

**ANALISIS KENYAMANAN TERMAL PADA MASJID FATHUN QARIB DI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Oleh :**

**ZUHRATURRAHMATINA**

**NIM. 220701072**

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi**

**Program Studi Arsitektur**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
DARUSSALAM – BANDA ACEH**

**2026 M / 1447-1448 H**

## LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

### ANALISIS KENYAMANAN TERMAL PADA MASJID FATHUN QARIB UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY

#### TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh  
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S-1)  
Dalam Ilmu/Prodi Arsitektur

Oleh:

**ZUHRATURRAHMATINA**

**NIM. 220701072**

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Arsitektur**

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

**Pembimbing I,**



**Hadi Kurniawan, S.Si., M.Si.**  
**NIDN. 2004038501**

**Pembimbing II,**



**Faiza Aidina, S.T., M.A.**  
**NIDN. 1314068601**

**Mengetahui,  
Ketua Program Studi Arsitektur**



**Zia Faizurrahman El Faridy, S.T., M.Sc.**  
**NIDN. 2010108801**

## LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

### ANALISIS KENYAMANAN TERMAL PADA MASJID FATHUN QARIB UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY

#### TUGAS AKHIR

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus  
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)  
Dalam Ilmu /Prodi Arsitektur

Pada Hari/Tanggal: Rabu, 29 Juli 2026  
14 Safar 1448 H

Di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir:

Ketua,

Sekretaris,

  
Hadi Kurniawan, S.Si., M.Si.  
NIDN. 2004038501

  
Faiza Aldina, S.T., M.A.  
NIDN. 1314068601

Penguji I,

Penguji II,

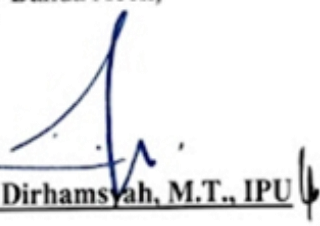
  
Nisa Putri Rachmadani, S.T., M.Ds.  
NIDN. 0028129005

  
Alfikhairina Jamil, S.Ars., M.Ars.  
NIDN. 017029401

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Ar-Raniry Banda Aceh,



  
Prof. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU  
NIDN. 0002106203

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zuhaturrahmatina

NIM : 220701072

Program Studi : Arsitektur

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul : Analisis Kenyamanan Termal pada Masjid Fathun Qarib di  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pertanyaan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 15 Juli 2026  
Yang Menyatakan,



Zuhaturrahmatina

## ABSTRAK

Nama : Zuhroturrahmatina  
NIM : 220701072  
Program Studi : Arsitektur  
Judul : Analisis Kenyamanan Termal pada Masjid Fathun Qarib di  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry  
Tanggal Sidang : 29 Juli 2026  
Jumlah Halaman : 129 Halaman  
Pembimbing 1 : Hadi Kurniawan, S.Si., M.Si.  
Pembimbing 2 : Faiza Aidina, S.T., M.A.  
Kata Kunci : Kenyamanan Termal, PMV-PPD, TSV, Masjid Fathun  
Qarib

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh tingginya ketergantungan Masjid Fathun Qarib UIN Ar-Raniry pada pendingin ruangan (AC) dan tidak optimalnya desain pasif, yang memicu *overcooling* saat listrik menyala dan pengap saat padam. Untuk mengevaluasi kondisi termal secara objektif dan subjektif, penelitian ini menggunakan metode campuran (observasi, pengukuran fisik, dan kuesioner) terhadap 99 responden dengan analisis PMV-PPD dan TSV. Hasil penelitian menunjukkan deviasi yang signifikan antara prediksi alat dan persepsi aktual yaitu saat AC menyala, alat memprediksi kondisi netral (PMV 0,12) namun 59,60% pengguna merasa kedinginan (TSV -1,17), sedangkan saat listrik padam alat memprediksi panas ekstrem (PMV 1,58) tetapi tingkat keluhan justru menurun (41,40%) menjadi netral cenderung hangat (TSV 0,36) akibat toleransi adaptasi iklim lokal. Kegagalan arsitektur pasif berupa tertutupnya ventilasi dan jendela memicu anomali pengap saat listrik mati, akibat terhentinya sirkulasi udara (0,002 m/s) dan terjebaknya panas pada atap seng. Kesimpulannya, standar termal internasional perlu disesuaikan dengan masyarakat tropis, disertai rekomendasi mereaktivasi ventilasi silang, mengatur suhu AC secara moderat (24°C–26°C), serta menambah insulasi atap seng dan vegetasi peneduh di sisi barat bangunan.

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberkahi penulis dengan nikmat, rahmat serta petunjuk-Nya. Shalawat dan salam kepada Baginda Nabi Besar Muhammad SAW, yang telah membawa manusia dari jaman kejahilan menuju jaman yang penuh ilmu pengetahuan serta membawa kebijaksanaan bagi seluruh alam. Dengan berkat rahmat dan nikmat-Nya, penulis berhasil menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir dengan judul **“Analisis Kenyamanan Termal Pada Masjid Fathun Qarib di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry”**. Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk mencapai gelar Sarjana Strata 1 di Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Keberhasilan dalam penyelesaian dan penyusunan laporan ini tidak terlepas dari bantuan yang telah diberikan oleh berbagai pihak. Sehingga dengan penuh kerendahan hati dan rasa hormat penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Hadi Kurniawan, S.Si., M.Si. dan Ibu Faiza Aidina, S.T., M.A., sebagai pembimbing yang sangat sabar dalam membantu, memberikan dorongan, serta bimbingan dan dukungan penuh dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini hingga selesai.
2. Ibu Fitriyani Insanuri Qismullah, S.T., MUP, sebagai dosen koordinator mata kuliah tugas akhir yang telah melakukan koordinasi dengan efektif, sehingga memungkinkan penyelesaian mata kuliah tugas akhir ini dengan lancar.
3. Bapak Zia Faizurrahmany El Faridy, S.T., M.Sc., PhD., sebagai dosen pembimbing akademik sekaligus selaku Pemimpin Program Studi Arsitektur, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry.
4. Kedua orang tua yaitu, Ayahanda dan Ibunda tercinta serta keempat saudara/i kandung penulis yang senantiasa memberikan doa serta dukungan, sandaran, motivasi dan nasehat kepada penulis sehingga dapat menyusun laporan tugas akhir ini.

5. Kepada sahabat karib penulis yang senantiasa menemani dan memberi semangat kepada penulis untuk menyelesaikan laporan tugas akhir.
6. Kepada teman-teman seperjuangan dan seluruh rekan mahasiswa Prodi Arsitektur angkatan 2022 yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas kontribusi dan kebersamaan, semoga sukses bersama.
7. Terima kasih kepada diri sendiri yang telah berjuang dengan penuh kesabaran, tetap melangkah meskipun sering merasa lelah, ragu, dan ingin menyerah. Terima kasih karena telah percaya bahwa setiap usaha akan membawa hasil. Semoga segala perjuangan yang telah dilalui menjadi bekal untuk menghadapi perjalanan kehidupan berikutnya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih memiliki keterbatasan, namun berkat bimbingan dosen pembimbing dan dukungan teman-teman, penulis berhasil menyelesaikannya dengan optimal. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi menyempurnakan laporan- laporan pada masa yang akan datang.

Banda Aceh, 28 Juli 2026

Penulis,

**Zuhraturrahmatina**

NIM. 220701072

## DAFTAR ISI

|                                                                              |            |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....</b>                                   | <b>i</b>   |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....</b>                                   | <b>ii</b>  |
| <b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....</b>                           | <b>iii</b> |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                                         | <b>iv</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                                                   | <b>v</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                                       | <b>vii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                                                    | <b>x</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                                    | <b>xii</b> |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                                                 | <b>xiv</b> |
| <b>BAB 1 .....</b>                                                           | <b>1</b>   |
| <b>PENDAHULUAN.....</b>                                                      | <b>1</b>   |
| 1.1 Latar Belakang.....                                                      | 1          |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                                                     | 2          |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                                                   | 2          |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....                                                  | 3          |
| 1.5 Batasan Penelitian.....                                                  | 4          |
| <b>BAB II .....</b>                                                          | <b>6</b>   |
| <b>KAJIAN PUSTAKA .....</b>                                                  | <b>6</b>   |
| 2.1 Hasil Penelitian yang Relevan .....                                      | 6          |
| 2.2 Tinjauan Umum Kenyamanan Termal .....                                    | 10         |
| 2.2.1 Definisi Kenyamanan Termal .....                                       | 10         |
| 2.2.2 Faktor-Faktor Kenyamanan Termal .....                                  | 11         |
| 2.3 Standar Kenyamanan Termal .....                                          | 16         |
| 2.3.1 Standar ASHRAE 55 .....                                                | 16         |
| 2.3.2 Standar Nasional Indonesia (SNI) .....                                 | 19         |
| 2.4 Strategi Desain Arsitektur untuk Iklim Tropis .....                      | 20         |
| 2.4.1 Orientasi Bangunan .....                                               | 20         |
| 2.4.2 Desain Buka-an dan Ventilasi Alami.....                                | 21         |
| 2.4.3 Pelindung Matahari (Solar Shading Devices).....                        | 22         |
| 2.4.4 Pemanfaatan Lanskap ( <i>Lanskap</i> ) dan Vegetasi .....              | 24         |
| 2.4.5 Pemilihan Material Selubung Bangunan .....                             | 25         |
| 2.4.6 Kualitas Udara Dalam Ruangan ( <i>Indoor Air Quality (IAQ)</i> ) ..... | 25         |

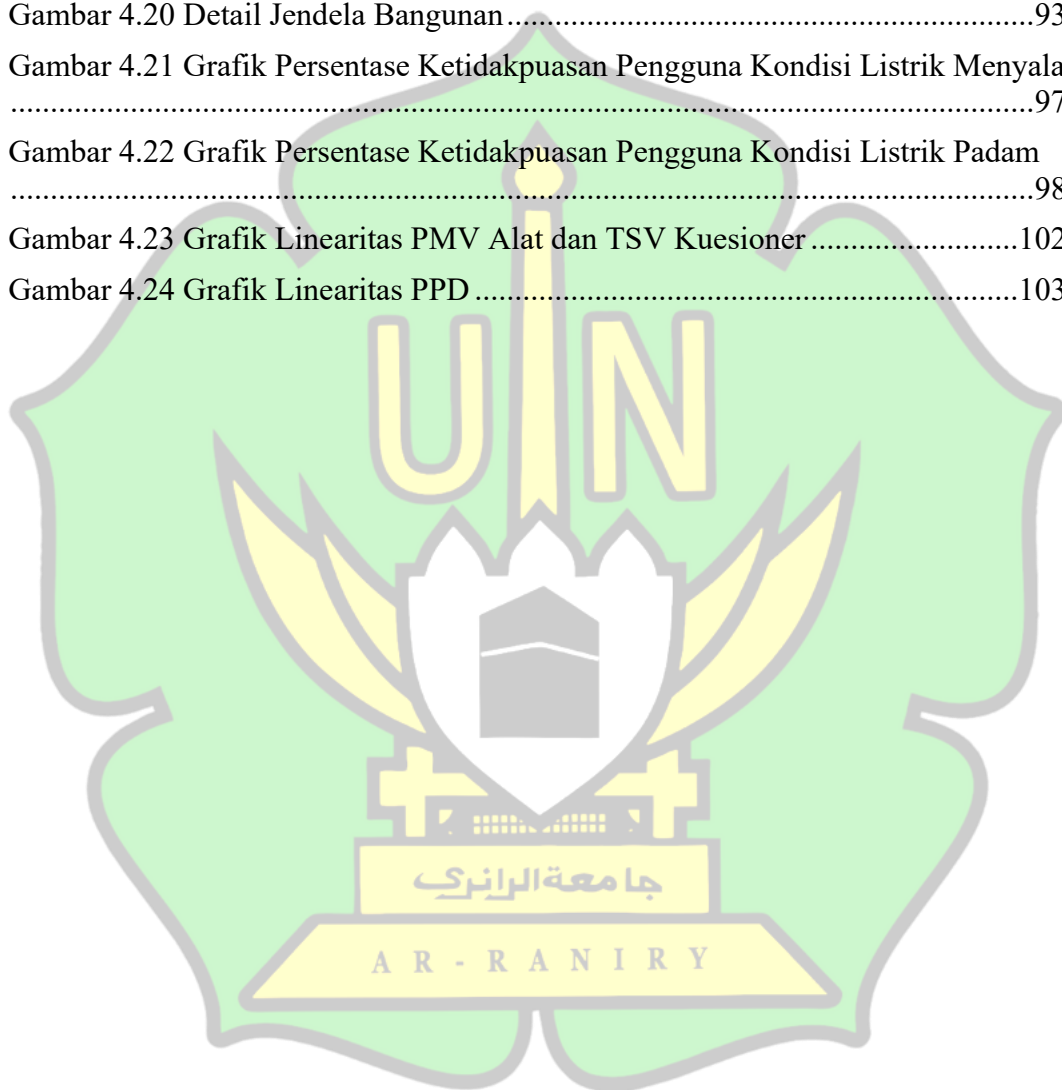
|                             |                                                                                    |           |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.5                         | Tinjauan Umum Pengalaman Pengguna ( <i>User Experience</i> ) .....                 | 26        |
| 2.5.1                       | Definisi Pengalaman Pengguna (UX).....                                             | 26        |
| 2.5.2                       | Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Pengalaman Pengguna (UX) .....                   | 27        |
| 2.5.3                       | Hubungan Lingkungan Fisik dengan Psikologi dan Perilaku Manusia.....               | 28        |
| 2.5.4                       | Keterkaitan Psikologi dan Perilaku Manusia dengan Kenyamanan Termal Bangunan ..... | 29        |
| 2.6                         | Tinjauan Khusus Arsitektur Masjid.....                                             | 31        |
| 2.6.1                       | Fungsi dan Karakteristik Ruang Ibadah .....                                        | 31        |
| 2.6.2                       | Karakteristik Masjid Fathun Qarib .....                                            | 32        |
| 2.7                         | Material Bangunan.....                                                             | 32        |
| 2.8                         | OTTV ( <i>Overall Thermal Transfer Value</i> ) .....                               | 34        |
| 2.9                         | RTTV ( <i>Roof Thermal Transfer Value</i> ).....                                   | 35        |
| 2.10                        | Kerangka Konseptual Penelitian.....                                                | 36        |
| <b>BAB III</b>              | .....                                                                              | <b>38</b> |
| <b>METODE PENELITIAN</b>    | .....                                                                              | <b>38</b> |
| 3.1                         | Pendekatan Penelitian .....                                                        | 38        |
| 3.1.1                       | Definisi Metode Campuran ( <i>Mixed Methods</i> ) .....                            | 38        |
| 3.1.2                       | Strategi Metode Penelitian Campuran .....                                          | 39        |
| 3.2                         | Lokasi dan Objek Penelitian.....                                                   | 39        |
| 3.3                         | Teknik Pengumpulan Data .....                                                      | 42        |
| 3.3.1                       | Observasi Langsung.....                                                            | 42        |
| 3.3.2                       | Pengukuran Fisik .....                                                             | 43        |
| 3.3.3                       | Kuesioner.....                                                                     | 51        |
| 3.4                         | Populasi dan Sampel Penelitian.....                                                | 52        |
| 3.4.1                       | Populasi Penelitian.....                                                           | 52        |
| 3.4.2                       | Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel.....                                          | 53        |
| 3.5                         | Teknik Analisis Data .....                                                         | 53        |
| 3.5.1                       | Teknik Analisis Data Kuantitatif.....                                              | 54        |
| 3.5.2                       | Teknik Analisis Data Kualitatif.....                                               | 54        |
| 3.5.3                       | Analisis Integratif .....                                                          | 54        |
| <b>BAB IV</b>               | .....                                                                              | <b>56</b> |
| <b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> | .....                                                                              | <b>56</b> |
| 4.1.                        | Deskripsi Data .....                                                               | 56        |
| 4.2                         | Gambaran Umum dan Kondisi Eksisting Objek Penelitian .....                         | 56        |

