> .....	3
<b>1.4. Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.5. Manfaat Penelitian</b> .....	3
<b>1.6. Kerangka Penelitian</b> .....	4
<b>BAB II MASJID, KENYAMANAN TERMAL, DAN PERGERAKAN UDARA</b> .....	5
<b>2.1. Masjid</b> .....	5
2.1.1 Fungsi Masjid .....	5
2.1.2 Prinsip Bangunan Masjid.....	6
2.1.3. Klasifikasi bangunan masjid.....	7
<b>2.2. Kenyamanan termal</b> .....	7
2.2.1 Faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal .....	8
2.2.2. Standar kenyamanan termal.....	9
2.2.3. Effective Temperature & Corrected Effective Temperature.....	11
<b>2.3. Pergerakan Udara</b> .....	12
2.3.1. Prinsip Pergerakan Udara .....	12

2.3.2.	Sistem Ventilasi terhadap Pergerakan Udara .....	15
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>25</b>
<b>3.1.</b>	<b>Jenis Penelitian .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.</b>	<b>Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>25</b>
<b>3.3</b>	<b>Titik Ukur .....</b>	<b>26</b>
<b>3.4</b>	<b>Teknik Pengumpulan Data.....</b>	<b>28</b>
3.4.1	Observasi Langsung .....	28
3.4.2	Pengukuran.....	28
3.4.3	Simulasi Pergerakan Udara .....	31
<b>3.5</b>	<b>Tahap Analisis Data .....</b>	<b>34</b>
<b>BAB IV PENGARUH DESAIN BUKAAN TERHADAP PERGERAKAN UDARA UNTUK MENCAPAI KENYAMANAN TERMAL PADA MASJID BESAR UJUNG BERUNG BANDUNG.....</b>		<b>35</b>
<b>4.1.</b>	<b>Tingkat Kenyamanan Termal pada Masjid Besar Ujung Berung dengan kondisi bukaan udara ditutup sebagaimana keadaan eksisting .....</b>	<b>35</b>
4.1.1	Data pengukuran pada tapak .....	36
4.1.2	Data pengukuran pada ruang ibadah <i>outdoor</i> .....	43
4.1.3	Data pengukuran pada ruang ibadah <i>indoor</i> .....	50
4.1.4	Kondisi kenyamanan termal pada bangunan.....	60
<b>4.2.</b>	<b>Arah dan kecepatan pergerakan udara pada Masjid Besar Ujung Berung dengan kondisi bukaan udara ditutup sebagaimana keadaan eksisting .....</b>	<b>62</b>
4.2.1	Simulasi kondisi pergerakan udara pada tapak .....	70
4.2.2	Simulasi kondisi pergerakan udara pada ruang ibadah <i>outdoor</i> .....	75
4.2.3.	Simulasi kondisi pergerakan udara pada ruang ibadah <i>Indoor</i> .....	78
<b>4.3.</b>	<b>Arah dan kecepatan pergerakan udara pada Masjid Besar Ujung Berung dengan kondisi bukaan udara dibuka sebagaimana desain awal .....</b>	<b>87</b>
4.3.1	Simulasi kondisi pergerakan udara pada ruang ibadah <i>outdoor</i> .....	87
4.3.2	Simulasi kondisi pergerakan udara pada ruang ibadah <i>indoor</i> .....	90
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>99</b>
<b>5.1</b>	<b>Kesimpulan .....</b>	<b>99</b>