|                                                                                                  |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.2.1 Pemetaan Spasial dan Titik Sampling Pengukuran .....                                       | 57         |
| 4.2.2 Kondisi Kenyamanan Termal Kota Banda Aceh.....                                             | 60         |
| 4.2.3 Orientasi Bangunan .....                                                                   | 61         |
| 4.2.4 Vegetasi Tapak .....                                                                       | 62         |
| 4.3 Hasil Pengukuran Parameter Fisik dengan Alat Ukur.....                                       | 64         |
| 4.4 Hasil Penyebaran Kuesioner Persepsi Pengguna (Subjektif) .....                               | 70         |
| 4.4.1 Karakteristik Responden.....                                                               | 71         |
| 4.5 Analisis Termal Objektif Berdasarkan Hasil Pengukuran.....                                   | 75         |
| 4.5.1 Temperatur Udara.....                                                                      | 76         |
| 4.5.2 Kelembapan Udara .....                                                                     | 78         |
| 4.5.3 Kecepatan Udara (Angin).....                                                               | 80         |
| 4.5.4 Faktor Personal Pengguna .....                                                             | 82         |
| 4.5.5 Nilai MET (Metabolic Equivalent of Task).....                                              | 84         |
| 4.5.6 Analisis Nilai PMV dan PPD Berdasarkan Pengukuran Alat .....                               | 84         |
| 4.6 Pengukuran Elemen Bangunan.....                                                              | 88         |
| 4.6.1 Elemen Dinding.....                                                                        | 89         |
| 4.6.2 Elemen Plafon.....                                                                         | 89         |
| 4.6.3 Elemen Lantai.....                                                                         | 90         |
| 4.6.4 Elemen Bukaannya .....                                                                     | 91         |
| 4.7 Analisis Persepsi Subjektif Berdasarkan Kuesioner.....                                       | 94         |
| 4.7.1 Analisis TSV ( <i>Thermal Sensation Vote</i> ) Pengguna Berdasarkan<br>Data Kuesioner..... | 94         |
| 4.7.2 Analisis Tingkat Ketidakpuasan Pengguna .....                                              | 96         |
| 4.8 Komparasi Hasil PMV - PPD Alat dengan TSV - Tingkat Ketidakpuasan<br>Responden .....         | 98         |
| 4.9 Korelasi Data Objektif Alat dengan Persepsi Subjektif Pengguna.....                          | 100        |
| 4.9.1 Korelasi Sensasi Termal PMV dengan TSV .....                                               | 101        |
| 4.9.2 Korelasi Tingkat PPD Alat dan Ketidakpuasan Pengguna.....                                  | 102        |
| 4.10 Kontribusi Strategi Desain Arsitektur Terhadap Kenyamanan .....                             | 104        |
| Termal Masjid .....                                                                              | 104        |
| <b>BAB 5 .....</b>                                                                               | <b>106</b> |
| <b>PENUTUP.....</b>                                                                              | <b>106</b> |
| 5.1 Kesimpulan.....                                                                              | 106        |
| 5.2 Saran .....                                                                                  | 107        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                                                      | <b>109</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Hubungan antara PMV dan PPD.....                                       | 19 |
| Gambar 2.2 Contoh Jendela Nako atau Krepyak .....                                 | 21 |
| Gambar 2.3 Contoh Penggunaan Ventilasi Atap pada Bangunan .....                   | 22 |
| Gambar 2.4 Contoh Sirip Vertikal pada Fasad Bangunan .....                        | 23 |
| Gambar 2.5 Contoh Sirip Horizontal pada Fasad Bangunan .....                      | 23 |
| Gambar 2.6 Bagan Kerangka Konseptual.....                                         | 36 |
| Gambar 3.1 Peta Lokasi Objek Penelitian .....                                     | 40 |
| Gambar 3.2 Site Objek Penelitian.....                                             | 41 |
| Gambar 3.3 Objek Penelitian .....                                                 | 41 |
| Gambar 3.4 Denah Masjid Fathun Qarib .....                                        | 43 |
| Gambar 3.5 Pemetaan Titik 1 .....                                                 | 44 |
| Gambar 3.6 Pemetaan Titik 2 .....                                                 | 45 |
| Gambar 3.7 Titik Pengukuran Elemen Dinding Bangunan .....                         | 46 |
| Gambar 3.8 Titik Pengukuran Lantai Bangunan .....                                 | 47 |
| Gambar 3.9 Titik Pengukuran Plafon Bangunan .....                                 | 49 |
| Gambar 3.10 Termometer Laser .....                                                | 50 |
| Gambar 3.11 Hygrometer.....                                                       | 50 |
| Gambar 3.12 Anemometer .....                                                      | 51 |
| Gambar 4.1 Site Masjid Fathun Qarib .....                                         | 57 |
| Gambar 4.2 Denah Masjid Fathun Qarib .....                                        | 58 |
| Gambar 4.3 Tampak Atas Isometri Interior Masjid Fathun Qarib.....                 | 58 |
| Gambar 4.4 Tampak Interior Masjid Fathun Qarib .....                              | 59 |
| Gambar 4.5 Tampak Teras Masjid Fathun Qarib .....                                 | 60 |
| Gambar 4.6 Rata-rata Data Iklim BPS Kota Banda Aceh .....                         | 60 |
| Gambar 4.7 Orientasi Matahari Lingkungan Masjid Fathun Qarib .....                | 61 |
| Gambar 4.8 Vegetasi Tapak Objek Penelitian .....                                  | 63 |
| Gambar 4.9 Proyeksi Bayangan Vegetasi pada Permukaan Dinding .....                | 64 |
| Gambar 4.10 Bagan Area Pengukuran.....                                            | 65 |
| Gambar 4.11 Peta Kontur Distribusi Temperatur Udara Kondisi Listrik Menyala ..... | 77 |
| Gambar 4.12 Peta Kontur Distribusi Temperatur Udara Kondisi Listrik Padam ..      | 77 |
| Gambar 4.13 Peta Kontur Distribusi Kelembapan Udara Kondisi Listrik Nyala ..      | 79 |

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4.14 Peta Kontur Distribusi Kelembapan Udara Kondisi Listrik Padam.         | 79  |
| Gambar 4.15 Peta Kontur Distribusi Kecepatan Angin Kondisi Listrik Nyala .....     | 81  |
| Gambar 4.16 Peta Kontur Distribusi Kecepatan Angin Kondisi Listrik Padam.....      | 81  |
| Gambar 4.17 Simulasi CBE <i>Thermal Comfort Tool</i> Kondisi Listrik Nyala .....   | 86  |
| Gambar 4.18 Simulasi CBE <i>Thermal Comfort Tool</i> Kondisi Listrik Padam .....   | 87  |
| Gambar 4.19 Detail Ventilasi Bangunan .....                                        | 92  |
| Gambar 4.20 Detail Jendela Bangunan.....                                           | 93  |
| Gambar 4.21 Grafik Persentase Ketidakpuasan Pengguna Kondisi Listrik Menyala ..... | 97  |
| Gambar 4.22 Grafik Persentase Ketidakpuasan Pengguna Kondisi Listrik Padam .....   | 98  |
| Gambar 4.23 Grafik Linearitas PMV Alat dan TSV Kuesioner .....                     | 102 |
| Gambar 4.24 Grafik Linearitas PPD .....                                            | 103 |



## DAFTAR TABEL

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Hasil Penelitian yang Relevan .....                            | 6  |
| Tabel 2.2 Faktor – Faktor Kenyamanan Termal .....                        | 11 |
| Tabel 2.3 Nilai Tingkat Metabolisme Berdasarkan Aktivitas.....           | 13 |
| Tabel 2.4 Nilai Insulasi Panas ( <i>Iclo</i> ) pada Jenis Pakaian.....   | 15 |
| Tabel 2.5 Perbandingan Indeks PMV dan TSV .....                          | 17 |
| Tabel 2.6 Hubungan antara PMV, PPD, dan Sensasi Termal .....             | 18 |
| Tabel 2.7 Kategori Kenyamanan Termal (PMV)MET .....                      | 19 |
| Tabel 2.8 Perbedaan OTTV dan RTTV .....                                  | 35 |
| Tabel 4.1 Rekapitulasi Data pada Kondisi Listrik Menyala .....           | 66 |
| Tabel 4.2 Rekapitulasi Data pada Kondisi Listrik Padam .....             | 68 |
| Tabel 4.3 Hasil Data Kuesioner Skala Likert.....                         | 71 |
| Tabel 4.4 Hasil Analisis Frekuensi Kata Kunci Kuesioner Deskriptif ..... | 73 |
| Tabel 4.5 Ringkasan Hasil Pengukuran Termal.....                         | 76 |
| Tabel 4.6 Ringkasan Pengukuran Temperatur Udara .....                    | 76 |
| Tabel 4.7 Ringkasan Pengukuran Kelembapan Udara.....                     | 78 |
| Tabel 4.8 Ringkasan Pengukuran Kecepatan Udara (Angin) .....             | 80 |
| Tabel 4.9 Nilai Insulasi Pakaian Pria .....                              | 82 |
| Tabel 4.10 Nilai Insulasi Pakaian Wanita .....                           | 83 |
| Tabel 4.11 Total Keseluruhan Nilai Clo .....                             | 83 |
| Tabel 4.12 Nilai Metabolisme Pengguna .....                              | 84 |
| Tabel 4.13 Rata-Rata Parameter Input PMV Kondisi Listrik Menyala .....   | 85 |
| Tabel 4.14 Nilai PMV dan PPD Kondisi Listrik Menyala .....               | 86 |
| Tabel 4.15 Rata-Rata Parameter Input PMV Kondisi Listrik Padam .....     | 87 |
| Tabel 4.16 Nilai PMV dan PPD Kondisi Listrik Padam.....                  | 88 |
| Tabel 4.17 Rekapitulasi Data Pengukuran Elemen Dinding.....              | 89 |
| Tabel 4.18 Rekapitulasi Data Pengukuran Elemen Plafon .....              | 90 |
| Tabel 4.19 Rekapitulasi Data Pengukuran Elemen Lantai.....               | 90 |
| Tabel 4.20 Rekapitulasi Data Pengukuran Elemen Bukaannya.....            | 91 |
| Tabel 4.21 Data TSV Kondisi Listrik Menyala .....                        | 94 |
| Tabel 4.22 Data TSV Kondisi Listrik Padam .....                          | 95 |
| Tabel 4.23 Distribusi Jawaban Responden Kondisi Listrik Menyala .....    | 96 |
| Tabel 4.24 Distribusi Jawaban Responden Kondisi Listrik Padam .....      | 97 |

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 4.25 Nilai PMV dan PPD Alat .....                                     | 99  |
| Tabel 4.26 Nilai TSV dan Ketidakpuasan Pengguna Berdasarkan Kuesioner ..... | 99  |
| Tabel 4.27 Komparasi dan Selisih Parameter Kenyamanan Termal.....           | 100 |
| Tabel 4.28 Nilai PMV dan TSV.....                                           | 101 |
| Tabel 4.29 Nilai PPD Alat dan Kuesioner .....                               | 103 |



## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| LAMPIRAN 1 <i>SITE PLAN</i> MASJID FATHUN QARIB ..... | 113 |
| LAMPIRAN 2 DENAH MASJID FATHUN QARIB .....            | 114 |



## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Masjid Fathun Qarib UIN Ar-Raniry merupakan salah satu bangunan publik vital di lingkungan kampus Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh. Masjid ini berdiri sejak tahun 1993 dan didirikan oleh Yayasan Amal Bakti Muslim Pancasila (YAMP) (Maulani, 2024), dengan luas Masjid Fathun Qarib saat ini yaitu  $\pm 994 \text{ m}^2$  (Afra, 2024). Berdasarkan sumber dari Sumberpost.com, saat ini kapasitas Masjid Fathun Qarib dapat menampung 2.000 pengguna.