**5.2 Saran** ..... 102  
**DAFTAR PUSTAKA**..... 103



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Masjid Besar Ujung Berung (Sumber: Google Maps) .....	2
Gambar 2.1 Strata Masjid.....	7
Gambar 2. 2 ET/CET Nomogram. ....	11
Gambar 2. 3 Siklus konveksi natural udara atau tekanan udara yang berbeda .....	12
Gambar 2.4 Tipe gerakan udara: a) berlapis (luminar), b) terpisah (separate), c) bergolak (turbulent), d) berpusar (eddy) .....	13
Gambar 2.5 Sifat inersia pergerakan udara (tampilan potongan).....	13
Gambar 2.6 Pola gerakan angin terhadap permukaan kasar.....	14
Gambar 2.7 Stack Effect .....	14
Gambar 2.8 Pengaruh Vegetasi (Sumber: Boutet) .....	15
Gambar 2.9 Vegetasi Mempengaruhi Pergerakan Udara.....	16
Gambar 2.10 Kombinasi vegetasi yang beragam (a) lebih efektif mengurangi kecepatan aliran udara dibandingkan dengan yang seragam (b) .....	16
Gambar 2.11 Bentuk massa mempengaruhi gerak udara .....	17
Gambar 2.12 Aliran eddy terhadap bangunan.....	17
Gambar 2.13 Lima bentuk massa primer sederhana .....	18
Gambar 2.14 Perbedaan bayangan angin terhadap orientasi bangunan .....	18
Gambar 2. 15 Perbedaan bayangan angin terhadap tinggi dan lebar bangunan .....	19
Gambar 2.16 Perbedaan bayangan angin terhadap besaran atap.....	19
Gambar 2.17 Orientasi bangunan terhadap arah angin .....	20
Gambar 2.18 Pergerakan udara dengan bentuk sudut & pergerakan udara tegak lurus dengan bangunan. ....	20
Gambar 2.19 Perletakan <i>inlet</i> & <i>outlet</i> berdasarkan tipe serta besaran bukaan .....	21
Gambar 2.20 Perletakan <i>inlet</i> & <i>outlet</i> berdasarkan tipe serta besaran bukaan .....	22
Gambar 2. 21 Macam-macam tipe bukaan.....	22
Gambar 2. 22 Rasio <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> .....	23
Gambar 3.1 Masjid Besar Ujung Berung .....	25
Gambar 3.2 Titik ukur pada area tapak .....	26
Gambar 3.3 Titik ukur pada ruang luar dan ruang dalam.....	27

Gambar 3.4 Potongan area bangunan .....	27
Gambar 3.5 Alat Ukur Bangunan Laser Distance Meters & Roll Meter .....	28
Gambar 3.6 Alat Ukur Termal WBGT Meter.....	29
Gambar 3.7 Alat Ukur Hot Wire Anemometer.....	30
Gambar 3.8 Tampilan situs BMKG dan Hasil Data BMKG .....	31
Gambar 3.9 Hasil Windrose.....	32
Gambar 3.10 Model 3D Bangunan .....	32
Gambar 3.11 Autodesk CFD .....	33
Gambar 4.1 Denah titik ukur pada tapak .....	36
Gambar 4. 2 Denah titik ukur dan kenyamanan disetiap titik.....	38
Gambar 4.3 Denah titik ukur dan kenyamanan di setiap titik.....	39
Gambar 4.4 Denah titik ukur dan kenyamanan disetiap titik.....	40
Gambar 4.5 Denah titik ukur dan kenyamanan disetiap titik.....	41
Gambar 4.6 Denah titik ukur dan kenyamanan di setiap titik.....	42
Gambar 4.7 Denah titik ukur pada ruang ibadah outdoor.....	43
Gambar 4.8 Denah titik ukur dan kenyamanan di setiap titik.....	45
Gambar 4.9 Denah titik ukur dan kenyamanan di setiap titik.....	46
Gambar 4.10 Denah titik ukur dan kenyamanan disetiap titik.....	47
Gambar 4.11 Denah titik ukur dan kenyamanan disetiap titik.....	48
Gambar 4.12 Denah titik ukur dan kenyamanan disetiap titik.....	49
Gambar 4.13 Denah titik ukur pada ruang ibadah indoor.....	50
Gambar 4.14 Denah titik ukur dan kenyamanan di setiap titik.....	53
Gambar 4.15 Denah titik ukur dan kenyamanan disetiap titik.....	54
Gambar 4.16 Denah titik ukur dan kenyamanan disetiap titik.....	56
Gambar 4.17 Denah titik ukur dan kenyamanan disetiap titik.....	57
Gambar 4.18 Denah titik ukur dan kenyamanan di setiap titik.....	58
Gambar 4.19 Masjid Besar Ujung Berung dan bangunan eksisting diluar tapak .....	62
Gambar 4.20 Masjid Besar Ujung Berung dan bangunan eksisting di dalam tapak.....	63
Gambar 4.21 Letak vegetasi pada kawasan masjid.....	64
Gambar 4.22 Orientasi dan bentuk bangunan.....	64
Gambar 4.23 Bukaannya dengan kondisi tertutup pada lantai dasar .....	65