Secara ideal, Standar Nasional Indonesia (SNI 03-6572-2001) merekomendasikan Suhu Efektif / *Effective Temperature* (ET) antara  $24^{\circ}\text{C}$  hingga  $27^{\circ}\text{C}$  supaya sesuai dengan kondisi adaptasi masyarakat Indonesia sehingga dapat beraktivitas dengan nyaman. Namun, kondisi iklim Kota Banda Aceh ditandai oleh suhu harian rata-rata berkisar  $23^{\circ}\text{C}$ – $33^{\circ}\text{C}$  dengan kelembapan relatif yang umumnya melebihi 80%, sehingga memberikan tantangan dalam mewujudkan kenyamanan termal bangunan. Pada bangunan di wilayah beriklim tropis, strategi desain pasif seperti ventilasi alami, orientasi bangunan, pengendalian radiasi matahari, dan peneduhan berperan penting dalam mengurangi beban panas. Berdasarkan observasi awal, kondisi termal di Masjid Fathun Qarib masih dipengaruhi oleh pengoperasian sistem pendingin mekanis, sehingga diperlukan kajian lebih lanjut mengenai hubungan strategi desain arsitektur dengan kenyamanan termal pengguna.

Berdasarkan observasi fisik, kondisi termal Masjid Fathun Qarib UIN Ar-Raniry berfluktuasi secara ekstrem. Arsitektur masjid ini menggunakan atap seng berdaya serap panas tinggi, dinding beton bertulang, serta konfigurasi jendela yang menghambat sirkulasi penghawaan alami. Keterbatasan sistem pasif ini memicu udara pengap saat pemadaman listrik terjadi. Penelitian terdahulu dengan topik serupa umumnya membahas evaluasi kinerja sistem pendingin secara teknis. Kajian tersebut belum mengintegrasikan kerangka teori *User Experience* sebagai parameter evaluasi kenyamanan ruang.

Penelitian ini mengisi *research gap* tersebut secara empiris. Peneliti mengomparasikan data termal objektif dengan persepsi subjektif pengguna melalui pendekatan teori psikologi lingkungan. Penelitian ini mengevaluasi kontribusi gaya arsitektur, orientasi massa bangunan, dan material fisik dalam merespons fluktuasi iklim mikro saat transisi daya energi. Oleh karena itu, pelaksanaan penelitian berjudul Analisis Kenyamanan Termal pada Masjid Fathun Qarib di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry sangat esensial. Hasil penelitian ini merumuskan evaluasi konstruktif dan rekomendasi desain pasif untuk perancangan bangunan publik pada masa mendatang.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang dan batasan masalah yang telah ditentukan, maka penulis merumuskan permasalahan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Bagaimana kondisi termal di Masjid Fathun Qarib berdasarkan data fisik seperti suhu, kelembapan, dan pergerakan udara?
2. Bagaimana persepsi dan pengalaman pengguna terhadap kondisi termal di Masjid Fathun Qarib saat beraktivitas di dalamnya?
3. Bagaimana tingkat komparasi antara kondisi termal objektif hasil alat ukur dengan persepsi termal subjektif pengguna?
4. Bagaimana kontribusi gaya arsitektur, orientasi massa bangunan, dan pengaturan elemen bukaan terhadap pencapaian kenyamanan termal serta pengalaman pengguna (*User Experience*) di Masjid Fathun Qarib?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas tentang kenyamanan termal di dalam Masjid Fathun Qarib dan bagaimana keterkaitannya dengan pengguna. Tujuan-tujuan berikut akan tercapai:

1. Menganalisis kondisi termal di Masjid Fathun Qarib berdasarkan data fisik objektif meliputi suhu, kelembapan, dan pergerakan Udara.
2. Menganalisis persepsi dan pengalaman pengguna terhadap kondisi termal saat beraktivitas di dalam Masjid Fathun Qarib.

3. Mengevaluasi tingkat komparasi antara kondisi termal objektif hasil alat ukur dengan persepsi termal subjektif pengguna.
4. Mengkaji sejauh mana gaya arsitektur, orientasi massa bangunan, dan konfigurasi elemen bukaan berkontribusi terhadap pembentukan kenyamanan termal dan pengalaman pengguna (*User Experience*).

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat penting bagi pengembangan ilmiah dan bidang terkait, antara lain:

1. Meningkatkan pengetahuan dan pengalaman penulis tentang preferensi pengguna masjid, terutama dalam hal kenyamanan suhu, melalui studi Masjid Fathun Qarib di UIN Ar-Raniry.
2. Sebagai sumber daya yang bermanfaat bagi peneliti lain dalam mengeksplorasi bagaimana fitur fisik bangunan memengaruhi perasaan dan perilaku pengguna, sekaligus meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya kenyamanan dalam mendesain suatu ruang agar pengalaman aktivitas di dalam masjid dapat meningkat secara keseluruhan.
3. Memberikan informasi dan saran yang bermanfaat kepada pengelola Masjid Fathun Qarib dan UIN Ar-Raniry untuk membantu mereka membuat pilihan desain yang lebih baik atau meningkatkan lingkungan bagi pengguna.
4. Berkontribusi pada bidang arsitektur, terutama dalam memahami bagaimana bangunan dapat dirancang agar sesuai dengan iklim, dan bagaimana evaluasi pasca-huni (*Post-Occupancy Evaluation*) pada bangunan ibadah di iklim tropis.
5. Menjadi panduan praktis bagi para arsitek yang merancang masjid atau bangunan publik lainnya di Aceh dan tempat serupa, sehingga mereka dapat menciptakan ruang yang lebih memenuhi kebutuhan dan kenyamanan pengguna sejak awal.

## 1.5 Batasan Penelitian

Lingkup batasan penelitian dalam "Kajian Kenyamanan Termal pada Masjid Fathun Qarib dan Keterkaitannya dengan Pengalaman Pengguna di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry" mencakup beberapa aspek penting yang akan menjadi fokus utama dalam penelitian ini.

1. Lokasi Masjid Fathun Qarib terletak di lingkungan Kampus UIN Ar-Raniry, tepatnya berlokasi di Kopelma Darussalam, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh, Aceh. Maka dengan demikian, pengambilan data akan dipusatkan pada area dalam dan luar bangunan sebagai lokasi aktivitas pengguna.
2. Subjek penelitian ini yaitu para pengguna aktif Masjid Fathun Qarib, yang mencakup mahasiswa, dosen, staf universitas, dan masyarakat umum yang rutin beraktivitas di lokasi tersebut.
3. Kajian ini secara spesifik berfokus pada kenyamanan termal dan keterkaitannya dengan pengalaman pengguna di dalam ruang ibadah. Aspek pengalaman pengguna yang digali meliputi persepsi subjektif (rasa panas, sejuk, pengap), preferensi termal, serta keterkaitannya dengan pengalaman pengguna masjid. Penelitian ini tidak akan membahas aspek kenyamanan lain seperti pencahayaan (visual) atau kebisingan (akustik).
4. Penelitian ini menggunakan metode campuran (*mixed methods*) yang menggabungkan informasi berbasis angka (kuantitatif) dan berbasis kata (kualitatif). Untuk kuantitatif, melakukan pengukuran parameter fisik seperti suhu udara, kadar air di udara atau kelembapan, dan kecepatan udara bergerak, menggunakan alat ukur termometer. Sedangkan aspek kualitatif, kajian melalui observasi perilaku pengguna dan penggunaan kuesioner bersifat deskriptif untuk memahami persepsi serta pengalaman nyata pengguna terhadap kenyamanan termal di dalam masjid.
5. Pengambilan data termal pada kondisi listrik menyala dan padam dilakukan pada hari yang berbeda. Hal ini diakibatkan oleh penerapan observasi naturalistik yaitu peneliti merekam data berdasarkan jadwal operasional

aktual masjid. Peneliti menghindari manipulasi buatan terhadap sistem pendingin ruangan untuk menjaga keaslian kondisi lapangan.

Dengan batasan-batasan tersebut, penelitian ini dapat memberikan hasil yang lebih fokus dan mendalam mengenai preferensi pengguna terhadap kenyamanan termal dengan mengambil studi kasus di Masjid Fathun Qarib, UIN Ar-Raniry.



## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Hasil Penelitian yang Relevan

Pembahasan ini mengemukakan terkait kenyamanan termal pada Masjid Fathun Qarib UIN Ar-Raniry dan keterkaitannya dengan pengalaman pengguna. Penelitian mengenai kenyamanan termal pada berbagai tipologi bangunan telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Namun, belum ada penelitian yang meneliti tentang hubungan linear antara suhu elemen fisik bangunan dengan persepsi subjektif pengguna dalam transisi kondisi energi listrik padam maupun untuk meningkatkan kualitas kegiatan pengguna. Untuk memahami perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya, dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

**Tabel 2.1 Hasil Penelitian yang Relevan**

| Aspek   | Penelitian 1                                                                       | Penelitian 2                                                       | Penelitian 3                                | Penelitian 4                                                                                         | Penelitian 5                                                                                                                           |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Penulis | Tatag Bagas Prasetya dan Yayi Arsandrie                                            | Muhammad Iqbal, Atthaillah, Adi Safyan, dkk.                       | Yuswono Hadi, Tabitha Azaria, Purnomo, dkk. | Nur Rahmawati Syamsiyah dan Hanifa Nur Izzati                                                        | Nasrul, Dita Eka Nur, Rini Kausarani, dkk.                                                                                             |
| Judul   | Kajian Kenyamanan Termal dan Sirkulasi Ruang pada Bengawan Sport Center, Surakarta | Kenyamanan Termal pada Bangunan Berventilasi Alami di Iklim Tropis | Analisis Kenyamanan Termal Ruang Kuliah     | Strategi Kenyamanan Termal Masjid (Studi Kasus Masjid Al-Kautsar Kertonatan, Sukoharjo, Jawa Tengah) | Studi Analisis Hubungan Iklim Mikro Terhadap Kondisi Kenyamanan Termal Ruang Kuliah Jurusan Geografi FMIPA Universitas Negeri Makassar |
| Tahun   | 2024                                                                               | 2024                                                               | 2020                                        | 2021                                                                                                 | 2024                                                                                                                                   |

| Instansi          | Universitas Muhammadiyah - yah Surakarta                                                                          | Universitas Malikussa - leh                                                                                                                                                                                | Universitas Ma Chung                                                                                                                                | Universitas Muhammadiyah - yah Surakarta                                                       | Universitas Negeri Makassar                                                                                                                           |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tujuan Penelitian | Untuk mengetahui kenyamanan termal dan sirkulasi ruang pada fasilitas olahraga Bengawan Sport Center di Surakarta | Untuk mengkaji pengaruh cuaca terhadap kenyamanan termal pengguna pada bangunan berventilasi alami, dengan fokus pada bangunan yang memiliki bukaan satu sisi dan hanya satu orientasi sebagai pembatasan. | Memberikan kenyamanan termal bagi pengguna ruang dengan mengukur suhu, kelembapan, dan kecepatan angin sebelum dan sesudah rekayasa fasilitas ruang | Meneliti aspek penghawaan alami dan strategi kenyamanan termal di Masjid Al-Kautsar Kertonatan | Untuk mengukur perubahan temporal suhu ruangan dan untuk mengetahui derajat kenyamanan termal pada suhu ruangan yang berbeda beda pada setiap ruangan |
| Metode Penelitian | Deskriptif evaluatif dengan pendekatan kuantitatif                                                                | Kualitatif melalui analisis literatur                                                                                                                                                                      | Deskriptif kuantitatif                                                                                                                              | Kuantitatif melalui pengukuran suhu udara, kelembapan udara dan kecepatan angin                | Deskriptif dengan fokus pada pengukuran suhu ruangan terhadap waktu                                                                                   |

(Sumber : Hasil Studi literatur, 2026)

Dari setiap penelitian yang relevan diatas, terdapat kesimpulan yang dijelaskan sebagai berikut:

#### 1. Penelitian 1

Kajian pada Bengawan Sport Center menunjukkan bahwa sebagian besar ruangan memiliki suhu rata-rata yang cukup tinggi, berkisar antara 20 °C – 30 °C dengan kecepatan angin mencapai 0 m/s pada area *indoor*. Kondisi ini menyebabkan sebagian besar ruang olahraga tidak memenuhi standar

kenyamanan termal secara objektif. Hasil penelitian merekomendasikan adanya evaluasi pada sistem bukaan dan sirkulasi ruang untuk meningkatkan kualitas fisik bangunan publik (Prasetya et al., 2022).

## 2. Penelitian 2

Penelitian ini membahas mengenai bangunan berventilasi alami di iklim tropis yang menyimpulkan bahwa selubung bangunan (*building envelope*) dan tata letak spasial merupakan variabel paling signifikan dalam memengaruhi kenyamanan termal. Strategi desain pasif yang tepat dapat meminimalkan perolehan panas matahari tanpa harus bergantung sepenuhnya pada alat pendingin mekanis, sehingga menciptakan ruang yang lebih layak huni di iklim lembap (Safyan et al., 2024).

## 3. Penelitian 3

Analisis pada ruang kuliah Universitas Ma Chung menekankan pentingnya efisiensi penggunaan energi melalui penjadwalan *Air Conditioner* (AC). Dengan melakukan rekayasa fasilitas dan pengaturan suhu serta kecepatan angin sesuai standar SNI, kenyamanan termal pengguna dapat tercapai sekaligus mengoptimalkan penggunaan daya listrik. Hal ini menunjukkan bahwa manajemen operasional ruang sama pentingnya dengan desain fisik bangunan (Hadi, et al., 2020).

## 4. Penelitian 4

Strategi kenyamanan termal di Masjid Al-Kautsar sangat dipengaruhi oleh pola sirkulasi udara dan penghawaan alami. Namun, tingkat kelembapan yang tinggi di Indonesia sering kali menghambat efektivitas ventilasi alami. Penggunaan alat bantu seperti kipas angin ditemukan tidak akan bekerja secara optimal jika bangunan tidak memiliki sistem sirkulasi udara dasar yang tertata dengan baik sejak tahap perancangan arsitektur (Syamsiyah & Nur Izzati, 2021).

## 5. Penelitian 5

Studi di Jurusan Geografi UNM menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara iklim mikro dengan kenyamanan termal di dalam ruang kelas. Fluktuasi suhu ruangan yang berubah terhadap waktu memengaruhi

konsentrasi dan kenyamanan mahasiswa dalam proses belajar mengajar. Hasil penelitian menyarankan pemantauan suhu berkala sebagai dasar penentuan waktu penggunaan ruang yang paling ideal bagi aktivitas akademik (Nur et al., 2024).

Berdasarkan tinjauan pada penelitian terdahulu, ditemukan adanya perbedaan serta persamaan antara penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian-penelitian terdahulu. Persamaan tersebut terletak pada topik penelitian, yang berfokus pada kenyamanan termal di dalam bangunan publik di wilayah beriklim tropis. Adapun persamaan lainnya yaitu terdapat pada penggunaan alat ukur fisik dan pedoman kenyamanan termal, seperti Standar Nasional Indonesia. Perbedaan utama penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian terdahulu dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Penelitian terdahulu dilakukan pada lokasi di luar Provinsi Aceh, seperti Surakarta, Malang, dan Makassar. Namun, penelitian yang akan dilakukan berlokasi di Provinsi Aceh, tepatnya di Masjid Fathun Qarib, UIN Ar-Raniry.
2. Aspek kajian pada penelitian sebelumnya sebagian besar berfokus pada evaluasi kinerja sistem pendingin ataupun strategi ventilasi alami. Sedangkan aspek kajian pada penelitian ini yaitu berfokus pada pengalaman pengguna terhadap performa termal bangunan dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas kenyamanan pengguna dalam beraktivitas.
3. Pada penelitian yang akan dilakukan yaitu adanya pengukuran suhu dan persepsi pada dua situasi yang berbeda, yaitu pada saat listrik menyala dengan bantuan mekanis dan saat listrik padam yaitu mengandalkan desain pasif seperti selubung bangunan maupun ventilasi. Dimana variabel perbandingan ini belum banyak diteliti secara mendalam dalam penelitian relevan lainnya.
4. Hasil pembahasan dari penelitian terdahulu sebagian besar disajikan melalui tabel dengan angka atau deskripsi umum. Sedangkan penelitian ini menggunakan grafik linearitas untuk menyajikan hubungan suhu elemen arsitektural bangunan seperti atap, dinding, dan lantai dengan persepsi pengguna bangunan, dilengkapi dengan penjelasan deskriptif untuk memberikan pemahaman penuh tentang pengalaman nyata di lapangan.

## 2.2 Tinjauan Umum Kenyamanan Termal

Dalam sebuah penelitian, landasan teori yang kuat sangat penting untuk menjawab rumusan masalah. Berkaitan dengan evaluasi ruang, salah satu teori fundamental yang relevan adalah kenyamanan termal, yang dapat dijelaskan melalui definisi, faktor-faktor yang memengaruhi, standar yang berlaku, serta strategi desain arsitektur untuk iklim tropis.

### 2.2.1 Definisi Kenyamanan Termal

Kenyamanan termal menurut pandangan ASHRAE Standard 55 (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*) diartikan sebagai situasi yang mencerminkan sejauh mana seseorang merasa puas dengan kondisi termal lingkungannya. Adapun menurut (Satwiko, 2008), kenyamanan termal yaitu penilaian dan pandangan terhadap kepuasan seseorang terhadap kondisi termal disekitarnya. Sedangkan menurut Olgyay (2015), zona kenyamanan merupakan zona yang dapat mereduksi tenaga manusia yang kemudian dikeluarkan dari tubuh guna mengadaptasikan diri terhadap lingkungan sekitar.

Kenyamanan termal mengacu pada tingkat kepuasan seseorang terhadap lingkungan termalnya. Hal ini menunjukkan bahwa kenyamanan termal merupakan persepsi subjektif yang dipengaruhi oleh berbagai faktor fisik seperti suhu udara, kelembapan, kecepatan angin, dan radiasi panas (Hadi dkk., 2020) Muharrommah & Indrawati (2023) menjelaskan bahwa kenyamanan termal di ruang masjid harus diperhatikan dalam berbagai kondisi sistem pengkondisian udara, baik menggunakan kipas angin, AC, maupun ventilasi alami. Kenyamanan termal ini krusial di ruang salat seperti masjid agar pengguna dapat beribadah dengan nyaman tanpa terganggu oleh kondisi fisik yang tidak nyaman seperti panas berlebih atau kelembapan tinggi. Menurut ASHRAE (2017), kenyamanan dalam bangunan juga berkaitan dengan bagaimana perasaan atau sensasi pengguna dan pengalaman menyenangkan saat melakukan aktivitas. Sebuah ruangan dianggap nyaman dan dalam kondisi baik jika minimal sekurang-kurangnya 80% orang di dalamnya merasa nyaman.

Berdasarkan pandangan para ahli diatas dapat disimpulkan bahwa kenyamanan termal adalah kondisi psikologis dan fisik di mana seseorang merasa puas dengan lingkungan termalnya tanpa perlu mengeluarkan energi berlebih untuk beradaptasi. Faktor-faktor seperti suhu udara, kelembapan, kecepatan angin, dan radiasi panas menjadi penentu utama dalam menciptakan ruangan yang dianggap nyaman oleh sekurang-kurangnya 80% penggunanya. Hal ini menjadikan konsep kenyamanan termal sebagai elemen yang sangat penting dalam merancang sebuah bangunan demi mendukung kenyamanan pengguna saat beraktivitas.

### 2.2.2 Faktor-Faktor Kenyamanan Termal

Berdasarkan literatur fundamental di bidang arsitektur dan fisika bangunan, terdapat enam faktor utama yang secara kolektif menentukan bagaimana seseorang merasakan lingkungan termal di sekitarnya yang diperhitungkan secara bersamaan untuk dapat mengevaluasi atau merancang sebuah ruang yang nyaman. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal secara umum dibagi menjadi tiga kateogor, yaitu faktor lingkungan yang terukur secara fisik dan faktor personal yang melekat pada individu.

**Tabel 2.2** Faktor – Faktor Kenyamanan Termal

| Faktor – Faktor Kenyamanan Termal |                                                 |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------|
| Faktor Lingkungan (Eksternal)     | Temperatur Udara ( <i>Air Temperature</i> )     |
|                                   | Kelembapan Udara ( <i>Relative Humidity</i> )   |
|                                   | Kecepatan Udara                                 |
|                                   | Temperatur Radiasi                              |
| Faktor Personal (Internal)        | Insulasi Pakaian                                |
|                                   | Tingkatan Aktivitas ( <i>Metabolisme Rate</i> ) |

(Sumber :ASHRAE (2017))

Faktor-faktor lain yang mempengaruhi kondisi tubuh seseorang seperti usia, jenis kelamin, bentuk tubuh, kadar lemak, serta kondisi kesehatan yang beragam juga mempengaruhi kondisi tubuh seseorang (Idham, 2016).

## 1. Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan yaitu elemen-elemen dari kondisi fisik sekitar yang memengaruhi bagaimana seseorang merasakan suhu. Adapun faktor-faktor lingkungan tersebut yaitu sebagai berikut.

### a) Temperatur Udara (*Air Temperature*)

Suhu udara adalah salah satu faktor utama dari kenyamanan termal berupa tingkatan suhu yang dirasakan di sekeliling individu. Suhu udara dalam tubuh biasanya diberikan satuan dalam derajat yaitu Celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ) atau derajat Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ). Suhu udara dibedakan menjadi dua, yaitu suhu udara normal dan suhu udara rata-rata ( $\text{MRT} = \text{Mean Radiant Temperature}$ ) yang mempengaruhi suhu tubuh seseorang sebesar 66%. Standar suhu kenyamanan termal selama musim panas adalah antara  $23^{\circ}\text{C}$  dan  $27^{\circ}\text{C}$ , dan selama musim dingin antara  $20^{\circ}\text{C}$  dan  $24^{\circ}\text{C}$ . Di iklim Indonesia, masyarakat cenderung merasa nyaman pada suhu  $25^{\circ}\text{C}$  dan  $28^{\circ}\text{C}$  karena adanya adaptasi termal (ASHRAE, 2017).

### b) Kelembapan Udara (*Relative Humidity*)

Kelembaban relatif adalah perbandingan antara jumlah uap air pada udara dengan jumlah maksimum uap air yang udara bisa tampung pada temperatur tersebut. Tingkat kelembapan udara yang disarankan, atau kelembapan relatif, di ruangan ber-AC sebaiknya antara 30% dan 60% menurut ASHRAE (2017), atau antara 40% dan 50% menurut SNI 03-6572-2001. Jika kelembapan terlalu tinggi, keringat tidak dapat menguap dengan baik, membuat tubuh terasa lebih panas. Di sisi lain, jika kelembapan terlalu rendah, dapat menyebabkan tenggorokan iritasi dan meningkatkan kemungkinan terkena infeksi saluran pernapasan (ASHRAE, 2017).

### c) Kecepatan Udara / Angin

Kecepatan udara merupakan faktor yang penting dalam kenyamanan termal. Udara yang tidak bergerak dalam ruangan tertutup akan menyebabkan pengguna ruangan merasa kaku ataupun berkeringat. Kecepatan aliran udara memengaruhi seberapa cepat keringat menguap dan bagaimana panas dibawa keluar dari tubuh melalui konveksi. Standar ASHRAE (2017) menyarankan bahwa kecepatan udara di ruangan berpendingin harus di bawah  $0,2 \text{ m/s}$ . Jika

kecepatannya terlalu rendah, tubuh mungkin terasa panas dan berkeringat. Tetapi jika kecepatan udara terlalu tinggi, dapat membuat iritasi mata, hidung terasa tersumbat, dan iritasi kulit.

d) Temperatur Radiasi

Temperatur radiasi adalah panas yang beradiasi dari objek yang mengeluarkan panas berupa tingkat panas rata-rata permukaan di dalam ruangan seperti dinding, lantai, dan langit-langit. Temperatur radiasi lebih memberikan pengaruh yang lebih besar dibandingkan temperatur udara dalam bagaimana kita melepas atau menerima panas dari atau ke lingkungan. Faktor ini membantu mentransfer panas dari tubuh melalui radiasi. Jika suhu lingkungan lebih hangat daripada udara di sekitar, maka tubuh akan terasa lebih panas karena menyerap panas dari lingkungan melalui radiasi (ASHRAE, 2017).

2. Faktor Personal (Individu)

Faktor personal yaitu faktor yang berasal dari dalam diri seseorang yang menentukan respons tubuh terhadap kondisi lingkungan tersebut. Adapun faktor personal tersebut yaitu sebagai berikut.

a. Tingkatan Aktivitas (*Metabolisme Rate*)

Tingkat metabolisme atau MET (*Metabolic Equivalent of Task*) mengacu pada jumlah panas yang dihasilkan tubuh selama aktivitas fisik. Semakin aktif seseorang, semakin banyak panas yang dihasilkan, sehingga membutuhkan pembuangan panas yang lebih besar untuk menghindari kepanasan. Jumlah panas yang dihasilkan tubuh bervariasi sesuai dengan tingkat aktivitas fisik. Adapun tingkat metabolisme pada tubuh manusia berdasarkan aktivitas yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut.

**Tabel 2.3** Nilai Tingkat Metabolisme Berdasarkan Aktivitas

| Jenis Aktivitas  | Tingkat Metabolisme |
|------------------|---------------------|
| <b>Istirahat</b> |                     |
| Tidur            | 0,7                 |

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| Berbaring                          | 0,8       |
| Duduk                              | 1,0       |
| Berdiri                            | 1,2       |
| <b>Berjalan</b>                    |           |
| 0,9 m/s                            | 2,0       |
| 1,2 m/s                            | 2,6       |
| 1,8 m/s                            | 3,8       |
| <b>Aktivitas Kantor</b>            |           |
| Membaca, duduk                     | 1,0       |
| Menulis                            | 1,0       |
| Mengetik                           | 1,1       |
| Pengarsipan, duduk                 | 1,2       |
| Pengarsipan, berdiri               | 1,4       |
| Berjalan sekitar                   | 1,7       |
| Mengangkat / mengemas              | 2,1       |
| <b>Menyetir / Menerbangkan</b>     |           |
| Mobil                              | 1,0 - 2,0 |
| Pesawat, rutin                     | 1,2       |
| Pesawat, pendaratan instrumen      | 1,8       |
| Pesawat, tempur                    | 2,4       |
| Kendaraan berat                    | 3,2       |
| <b>Berbagai Kegiatan Pekerjaan</b> |           |
| Memasak                            | 1,6 – 2,0 |
| Membersihkan rumah                 | 2,0 – 3,4 |
| Duduk, gerakan berat               | 2,2       |

(Sumber : ASHRAE (2017))

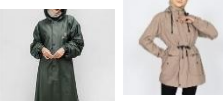
b. Insulasi Pakaian (Clothing Insulation)

Kenyamanan termal atau suhu tubuh seseorang bergantung pada jenis pakaian yang dikenakannya. Mengenakan pakaian yang tepat membantu seseorang beradaptasi dengan berbagai kondisi cuaca. Misalnya, seseorang mungkin

mengenakan pakaian tebal selama musim dingin dan pakaian yang lebih ringan saat musim panas. Nilai insulasi panas (Iclo) yang diberikan oleh masing-masing jenis pakaian ditunjukkan pada Tabel 2.4.