Gambar 4.24	Bukaan dengan kondisi tertutup pada lantai 1 .....	65
Gambar 4.25	Bukaan dengan kondisi tertutup pada rooftop .....	66
Gambar 4. 26	Bukaan dengan kondisi tertutup pada lantai dasar .....	66
Gambar 4.27	Bukaan dengan kondisi tertutup pada lantai 1 .....	67
Gambar 4.28	Bukaan dengan kondisi tertutup pada rooftop .....	67
Gambar 4.29	Detail bukaan pada Masjid Besar Ujung Berung .....	68
Gambar 4.30	Diagram Windrose Kota Bandung .....	69
Gambar 4.31	Simulasi Pergerakan Udara pada Tapak Masjid.....	70
Gambar 4.32	Denah bangunan eksisting pada tapak.....	71
Gambar 4.33	Simulasi dan ilustrasi Bangunan eksisting pada titik 1 .....	71
Gambar 4.34	Simulasi dan ilustrasi Bangunan eksisting pada titik .....	72
Gambar 4.35	Denah vegetasi pada tapak .....	72
Gambar 4.36	Simulasi dan ilustrasi vegetasi pada titik satu tapak.....	73
Gambar 4.37	Simulasi dan Ilustrasi vegetasi pada titik dua tapak .....	73
Gambar 4.38	Simulasi dan ilustrasi vegetasi pada titik tiga tapak .....	74
Gambar 4.39	Peranan Vegetasi .....	74
Gambar 4.40	Simulasi Pergerakan Udara pada Ruang ibadah outdoor Masjid .....	75
Gambar 4.41	Simulasi dan ilustrasi orientasi & bentuk bangunan di lantai dasar .....	76
Gambar 4.42	Simulasi dan ilustrasi orientasi & bentuk bangunan lt. 1 .....	76
Gambar 4.43	Simulasi dan ilustrasi orientasi & bentuk bangunan rooftop.....	77
Gambar 4.44	Teori Bouffet.....	77
Gambar 4.45	Simulasi pergerakan udara pada lantai dasar.....	78
Gambar 4.46	Simulasi pergerakan udara pada lantai 1 .....	78
Gambar 4.47	Simulasi dan ilustrasi desain bukaan lt. dasar .....	79
Gambar 4.48	Simulasi dan ilustrasi desain bukaan bangunan lt. 1 .....	80
Gambar 4.49	Simulasi dan potongan desain bukaan bangunan .....	80
Gambar 4.50	Fasad sisi selatan .....	81
Gambar 4.51	Fasad sisi timur.....	81
Gambar 4.52	Fasad sisi utara .....	82
Gambar 4.53	Fasad sisi barat .....	82
Gambar 4.54	<i>Inlet &amp; Outlet</i> lantai dasar .....	83

Gambar 4.55 <i>Inlet &amp; Outlet</i> lantai satu.....	84
Gambar 4.56 Simulasi Pergerakan Udara pada Ruang ibadah outdoor Masjid.....	87
Gambar 4.57 Simulasi dan ilustrasi orientasi & bentuk bangunan lt. dasar .....	88
Gambar 4.58 Simulasi dan ilustrasi orientasi & bentuk bangunan lt. 1 .....	88
Gambar 4.59 Simulasi dan ilustrasi orientasi & bentuk bangunan rooftop .....	89
Gambar 4.60 Orientasi bangunan terhadap arah angin .....	89
Gambar 4.61 Simulasi Pergerakan udara pada ruang ibadah indoor pada lantai dasar .....	90
Gambar 4.62 Simulasi Pergerakan udara pada ruang ibadah indoor pada lantai satu .....	90
Gambar 4.63 Simulasi dan ilustrasi desain bukaan lt. dasar.....	91
Gambar 4.64 Simulasi dan ilustrasi desain bukaan lt. satu.....	92
Gambar 4.65 Simulasi dan potongan desain bukaan bangunan.....	92
Gambar 4.66 Fasad sisi selatan.....	93
Gambar 4.67 Fasad sisi timur .....	93
Gambar 4.68 Fasad sisi utara.....	94
Gambar 4.69 Fasad sisi barat.....	94
Gambar 4.70 <i>Inlet &amp; Outlet</i> lantai dasar.....	95
Gambar 4.71 <i>Inlet &amp; Outlet</i> lantai satu.....	96