**Tabel 2.4 Nilai Insulasi Panas (Iclo) pada Jenis Pakaian**

| No. | Kategori Pakaian       | Jenis Pakaian                | Nilai Insulasi | Gambar                                                                                |
|-----|------------------------|------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Pakaian Dalam          | Celana dalam                 | 0,03           |    |
|     |                        | Celana dalam berkaki panjang | 0,10           |                                                                                       |
|     |                        | Singlet                      | 0,04           |                                                                                       |
|     |                        | Kaos dalam lengan pendek     | 0,09           |                                                                                       |
|     |                        | Kaos dalam panjang           | 0,20           |                                                                                       |
|     |                        | Bra                          | 0,01           |                                                                                       |
| 2   | Kemeja / Blus / Atasan | Lengan panjang               | 0,15           |   |
|     |                        | Tebal lengan panjang         | 0,29           |                                                                                       |
|     |                        | Normal lengan panjang        | 0,25           |                                                                                       |
|     |                        | Kemeja lengan tipis          | 0,22           |                                                                                       |
|     |                        | Kemeja planel                | 0,30           |                                                                                       |
|     |                        | lengan panjang               | 0,15           |                                                                                       |
| 3   | Celana                 | Blus tipis lengan panjang    | 0,15           |  |
|     |                        | Celana pendek                | 0,06           |                                                                                       |
|     |                        | Celana tebal                 | 0,20           |                                                                                       |
|     |                        | Celana normal                | 0,25           |                                                                                       |
| 4   | Hijab                  | Celana planel                | 0,28           |  |
|     |                        | Tebal dan panjang            | 0,10           |                                                                                       |
|     |                        | Berlapis                     | 0,07           |                                                                                       |
| 5   | Gaun dan Rok           | Standar                      | 0,05           |  |
|     |                        | Rok tipis                    | 0,15           |                                                                                       |
|     |                        | Rok tebal                    | 0,25           |                                                                                       |
|     |                        | Gaun tipis, lengan pendek    | 0,20           |                                                                                       |
|     |                        | Gaun tebal, lengan panjang   | 0,40           |                                                                                       |
| 6   | Jaket                  | Jaket musim panas            | 0,25           |  |
|     |                        | Jaket biasa                  | 0,35           |                                                                                       |
|     |                        | Blazer                       | 0,30           |                                                                                       |

|   |                                     |                                                                                                                               |                                              |                                                                                     |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 7 | Insulasi Tinggi (Fibre-Pelt)        | <i>Boiler suit</i><br>Celana (insulasi tinggi)<br>Jaket (insulasi tinggi)<br>Rompi                                            | 0,90<br>0,35<br>0,40<br>0,20                 |  |
| 8 | Pakaian Luar (Outerwear)            | Mantel<br>Jaket luar<br>Parka                                                                                                 | 0,60<br>0,55<br>0,70                         |  |
| 9 | Lain-lain (Alas Kaki dan Aksesoris) | Kaos kaki<br>Kaos kaki tebal pendek<br>Kaos kaki tebal panjang<br>Stoking nilon<br>Sepatu bersol tipis<br>Sepatu bersol tebal | 0,02<br>0,05<br>0,10<br>0,02<br>0,02<br>0,04 |  |

(Sumber: Diadaptasi dari Szokolay & IN (1997))

## 2.3 Standar Kenyamanan Termal

Penelitian ini mengacu pada dua standar utama untuk mengukur tingkat kenyamanan termal, yaitu standar ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*) 55 dan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6572-2001. Standar ASHRAE menggunakan model pengukuran objektif melalui *Predicted Mean Vote* (PMV) dan *Predicted Percentage of Dissatisfied* (PPD), serta pengukuran subjektif melalui *Thermal Sensation Vote* (TSV).

Di sisi lain, SNI 03-6572-2001 menyesuaikan standar kenyamanan dengan kondisi iklim panas dan lembap di Indonesia melalui indeks Temperatur Efektif (ET). Berdasarkan standar ini, rentang suhu nyaman bagi masyarakat di daerah tropis secara adaptif berada pada angka 20,5°C hingga 27,1°C ET, yang terbagi ke dalam kategori sejuk nyaman, nyaman optimal, dan hangat nyaman.

### 2.3.1 Standar ASHRAE 55

Kondisi lingkungan termal untuk hunian manusia, sebagaimana didefinisikan oleh standar ASHRAE 55, diakui secara global. Tujuannya bukan untuk menetapkan satu suhu ideal, melainkan untuk menetapkan rentang kondisi di mana setidaknya 80% penghuni akan merasa nyaman secara termal.

a. Model PMV/TSV/PPD

Untuk bangunan yang dikondisikan secara mekanis, ASHRAE 55 menggunakan dua model indeks kenyamanan termal yang membantu menentukan kualitas termal berada di sebuah bangunan yaitu :

1. PMV (*Predicted Mean Vote*)

PMV (*Predicted Mean Vote*) merupakan indeks yang diperkenalkan oleh Fanger pada tahun 1982 untuk mengindikasikan rasa dingin dan hangat yang dirasakan oleh manusia. PMV merupakan indeks yang memperkirakan respon sekelompok besar manusia pada skala sensasi termal dalam suatu ruangan. Nilai PMV (*Predicted Mean Vote*) menentukan jangkauan sensasi yang dirasakan seseorang terhadap lingkungan sekitar. Indeks PMV ini berkisar dari -3 (sangat dingin) sampai dengan +3 (sangat panas). Nilai nol adalah netralitas termal tapi bukan berarti kenyamanan termal.

2. TSV (*Thermal Sensation Vote*)

TSV (*Thermal Sensation Vote*) merupakan indeks yang mengukur persepsi sensasi termal aktual yang dirasakan dan dilaporkan langsung oleh manusia melalui kuesioner di lapangan. Meskipun menggunakan skala penilaian yang sama dengan PMV (berkisar dari -3 hingga +3), TSV bersifat empiris dan subjektif karena merekam respons nyata tubuh manusia yang telah dipengaruhi oleh faktor psikologis serta adaptasi iklim lokal.

**Tabel 2.5** Perbandingan Indeks PMV dan TSV

| Aspek          | PMV ( <i>Predicted Mean Vote</i> )                                                          | TSV ( <i>Thermal Sensation Vote</i> ) |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Sifat Data     | Objektif                                                                                    | Subjektif                             |
| Sumber Data    | Alat Ukur Fisik                                                                             | Kuesioner                             |
| Faktor Penentu | Suhu udara, kelembapan, kecepatan angin, temperatur radiasi, aktivitas (met), pakaian (clo) | Persepsi langsung responden           |
| Rentang Skala  | -3 sampai +3                                                                                | -3 sampai +3                          |

|       |                                           |                                                     |
|-------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Makna | Sensasi termal yang diprediksi oleh model | Sensasi termal yang dirasakan pengguna secara nyata |
|-------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------|

(Sumber : ASHRAE (2017))

### 3. PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*)

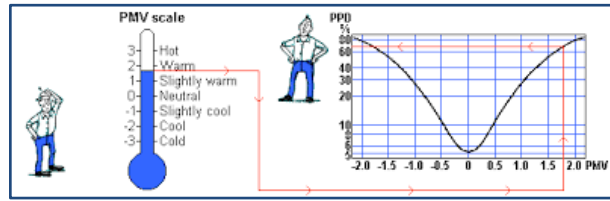
PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*) yaitu sebuah indeks yang memprediksi persentase orang yang akan merasa tidak puas secara termal (merasa terlalu dingin atau terlalu panas) dalam kondisi yang sama. Nilai PPD ini ditentukan langsung dari nilai PMV, semakin jauh nilai PMV dari 0 (netral) maka semakin tinggi persentase orang yang tidak puas.

**Tabel 2.6 Hubungan antara PMV, PPD, dan Sensasi Termal**

| PMV/TSV | Sensasi Termal | PPD |
|---------|----------------|-----|
| +3      | Panas          | 100 |
| +2      | Hangat         | 75  |
| +1      | Sedikit Hangat | 25  |
| 0       | Netral         | 5   |
| -1      | Sedikit Dingin | 25  |
| -2      | Dingin         | 75  |
| -3      | Sangat Dingin  | 100 |

(Sumber : ASHRAE (2017))

Kenyamanan termal yang ideal tercapai pada titik PMV 0, di mana tingkat ketidakpuasan (PPD) berada di angka terendah, yaitu hanya 5%. Secara standar, ruangan masih dianggap nyaman jika nilai PMV berada di rentang -0,5 hingga +0,5, dengan batas maksimal orang yang tidak puas sebesar 10%. Jika suhu udara melewati batas tersebut (terlalu panas atau terlalu dingin), maka jumlah orang yang merasa tidak nyaman akan meningkat dengan sangat cepat. Gambaran hubungan antara PMV dan PPD dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2.1 Hubungan antara PMV dan PPD

(Sumber : INNOVA (1997))

Dari penjelasan di atas maka kategori kenyamanan termal dapat dibagi menjadi 3 kategori yaitu sebagai berikut :

**Tabel 2.7 Kategori Kenyamanan Termal (PMV)MET**

| Nilai        | Sensasi                | Kondisi                          |
|--------------|------------------------|----------------------------------|
| $<-0,5$      | Agak sejuk-dingin      | Tidak nyaman<br>(terlalu sejuk)  |
| $-0,5 - 0,5$ | Agak sejuk-agak hangat | Nyaman                           |
| $>+0,5$      | Agak hangat-panas      | Tidak nyaman<br>(terlalu hangat) |

(Sumber : ASHRAE (2017))

### 2.3.2 Standar Nasional Indonesia (SNI)

Indonesia menggunakan SNI 03-6572-2001 sebagai panduan utama perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan. Standar ini mengadopsi prinsip-prinsip internasional dan menyesuaikannya dengan iklim panas dan lembap di Indonesia. Salah satu cara SNI mengukur kenyamanan adalah melalui indeks Temperatur Efektif (ET), yang mempertimbangkan suhu dan kelembapan. Rentang kenyamanannya adalah:

- Sejuk Nyaman: 20,5°C hingga 22,8°C ET
- Nyaman Optimal: 22,8°C hingga 25,8°C ET
- Hangat Nyaman: 25,8°C hingga 27,1°C ET

Penelitian yang dilakukan di Indonesia, sebagaimana disebutkan oleh Feriadi dan Wong, menunjukkan bahwa masyarakat di daerah tropis lembap biasanya lebih

menyukai suhu yang lebih tinggi daripada batas yang ditetapkan oleh standar konvensional. Hal ini mendukung gagasan bahwa pendekatan adaptif lebih efektif di iklim tersebut.

## **2.4 Strategi Desain Arsitektur untuk Iklim Tropis**

Wilayah beriklim tropis seperti Banda Aceh membutuhkan strategi desain arsitektur yang mampu mengurangi perolehan panas radiasi matahari dan mengoptimalkan sirkulasi udara alami. Hal ini dapat dicapai melalui penentuan orientasi bangunan yang idealnya memanjang ke arah utara-selatan, serta penerapan sistem bukaan untuk ventilasi silang (*cross ventilation*) dan ventilasi atap (*stack ventilation*) guna menghindari udara interior yang pengap.

Selain pengaturan sirkulasi dan orientasi, perlindungan termal bangunan juga sangat bergantung pada pemanfaatan peneduh pasif dan material selubungnya. Penggunaan pelindung matahari (*shading devices*) seperti *overhang* dan sirip, pengoptimalan elemen lanskap berupa vegetasi pohon peneduh, serta pemilihan material bangunan dengan insulasi yang baik sangat krusial untuk menurunkan suhu di dalam bangunan secara alami.

### **2.4.1 Orientasi Bangunan**

Di daerah tropis, arah bangunan menghadap matahari sangatlah penting. Fasad bangunan yang menghadap Timur dan Barat akan menerima radiasi matahari langsung dalam jumlah paling besar, terutama pada pagi dan sore hari (Manguwijaya, 2000). Hal ini menyebabkan dinding menyerap panas dan melepaskannya ke dalam ruangan, sehingga membuat bagian dalam bangunan jauh lebih panas. Untuk mengatasi hal ini, bangunan di daerah beriklim tropis sebaiknya dibangun dengan sisi terpanjang menghadap utara dan selatan.

Dengan demikian, bangunan akan mendapatkan lebih sedikit terpapar sinar matahari langsung dan lebih mudah untuk menghalangi panas dengan dinding atau atap yang teduh. Jika bangunan harus menghadap ke timur atau barat, misalnya untuk keperluan keagamaan, maka diperlukan perlindungan khusus dari panas matahari.

### 2.4.2 Desain Bukaannya dan Ventilasi Alami

Di iklim tropis yang lembap, pergerakan udara sangat penting untuk membantu penguapan keringat dan memberikan efek pendinginan. Desain bukaan seperti jendela dan pintu harus dapat memaksimalkan aliran udara alami. Berikut strategi yang dapat dilakukan :

a. Ventilasi Silang (*Cross Ventilation*)

Strategi ini paling efektif karena udara dapat masuk dari satu sisi bangunan (idealnya sisi yang menerima angin) dan keluar dari sisi yang berlawanan. Untuk masjid dengan ruang salat yang besar, menempatkan bukaan yang saling berhadapan pada dinding Utara-Selatan atau Timur-Barat sangat penting.

b. Ukuran Bukaannya Masuk (*Inlet*) dan Bukaannya Keluar (*Outlet*)

Kecepatan udara dalam ruangan dapat ditingkatkan jika bukaan keluar lebih besar daripada bukaan masuk. Perbedaan ukuran bukaan juga dapat memengaruhi kecepatan pergerakan udara di dalam ruangan.

c. Jenis Bukaannya

Jenis jendela memengaruhi arah aliran udara. Jendela nako atau krepyak memungkinkan arah angin yang terkendali, sementara jendela miring cenderung mengarahkan udara ke atas.

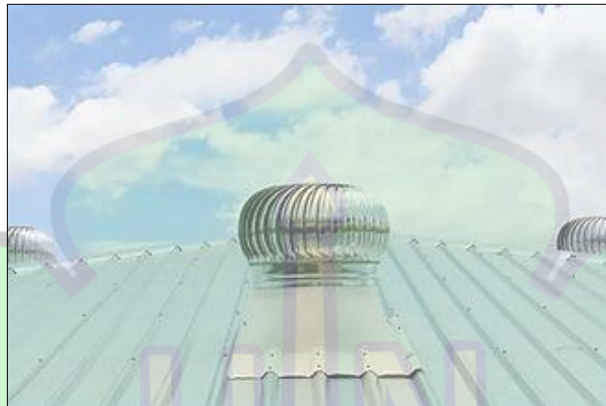


Gambar 2.2 Contoh Jendela Nako atau Krepyak

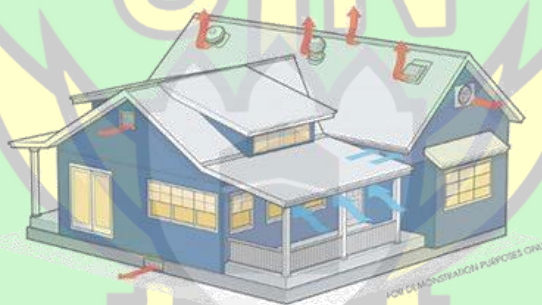
(Sumber: Windownesia (2025), diakses melalui [windownesia.co.id](http://windownesia.co.id))

d. Ventilasi Atap (*Stack Ventilation*)

Untuk ruangan besar seperti masjid, memanfaatkan efek cerobong (udara panas yang naik) melalui bukaan di bagian atas bangunan atau atap dapat membantu melepaskan udara panas yang terperangkap di bawah langit-langit.



(a) Ventilasi Atap



(b) Pengaplikasian Ventilasi Atap

Gambar 2.3 Contoh Penggunaan Ventilasi Atap pada Bangunan

(Sumber: *Atapgrand* (2025), diakses melalui [atapgrand.id/](https://atapgrand.id/))

### 2.4.3 Pelindung Matahari (Solar Shading Devices)

Menghalangi sinar matahari langsung sebelum mencapai dinding atau jendela penting untuk mengurangi perolehan panas. Adapun strategi yang dapat dilakukan yaitu :

1. Peneduh Eksternal (*Shading Devices*)

a. Teritisan Atap (*Overhang*)

*Overhang* yang lebar berfungsi dengan baik untuk melindungi dinding dan bukaan dari sinar matahari sudut tinggi (siang hari) dan hujan.

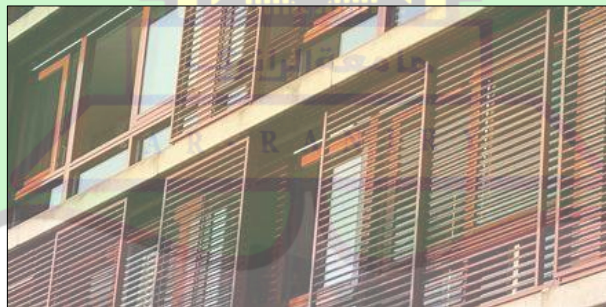
b. Sirip Vertikal atau Horizontal

Sirip vertikal pada eksterior bangunan dapat menghalangi sinar matahari sudut rendah (pagi atau sore). Contoh sirip vertikal dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4 Contoh Sirip Vertikal pada Fasad Bangunan  
(Sumber: Mamostudio (2025), diakses melalui [mamostudio.id/](https://mamostudio.id/))

Sedangkan sirip horizontal cocok untuk fasad Utara-Selatan, sementara sirip vertikal lebih cocok untuk fasad Timur-Barat, dapat dilihat pada Gambar II.5 dibawah ini :



Gambar 2.5 Contoh Sirip Horizontal pada Fasad Bangunan  
(Sumber: NusaBoard (2025), diakses melalui [nusaboard.co.id/](https://nusaboard.co.id/))

c. *Secondary Skin* (Kulit Sekunder)

Menambahkan lapisan kedua pada eksterior bangunan, seperti kisi-kisi kayu atau logam di depan dinding utama dapat menciptakan celah udara dan memberikan perlindungan yang efektif.

2. Orientasi Buka-an

Pastikan area kaca besar di sisi Timur dan Barat bangunan sekecil mungkin, karena sisi-sisi ini mendapatkan sinar matahari paling kuat. Jika diperlukan memasang jendela di sisi-sisi ini, maka perlu menambahkan semacam perlindungan untuk menghalangi sinar matahari.

3. Jenis Kaca

Penggunaan kaca film reflektif atau kaca *low-emissivity* dapat mengurangi jumlah panas radiasi yang masuk melalui jendela, meskipun mungkin juga sedikit mengurangi pencahayaan alami (Andriyani, et al., 2024).

#### 2.4.4 Pemanfaatan Lanskap (*Lanskap*) dan Vegetasi

Elemen lanskap di sekitar bangunan dapat membantu membuat ruangan lebih nyaman dalam hal kenyamanan termal. Berikut adalah beberapa strategi yang dapat diterapkan.

1. Penanaman Pohon Peneduh

Menanam pohon untuk peneduh di sisi timur dan barat bangunan membantu menghalangi sinar matahari pagi dan sore. Efek bayangan ini menurunkan suhu permukaan dinding dan mengurangi panas yang masuk (Karyono, 2016).

2. *Ground Cover*

Menggunakan rumput atau tanaman penutup tanah di sekitar bangunan lebih baik daripada menggunakan permukaan keras seperti beton atau aspal. Permukaan keras ini menyerap dan memantulkan lebih banyak panas dibandingkan tanaman (Karyono, 2016).

### 3. Elemen Air

Menambahkan fitur air seperti kolam atau air mancur dapat membantu mendinginkan area melalui penguapan, tetapi penting untuk memiliki aliran udara yang baik agar area tersebut tidak terlalu lembap (Satwiko, 2009).

#### 2.4.5 Pemilihan Material Selubung Bangunan

Material yang digunakan untuk dinding dan atap berfungsi seperti lapisan luar bangunan, mencegah panas masuk ke dalam. Maka insulasi termal dan warna perlu diperhatikan yaitu sebagai berikut.

##### a. Insulasi Termal

Material yang baik dalam mencegah panas keluar, seperti material yang tidak mudah tembus, membantu memperlambat masuknya panas ke dalam bangunan. Dinding yang terbuat dari bata ringan atau bata merah tebal biasanya lebih baik daripada beton padat tipis. Mengisolasi atap sangat penting karena atap tersebut mendapatkan sinar matahari paling banyak (Satwiko, 2009).

##### b. Warna Permukaan

Penggunaan warna cat pada dinding dan atap dengan warna-warna terang, seperti putih atau pastel, membantu memantulkan sebagian besar panas matahari, sehingga mencegah bangunan menjadi terlalu panas (Satwiko, 2009).

#### 2.4.6 Kualitas Udara Dalam Ruangan (*Indoor Air Quality (IAQ)*)

Pada bangunan tertutup dan ber-AC, udara bersih juga penting untuk menciptakan rasa nyaman pengguna. Maka perlu diperhatikan kontrol ventilasi mekaniknya. Jika masjid menggunakan sistem AC sentral, sistem tersebut harus diatur untuk memasukkan sejumlah udara segar dari luar. Ini membantu mencegah penumpukan karbon dioksida dan zat berbahaya lainnya di dalam, terutama saat masjid ramai (Hamdy dkk., 2021)

Dengan menggabungkan strategi-strategi yang telah dipaparkan diatas, Masjid Fathun Qarib dapat dibangun atau diubah sedemikian rupa sehingga meningkatkan rasa nyaman. Hal ini mendukung tujuan utamanya sebagai tempat

ibadah, dan juga dapat membantu mengurangi penggunaan energi untuk pendinginan.

## **2.5 Tinjauan Umum Pengalaman Pengguna (*User Experience*)**

Pengalaman Pengguna atau *User Experience* (UX) dalam konteks arsitektur mencakup persepsi, respons holistik, dan reaksi emosional seseorang saat berinteraksi dengan lingkungan fisik di dalam sebuah bangunan. Evaluasi UX ini sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, mulai dari kegunaan (*usability*), respons estetika, konteks penggunaan ruang, hingga karakteristik dan ekspektasi yang dibawa oleh masing-masing individu.

Secara psikologis, kondisi fisik bangunan seperti kenyamanan termal yang berdampak langsung pada pikiran dan perasaan penggunanya, yang dapat bertindak sebagai stresor (sumber stres) maupun pemulih (*restorator*). Ketidaknyamanan suhu akibat ruang yang terlalu panas atau terlalu dingin dapat menguras energi mental dan memicu perilaku adaptif seperti mengubah setelan suhu atau berpindah ruang, yang pada akhirnya dapat menurunkan tingkat konsentrasi dan produktivitas aktivitas pengguna.

### **2.5.1 Definisi Pengalaman Pengguna (UX)**

*User Experience* (UX) atau pengalaman pengguna sebagai persepsi dan respons holistik. UX didefinisikan sebagai perasaan dan reaksi seseorang saat menggunakan suatu produk, sistem, maupun layanan. Konsep ini mengikuti standar internasional seperti *International Organization for Standardization* (ISO 9241-210), menekankan bahwa UX mencakup semua perasaan, pikiran, preferensi, serta reaksi fisik dan mental yang dialami seseorang sebelum, selama, dan setelah menggunakan sesuatu (Kurniasari dkk., 2025)

UX juga membahas bagaimana perasaan ketika seseorang berinteraksi dengan suatu sistem. UX mencakup segala sesuatu mulai dari kesan pertama, tingkat kemudahan penggunaan, dan seberapa besar nilai pengalaman tersebut. Saat ini, UX bukan hanya tentang membuat sesuatu berfungsi, melainkan tentang

menciptakan pengalaman yang menyenangkan dan memuaskan (Rogers, Y., Sharp, H., & Preece, 2023)

### 2.5.2 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Pengalaman Pengguna (UX)

Perasaan dan interaksi seseorang dengan bangunan bergantung pada banyak hal yang terjadi pada saat yang bersamaan. Maka beberapa hal penting yang perlu dipertimbangkan yaitu sebagai berikut:

1. Kegunaan (*Usability*) dan Fungsionalitas

Salah satu bagian terpenting dari pengalaman pengguna adalah seberapa mudah dan efektif suatu produk (bangunan maupun fasilitas) digunakan. Dengan ini berarti produk harus berfungsi dengan baik, efisien, dan membuat pengguna merasa puas saat menggunakannya untuk mencapai tujuan mereka. Hal ini berkaitan erat dengan fungsional produk, dimana produk berfungsi dengan baik dan dapat diandalkan. Jika suatu produk sulit digunakan atau rusak, pengguna tidak akan mendapatkan pengalaman yang baik (Lazar, et al., 2021).

2. Respons Emosional dan Estetika

Pengalaman pengguna juga dibentuk oleh perasaan pengguna terhadap produk. Jika suatu produk terlihat bagus secara visual, memiliki antarmuka yang menyenangkan, dan mengalir lancar tanpa menimbulkan frustrasi, hal itu dapat menciptakan pengalaman yang luar biasa. Pengguna bahkan mungkin mengabaikan masalah kecil jika mereka menyukai produk tersebut atau merasa produk tersebut menarik secara visual (estetika) (Rogers, Y., Sharp, H., & Preece, 2023)

3. Konteks Penggunaan (*Context of Use*)

Situasi di mana suatu produk digunakan memainkan peran besar dalam pengalaman pengguna. Hal ini berkaitan dengan dimana pengguna berada (misalnya di luar ruangan saat matahari terik), dengan siapa mereka berada (misalnya di tempat ramai), dan seberapa baik kinerja teknologi (misalnya saat koneksi internet lambat) semuanya memengaruhi perasaan pengguna terhadap produk. Jika faktor-faktor ini tidak dipertimbangkan dalam desain, pengalaman yang didapatkan mungkin tidak positif (Lazar, Jonathan; Feng, Jinjuan H; Hochheiser, 2021).

#### 4. Karakteristik dan Ekspektasi Pengguna

Dinilai dari faktor internal pengguna, seperti suasana hati, pengetahuan teknis, pengalaman masa lalu mereka, dan harapan atau ekspektasi pengguna terhadap suatu produk, semuanya memengaruhi pandangan pengguna. Karena keberagaman pengguna, maka sebuah desain harus cukup fleksibel untuk memenuhi beragam kebutuhan. Apa yang dianggap mudah oleh satu kelompok dapat membingungkan bagi kelompok lain, sehingga memahami pengguna sangat penting untuk pengalaman yang baik (Lazar, Jonathan; Feng, Jinjuan H; Hochheiser, 2021).