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Pengukuran Berdasarkan Kegiatan di dalam masjid.....	26
Tabel 3.2 Tahapan Analisis Data .....	34
Tabel 4.1 Tabel tingkat kenyamanan termal berdasarkan nilai ET .....	35
Tabel 4.2 Tabel rentang tingkat kenyamanan termal berdasarkan standar temperatur udara .	35
Tabel 4.3 Data pengukuran pada tapak .....	36
Tabel 4.4 Data pengukuran pukul 04.00 .....	38
Tabel 4.5 Data pengukuran pukul 12.00 .....	39
Tabel 4.6 Data pengukuran pukul 15.00 .....	40
Tabel 4.7 Data pengukuran pukul 18.00 .....	41
Tabel 4.8 Data pengukuran pukul 19.00 .....	42
Tabel 4.9 Data pengukuran pada ruang ibadah outdoor.....	43
Tabel 4.10 Data pengukuran pukul 04.00 .....	45
Tabel 4.11 Data pengukuran pukul 12.00.....	46
Tabel 4.12 Data pengukuran pukul 15.00 .....	47
Tabel 4.13 Data pengukuran pukul 18.00 .....	48
Tabel 4.14 Data pengukuran pukul 19.00 .....	49
Tabel 4.15 Data pengukuran ruang ibadah Masjid Besar Ujung Berung.....	50
Tabel 4.16 Data pengukuran pukul 04.00 .....	53
Tabel 4.17 Data pengukuran pukul 12.00 .....	54
Tabel 4.18 Data pengukuran pukul 15.00 .....	56
Tabel 4.19 Data pengukuran pukul 18.00 .....	57
Tabel 4.20 Data pengukuran pukul 19.00 .....	59
Tabel 4.21 Data Angin Kota Bandung .....	69
Tabel 4.22 Peningkatan kecepatan terhadap rasio <i>inlet outlet</i> .....	84

## DAFTAR DIAGRAM

Diagram 4. 1 Nilai ET maksimal berdasarkan jam pengukuran .....	60
Diagram 4. 2 Nilai AV maksimal berdasarkan jam pengukuran .....	61



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Setiap bangunan dengan fungsi khusus memiliki standar kenyamanan termal yang berbeda-beda, sebagai contoh rumah ibadah orang Islam (Masjid). Desain bangunan masjid harus mampu mengakomodasi kenyamanan fisik untuk menunjang aktivitas di dalam Masjid. Menurut (Karyono 1999) kenyamanan fisik terdiri dari kenyamanan ruang, kenyamanan pendengaran, kenyamanan penglihatan dan kenyamanan termal.

Kenyamanan termal berdasarkan (ASHRAE 1989), dipengaruhi oleh empat elemen iklim yaitu temperatur udara, kelembapan relatif, pergerakan udara, serta radiasi matahari. Selain pengaruh iklim, faktor individual seperti level aktivitas kerja dan jenis pakaian yang digunakan juga dapat mempengaruhi tingkat kenyamanan termal. Seluruh aspek tersebut juga berkaitan erat dengan kondisi iklim kawasan. Indonesia berada pada zona iklim basah, dengan curah hujan yang tinggi, paparan matahari sepanjang tahun, serta kecepatan angin yang cenderung rendah.

Pergerakan udara yang relatif rendah mengakibatkan ketidaknyamanan saat beraktifitas, umumnya manusia akan mulai berkeringat akibat suhu udara yang terlalu tinggi. Permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan adanya pergerakan udara di sekitar ruang. Berdasarkan SNI, untuk menjaga kenyamanan termal pada sebuah ruang, dibutuhkan peningkatan kecepatan pergerakan udara untuk mengurangi kenaikan suhu udara. Dengan kondisi pergerakan udara yang relatif rendah, maka dibutuhkan sebuah sistem dalam proses pertukaran udara, agar mencapai kenyamanan termal yang optimal melalui penghawaan alami.

Penghawaan alami merupakan sebuah sistem pendingin pasif di dalam bangunan melalui bantuan elemen-elemen bangunan yang dibuka, disebut sebagai sistem ventilasi. Pergerakan udara dapat ditinjau mulai dari ruang luar menuju ke dalam bangunan, kemudian keluar kembali menuju ruang luar pada sisi yang berlainan.