#### 5. Nilai (*Value*) dan Kredibilitas

Pada akhirnya, pengguna ingin merasakan nilai dari penggunaan sebuah produk, baik dari segi waktu, tenaga, maupun uang. Selain itu, kredibilitas (*credibility*) atau keyakinan pengguna terhadap produk bahwa produk tersebut aman, akurat, dan berfungsi sesuai harapan. Pengalaman pengguna tidak akan positif apabila pengguna tidak mempercayai produk yang digunakan tersebut (Rogers, Y., Sharp, H., & Preece, 2023).

### 2.5.3 Hubungan Lingkungan Fisik dengan Psikologi dan Perilaku Manusia

Psikologi Lingkungan adalah bidang studi yang mempelajari bagaimana manusia dan lingkungannya saling memengaruhi. Psikologi ini menyatakan bahwa manusia dan lingkungan merupakan bagian dari suatu sistem yang terus-menerus saling memengaruhi. Lingkungan fisik dapat menyebabkan *stresor* (sumber stres) atau *restorator* (sumber pemulihan).

#### 1. Dampak pada Psikologi (Pikiran dan Perasaan)

Tampilan dan nuansa suatu tempat dapat sangat memengaruhi cara berpikir dan perasaan seseorang. Hal-hal seperti desain bangunan, seberapa terang lampu, seberapa tenang atau bisingnya, dan bahkan keberadaan alam di sekitarnya dapat mengubah suasana hati seseorang dan membantu mereka mengurangi stres.

Sebagai contoh, penelitian menunjukkan bahwa ruang yang dirancang dengan baik, mengandung unsur-unsur alami, memiliki banyak cahaya alami, dan memiliki tanaman dapat membuat orang merasa lebih tenang, bahagia, dan rileks.

Sebaliknya, ruang yang kecil, gelap, dan bising dapat meningkatkan stres, membuat seseorang merasa cemas, dan mempersulit berpikir jernih (Khaleghimoghaddam, 2024).

## 2. Dampak pada Perilaku (Tindakan dan Kinerja)

Kondisi psikologis ini kemudian memengaruhi cara seseorang bertindak. Jika seseorang merasa stres atau tidak nyaman karena lingkungannya, mereka mungkin bertindak negatif, seperti marah, menjauh dari orang lain, atau kesulitan bekerja sama dengan orang lain (Bueno et al., 2021).

Lingkungan juga secara langsung memengaruhi perilaku manusia melalui sinyal-sinyal di sekitar mereka. Desain yang baik dapat mendorong tindakan tertentu, seperti membuat orang ingin berbicara satu sama lain di tempat yang nyaman. Desain yang buruk dapat menghalangi orang untuk bertindak positif.

### 2.5.4 Keterkaitan Psikologi dan Perilaku Manusia dengan Kenyamanan Termal Bangunan

Kenyamanan termal yang didefinisikan oleh ASHRAE yaitu sebagai "kondisi pikiran yang mengekspresikan kepuasan terhadap lingkungan termal", yang merupakan salah satu komponen terpenting dari lingkungan fisik. Kenyamanan termal merupakan jembatan sempurna antara lingkungan (suhu, kelembapan), psikologi (persepsi, kepuasan), dan perilaku (produktivitas, adaptasi).

#### 1. Kenyamanan Termal dan Psikologi (Kognisi & Persepsi)

Kenyamanan termal secara fundamental berkaitan dengan kondisi psikologi seseorang. Bahkan jika dua orang berada di ruangan yang sama dengan suhu yang sama, mereka mungkin merasakan kenyamanan yang berbeda. Namun, ketika suhu melebihi batas yang terasa nyaman seperti terlalu panas atau terlalu dingin, dampaknya pada psikologinya sangat nyata :

##### a) Stresor Fisiologis

Ketika tubuh harus bekerja lebih keras untuk mempertahankan suhu normal, energi mental akan terkuras. Hal ini dapat mempersulit seseorang untuk fokus dan berpikir jernih.

b) Penurunan Kinerja

Ketidaknyamanan termal seperti terlalu panas atau terlalu dingin dapat menyulitkan seseorang untuk berkonsentrasi, termasuk penurunan rasa waspada, kecepatan pemrosesan informasi, dan kemampuan mengingat berbagai hal. Penelitian ini menunjukkan bahwa suhu yang terlalu hangat dapat sangat menurunkan kemampuan mental (Purwaningsih et al., 2025).

c) Persepsi dan Suasana Hati

Seseorang yang merasa terlalu panas atau terlalu dingin juga cenderung menjadi lebih mudah tersinggung, merasa lebih buruk tentang diri mereka sendiri, dan berpikir bahwa tugas-tugas lebih sulit daripada yang sebenarnya (Komunikasi et al., 2023).

2. Kenyamanan Termal dan Perilaku (Adaptasi & Produktivitas)

Ketika seseorang merasa kepanasan atau kedinginan, hal itu memengaruhi kondisi mental mereka dan dapat mengubah cara mereka bertindak. Ini disebut ketidaknyamanan termal dan menyebabkan perubahan perilaku yang nyata.

a) Perilaku Adaptif

Perilaku ini mengacu pada tindakan yang dilakukan orang, baik sengaja maupun tidak, untuk merasa lebih nyaman. Dalam arsitektur, ini merupakan bagian penting dari bagaimana orang berinteraksi dengan bangunan. Contoh tindakan ini meliputi:

1. Membuka atau menutup jendela.
2. Menyalakan atau mematikan kipas angin atau AC.
3. Mengganti pakaian, seperti melepas jaket.
4. Pindah ke area lain untuk mencari suhu yang lebih nyaman.
5. Penurunan Produktivitas.

Ketika kondisi termal tidak nyaman, fokus pengguna beralih dari pekerjaan ke memikirkan perasaannya. Sebuah penelitian oleh Bueno dkk. (2021) menunjukkan hubungan yang kuat antara kenyamanan termal dan produktivitas seseorang di dalam ruangan. Seseorang yang merasa tidak

nyaman secara termal maka dapat mengakibatkan bekerja lebih lambat, membuat lebih banyak kesalahan, dan lebih banyak istirahat.

#### b) Penggunaan Ruang

Kenyamanan termal juga memengaruhi di mana orang memilih untuk menghabiskan waktu. Jika suatu bagian bangunan terlalu panas atau terlalu dingin, orang-orang cenderung enggan menggunakan ruang tersebut. Hal ini dapat memengaruhi kinerja bangunan secara keseluruhan.

Singkatnya, kenyamanan termal bukan hanya tentang pengaturan termostat. Kenyamanan termal juga merupakan faktor lingkungan dasar yang memengaruhi perasaan seseorang secara mental, seperti menyebabkan stres atau membuat pengguna merasa puas atau terganggu. Psikologis ini dapat mengendalikan perilaku seseorang, seperti tingkat produktivitas, cara beradaptasi, dan penggunaan ruang.

## **2.6 Tinjauan Khusus Arsitektur Masjid**

Tinjauan khusus ini membahas tentang desain arsitektur yaitu karakter ruang digunakan untuk memenuhi kebutuhan ibadah baik secara fungsi, kenyamanan, dan spirituan pengguna.

### **2.6.1 Fungsi dan Karakteristik Ruang Ibadah**

Ruang ibadah di masjid terutama digunakan untuk salat berjamaah dan merupakan area utama di mana aktivitas beribadah berlangsung. Ini berarti desain ruang tersebut harus mampu menampung banyak pengunjung atau pengguna dengan cara yang terorganisir dengan baik, sesuai dengan aturan Islam. Misalnya, mihrab untuk salat, mimbar untuk khotbah, dan area terpisah untuk pria dan wanita. Penelitian di Masjid Ar-Rahman menunjukkan bahwa tata letak ruang harus memudahkan orang untuk bergerak dan menghadap ke arah yang benar, yaitu ke arah Mekah. Area salat wanita harus privat dan memiliki pintu masuk sendiri agar tetap tenang dan terhormat. Namun, beberapa desain masjid modern memiliki masalah dengan cahaya yang terlalu terang, yang mengganggu aktivitas pengguna (Alana Leyla Siddiq, 2024)

Selain sebagai tempat salat, masjid juga memiliki area lain seperti serambi atau ruang terbuka yang berfungsi sebagai tempat bagi orang-orang untuk berkumpul dan bergerak. Area-area ini berawal dari gagasan beranda di Masjid Nabawi, yang digunakan untuk kegiatan sosial dan pembelajaran. Oleh karena itu, desain area salat tidak hanya untuk beribadah, tetapi juga untuk mendukung kebutuhan sosial dan pendidikan umat Islam (Saputra, 2021).

### **2.6.2 Karakteristik Masjid Fathun Qarib**

Masjid Fathun Qarib menunjukkan karakter arsitektur neo-vernakular melalui perpaduan unsur arsitektur lokal Nusantara dengan elemen arsitektur modern. Karakter lokal terlihat pada penggunaan bentuk atap bertingkat yang mengadaptasi tipologi atap masjid Nusantara, sementara bentuk fasad, material, dan konstruksinya telah diolah dengan pendekatan yang lebih modern. Perpaduan tersebut menghasilkan bentuk arsitektur yang mempertahankan identitas lokal sekaligus menyesuaikan dengan perkembangan arsitektur kontemporer.

Secara prinsip fisika bangunan pada iklim tropis, geometri atap bertingkat berpotensi memberikan respons pasif terhadap kondisi lingkungan. Ruang atau celah pada bagian atas bangunan secara teoritis dapat dimanfaatkan sebagai *clerestory* untuk mendukung pelepasan udara panas melalui mekanisme *stack ventilation*. Udara panas yang terkumpul pada bagian atas ruang akan bergerak naik akibat perbedaan temperatur dan tekanan, kemudian dapat dikeluarkan apabila tersedia bukaan ventilasi yang memadai. Namun, berdasarkan hasil observasi lapangan, elemen *clerestory* pada Masjid Fathun Qarib berupa kaca mati yang tidak dapat dibuka, sehingga potensi ventilasi alami tersebut belum dapat berfungsi secara optimal. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara potensi adaptif bentuk bangunan dengan kinerja aktualnya dalam mendukung kenyamanan termal secara pasif.

## **2.7 Material Bangunan**

Arsitektur masjid memiliki karakteristik tata ruang yang spesifik untuk mewadahi fungsi utamanya sebagai ruang ibadah dan salat berjamaah. Desain ruang

komunal ini harus mampu mengakomodasi kapasitas pengunjung yang masif dengan sirkulasi yang terorganisir, orientasi menghadap ke arah kiblat, serta menyediakan zonasi yang jelas seperti area mihrab, mimbar, dan pemisahan area salat antara pria dan wanita.

Performa termal pada arsitektur masjid juga sangat dipengaruhi oleh pemilihan material penyusun massa bangunannya. Penggunaan atap seng yang bersifat konduktor panas, dinding beton bertulang, plafon gipsium, bukaan kaca berbingkai aluminium, hingga penutup lantai berjenis granit, merupakan kombinasi fisik yang secara langsung menentukan laju penyerapan kalor dan tingkat kesejukan di dalam ruang ibadah.

#### 1. Material Massa Bangunan

Berikut material massa bangunan pada Masjid Fathun Qarib, UIN Ar-Raniry.

##### a. Kusen jendela dan pintu

Kusen jendela dan pintu pada masjid ini menggunakan material dari aluminium. Namun, aluminium juga merupakan konduktor panas yang sangat baik. Jika kusen ini terpapar sinar matahari langsung, mereka akan menghantarkan panas dari luar ke dalam dengan sangat efisien, kecuali jika jenis aluminium yang digunakan adalah *thermal break* (yang memiliki lapisan pemisah non-konduktif di tengahnya).

##### b. Dinding

Dinding menggunakan beton bertulang, yang merupakan struktur penyangga utama bangunan. Beton dapat menjaga suhu di dalam ruangan tetap stabil, dan membantu menghalangi panas dari luar, sehingga membuat interior lebih nyaman.

##### c. Plafon

Material plafon yaitu gipsium. Peran termalnya kecil, meskipun ruang udara di atas plafon dapat membantu sebagai lapisan penyangga panas sebelum mencapai ruang salat.

d. Atap

Atap bangunan menggunakan seng. seng adalah konduktor panas yang sangat baik. Tanpa insulasi yang memadai, material ini akan menjadi sumber panas terbesar di dalam masjid.

2. Material Interior

Adapun material interior pada objek penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Di area mihrab depan, digunakan *High Pressure Laminate* (HPL).
- b. Penutup lantai masjid terbuat dari granit. Granit juga membantu menjaga ruangan tetap sejuk karena menyerap panas secara perlahan.

3. Material Kaca

Bangunan ini menggunakan dua jenis kaca yaitu pada jendela dengan ketebalan 5 mm dan pada pintu dengan ketebalan 8 mm. Kaca bukan merupakan insulasi, tapi sebagai perantara yang dapat menyebabkan panas radiasi matahari masuk.

## 2.8 OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*)

Menurut Pemerintah Provinsi DKI Jakarta (2016), OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*) adalah ukuran perolehan panas eksternal yang ditransmisikan melalui satuan luas selubung bangunan ( $\text{W/m}^2$ ). Transmisi radiasi matahari melalui jendela umumnya jauh lebih besar daripada melalui dinding. Oleh karena itu, perencanaan dan perancangan jendela harus dilakukan secara cermat dan hati-hati untuk menghindari perolehan panas yang berlebihan. Hal ini meliputi mempertimbangkan arah hadap jendela, ukurannya, penentuan spesifikasi kaca (*shading coefficient*) dan penggunaan peneduh eksternal. Menurut Standar Nasional Indonesia, nilai OTTV tertinggi yang menyarankan bahwa sebuah bangunan sebaiknya tidak lebih dari  $35 \text{ W/m}^2$  agar bangunan tersebut dianggap ramah lingkungan dan hemat energi (SNI 6389:2020, 2020).