Kondisi ruang luar dan ruang dalam bangunan akan mempengaruhi arah dan kecepatan pergerakan udara. Ruang luar mencakup bangunan di sekitar tapak, keberadaan

vegetasi dan bangunan eksisting. Ruang dalam meliputi orientasi, bentuk, bukaan udara yang ditinjau dari tipe, luas bukaan, rasio antara *inlet* dan *outlet* bukaan, dan ACH.



Gambar 1.1 Masjid Besar Ujung Berung  
(Sumber: Google Maps)

Objek penelitian adalah Masjid Besar Ujung Berung yang merupakan masjid besar pertama di kawasan Bandung Timur. Fungsi utama bangunan sebagai tempat ibadah yang dapat menampung hingga 1500-3000 jama'ah. Masjid ini dibangun sekitar tahun 1810, berkembang dengan melalui banyak perubahan dan perluasan untuk menambah kenyamanan saat beribadah. Hingga saat ini Masjid Besar Ujung Berung masih menjadi tempat ibadah terfavorit di area Bandung Timur.

## 1.2. Perumusan Permasalahan

Masjid Besar Ujung Berung sebagai rumah ibadah umat muslim harus mampu mengatasi karakteristik iklim tropis yaitu suhu dan kelembapan yang tinggi dengan kecepatan pergerakan udara yang cenderung rendah. Kondisi tersebut dapat mempengaruhi tingkat kenyamanan termal saat jama'ah melakukan aktivitas beribadah di dalam bangunan.

Bangunan Masjid Besar Ujung Berung ini telah mengoptimalkan penghawaan alami sebagai pendinginan pasif di dalam bangunan, dapat ditinjau dengan banyaknya bukaan udara yang mengelilingi bangunan. Namun melalui observasi di awal penelitian ditemukan kalau sebagian besar dari bukaan tersebut dalam kondisi ditutup. Kondisi ini disebabkan karena pertimbangan kenyamanan, seperti suara bising dari luar yang mengganggu kegiatan ibadah dan juga masuknya debu yang berasal dari alun-alun di samping masjid. Kondisi bukaan yang ditutup ini menyebabkan minimnya pergerakan udara, sehingga tidak terjadinya pertukaran udara di ruang dalam masjid. Hal ini akan menyebabkan aktivitas

beribadah menjadi terganggu, karena dapat mengurangi kekhusyukan dalam melakukan aktivitas beribadah.

### **1.3. Pertanyaan Penelitian**

- 1) Bagaimana tingkat kenyamanan termal pada Masjid Besar Ujung Berung dengan kondisi ventilasi udara ditutup sebagaimana keadaan eksisting?
- 2) Bagaimana arah dan kecepatan pergerakan udara pada Masjid Besar Ujung Berung dengan kondisi bukaan udara ditutup sebagaimana keadaan eksisting?
- 3) Bagaimana arah dan kecepatan pergerakan udara pada Masjid Besar Ujung Berung dengan kondisi bukaan udara dibuka sebagaimana desain awal?

### **1.4. Tujuan Penelitian**

- 1) Mengetahui tingkat kenyamanan termal pada tapak, ruang ibadah indoor, dan outdoor di Masjid Besar Ujung Berung dengan kondisi bukaan udara ditutup sebagai keadaan eksisting.
- 2) Mengetahui arah dan kecepatan pergerakan udara dan elemen yang mempengaruhi pergerakan udara pada Masjid Besar Ujung Berung dengan kondisi bukaan udara ditutup sebagaimana keadaan eksisting.
- 3) Mengetahui arah dan kecepatan pergerakan udara dan elemen yang mempengaruhi pergerakan udara pada Masjid Besar Ujung Berung dengan kondisi bukaan udara dibuka sebagaimana desain awal.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

- 1) Hasil penelitian ini dapat menambah pengetahuan mengenai kondisi kenyamanan termal pada bangunan.
- 2) Hasil penelitian ini dapat menambah pengetahuan mengenai kondisi pergerakan udara dalam kondisi bukaan dibuka dan ditutup pada bangunan.
- 3) Hasil penelitian ini diharapkan sebagai sumber informasi bagi para perancang bangunan serta rekan mahasiswa yang ingin mengkaji mengenai kenyamanan termal dan pergerakan udara untuk meningkatkan kenyamanan saat melakukan aktivitas beribadah.

## 1.6. Kerangka Penelitian