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa jenis material yang digunakan pada eksterior bangunan, warna cat, rasio luas kaca terhadap dinding, dan jenis kaca, semuanya memengaruhi nilai OTTV. Misalnya, penggunaan kaca low-E berlapis ganda berwarna hijau tua dan cat dinding putih dapat menurunkan nilai OTTV lebih

dari 20% dibandingkan dengan pengaturan standar tanpa perubahan ini (Vighio et al., 2024). Oleh karena itu, OTTV merupakan alat kunci untuk mengevaluasi dan merencanakan fasad bangunan hijau dan metode desain pasif yang membantu menghemat energi.

## 2.9 RTTV (*Roof Thermal Transfer Value*)

Berdasarkan Pemerintah Provinsi DKI Jakarta (2016), RTTV (*Roof Thermal Transfer Value*) adalah nilai yang secara spesifik mengukur laju perpindahan panas rata-rata yang masuk ke dalam ruangan melalui struktur atap bangunan. Nilai RTTV yang rendah dapat membantu mengurangi beban pendinginan bagi ruang bawah atap sehingga meningkatkan kenyamanan termal penghuninya. Berdasarkan standar SNI, batas maksimal nilai RTTV yang diizinkan untuk bangunan yang menggunakan AC adalah  $35 \text{ W/m}^2$ , sedangkan untuk atap tanpa bukaan cahaya (*fenestrasi*), disarankan berada di bawah  $10 \text{ W/m}^2$  guna menjamin kenyamanan termal pengguna di ruang bawah atap (Hidayat, 2022).

Adapun perbedaan dari OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*) dan RTTV (*Roof Thermal Transfer Value*) dapat dilihat pada Tabel 2.8 berikut ini.

**Tabel 2.8** Perbedaan OTTV dan RTTV

| Aspek              | OTTV ( <i>Overall Thermal Transfer Value</i> )     | RTTV ( <i>Roof Thermal Transfer Value</i> )   |
|--------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Area Fokus         | Seluruh selubung bangunan (Dinding dan Jendela)    | Bagian penutup bangunan yaitu atap            |
| Sumber Panas Utama | Radiasi matahari melalui kaca dan konduksi dinding | Radiasi matahari langsung pada permukaan atap |

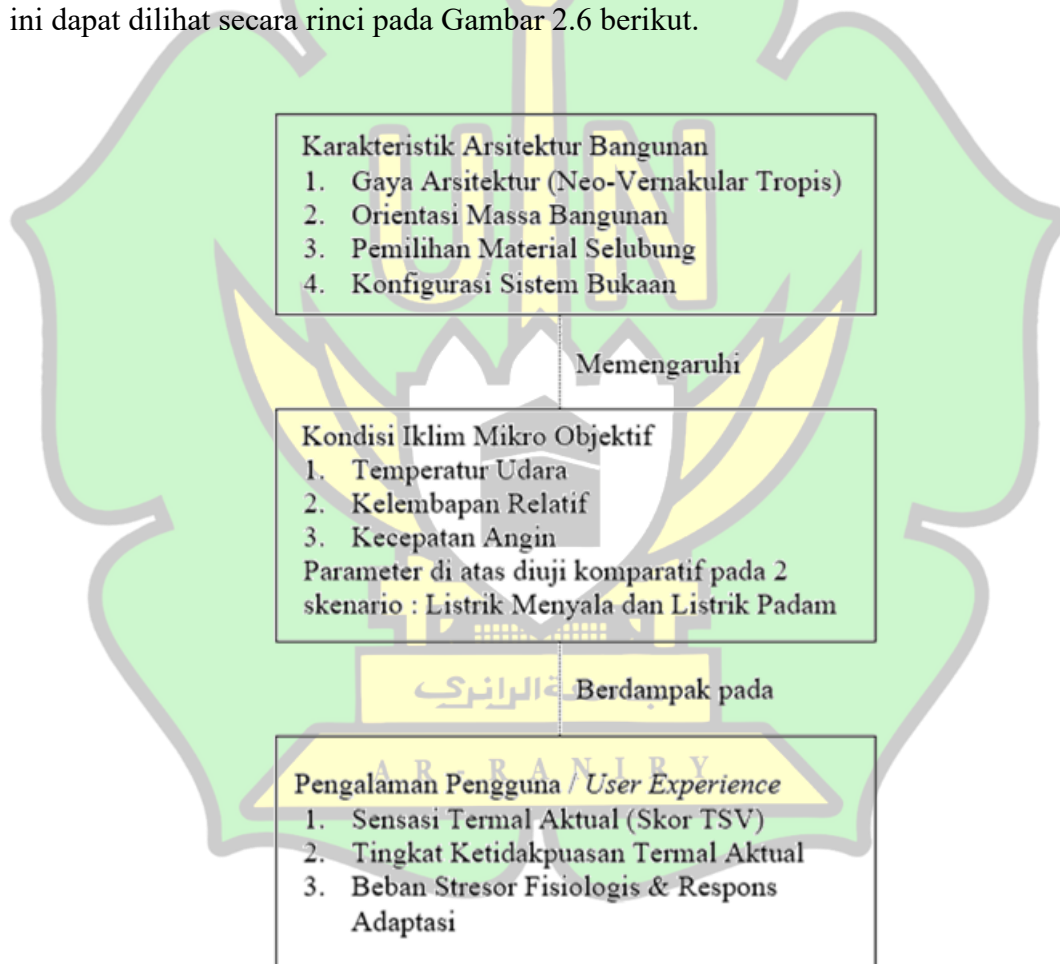
(Sumber : Pemerintah Provinsi DKI Jakarta (2016))

Secara keseluruhan, OTTV berfungsi sebagai instrumen untuk mengevaluasi total panas yang melalui seluruh selubung vertikal bangunan (dinding dan jendela), sedangkan RTTV berfokus pada efektivitas desain atap dalam membendung radiasi

panas matahari. Keduanya merupakan indikator kunci dalam merencanakan desain pasif arsitektur yang mampu merespon tantangan iklim tropis secara optimal.

## 2.10 Kerangka Konseptual Penelitian

Berdasarkan tinjauan pustaka dan landasan teori yang telah diuraikan sebelumnya, penelitian ini disusun menggunakan sebuah kerangka konseptual guna merumuskan arah penelitian. Kerangka konseptual ini bertujuan untuk memetakan hubungan sebab-akibat antara desain arsitektur, iklim mikro, dan dampaknya terhadap pengalaman pengguna. Visualisasi dari alur logika dan variabel penelitian ini dapat dilihat secara rinci pada Gambar 2.6 berikut.



Gambar 2.6 Bagan Kerangka Konseptual

(Sumber :Analisa Penulis, 2026)

Bagan kerangka konseptual di atas memetakan alur hubungan sebab-akibat dari tiga variabel utama penelitian. Karakteristik fisik arsitektur bangunan berperan sebagai variabel independen yang memengaruhi variabel *intervening*, yaitu kondisi iklim mikro objektif (temperatur, kelembapan, dan kecepatan angin) pada skenario listrik menyala dan padam. Fluktuasi iklim mikro tersebut pada akhirnya berdampak langsung pada variabel dependen, yakni pengalaman pengguna (UX) yang dievaluasi melalui persepsi termal aktual (TSV), tingkat ketidakpuasan, dan respons adaptasi.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Pendekatan Penelitian**

Penentuan pendekatan penelitian merupakan langkah fundamental dalam penyusunan sebuah karya ilmiah untuk memastikan bahwa alur pemecahan masalah berjalan secara terstruktur. Uraian landasan filosofis dan operasional yang digunakan oleh peneliti dalam merekam, mengolah, dan menginterpretasikan fenomena kenyamanan termal di lapangan. Pemilihan pendekatan ini sangat disesuaikan dengan kompleksitas permasalahan dan keragaman variabel yang ada pada objek studi, yaitu bangunan Masjid Fathun Qarib.

Dengan menetapkan kerangka kerja yang tepat, proses investigasi terhadap kinerja fisik arsitektural maupun respons psikologis pengguna dapat dilakukan secara sistematis, terarah, dan terukur. Penjelasan lebih mendalam mengenai jenis pendekatan yang diimplementasikan beserta strategi teknisnya dalam kerangka penelitian ini akan dijabarkan secara rinci pada sub-subbab di bawah ini.

##### **3.1.1 Definisi Metode Campuran (*Mixed Methods*)**

Christiansen & Johnson (2007) menjelaskan penelitian metode campuran (*mixed methods*) adalah jenis penelitian yang menggabungkan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Creswell (2009) memberikan definisi tentang *mixed methods* adalah: “*is an approach to inquiry that combines or associated both qualitative and quantitative forms of research. It involves philosophical assumptions the use of quantitative and qualitative approaches, and the mixing of both approached in a study*”. Yang berarti bahwa penelitian metode campuran adalah pendekatan penelitian yang menggabungkan atau mengaitkan metode kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan ini lebih dari sekadar mengumpulkan dan menganalisis dua jenis data secara terpisah yaitu melibatkan asumsi filosofis dan perpaduan kedua pendekatan dalam satu studi. Tujuan akhirnya adalah agar kekuatan gabungan dari penelitian kualitatif dan kuantitatif dapat memberikan

pemahaman yang lebih luas dan lebih kuat daripada hanya menggunakan salah satu pendekatan saja.

Creswell (2009) juga menyatakan bahwa, metode ini sering disebut sebagai metode *multimethods* (menggunakan multi metode), *convergence* (dua metode bermuara ke satu), *integrated* (integrasi dua metode) dan *combine* (kombinasi dua metode). Data kualitatif dan kuantitatif dapat disatukan menjadi satu database besar yang bisa digunakan secara berdampingan untuk memperkuat satu sama lain (misalnya, kuota kualitatif dapat mendukung hasil-hasil statistik) (Creswell & Clark, 2007).

Secara ringkas, penelitian ini menggunakan pendekatan metode campuran (*mixed methods*) dengan mengintegrasikan metode kualitatif dan kuantitatif. Tujuan menggunakan penelitian kualitatif dan kuantitatif secara bersamaan yaitu agar dapat memberikan pemahaman yang lebih lengkap dan kuat.

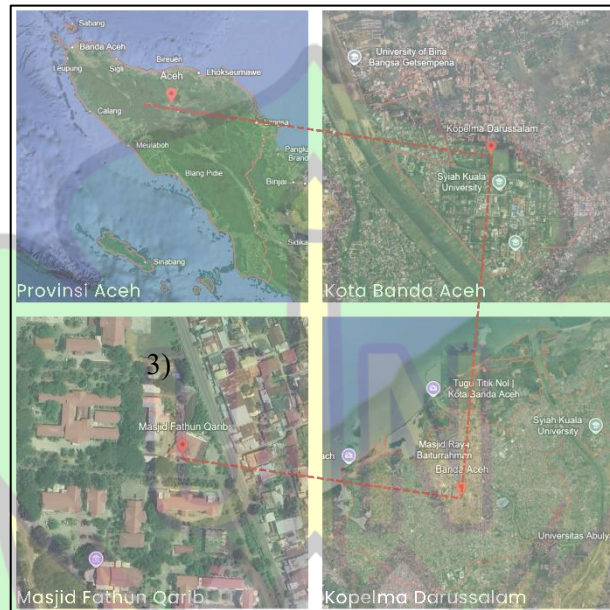
### **3.1.2 Strategi Metode Penelitian Campuran**

Penelitian ini menerapkan model strategi metode campuran konkuren /satu waktu (*concurrent mixed methods*). Metode campuran konkuren yaitu sebuah prosedur penelitian di mana peneliti menyatukan data kuantitatif dan data kualitatif guna memperoleh analisis komprehensif atas masalah penelitian. Dalam strategi ini, peneliti mengumpulkan dua jenis data tersebut pada satu waktu, kemudian menggabungkannya menjadi satu informasi dalam interpretasi hasil keseluruhan untuk menemukan adanya konvergensi maupun perbedaan data (Sugiyono, 2023).

## **3.2 Lokasi dan Objek Penelitian**

Aceh adalah provinsi istimewa di ujung utara Sumatra, Indonesia, dengan ibu kota Banda Aceh yang menjadi pusat pemerintahan, ekonomi, dan budaya. Dengan jumlah penduduk sebanyak 5,62 juta jiwa (2024) didominasi suku Aceh (71,72%) dan beragama Islam 98%. Secara geografis, Aceh terletak antara 2°–6° LU dan 95°–98° BT, berbatasan dengan Selat Malaka di utara-timur, Samudra Hindia di barat, dan Sumatera Utara di selatan, dengan luas wilayah sekitar 57.956 km<sup>2</sup>. Adapun salah satu kota di Aceh yaitu Banda Aceh, yang dikenal sebagai kota otonom di

Provinsi Aceh, Indonesia, dengan luas 61,36 km<sup>2</sup> dan penduduk sekitar 270.000 jiwa, dengan luas wilayah 61,36 km<sup>2</sup>. Kota ini dikenal sebagai salah satu kota Islam tertua di Asia Tenggara, dulunya bernama Kuta Raja sejak 1205, dan kini dijuluki "Serambi Mekkah" berkat warisan Kesultanan Aceh (Al-Asyi & Adnan, 2020).



Gambar 3.1 Peta Lokasi Objek Penelitian

(Sumber : Google Maps, 2026)

Objek pada penelitian ini berlokasi di Kopelma Darussalam, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh, Provinsi Aceh, dan secara spesifik berdiri tepat di dalam kawasan akademik Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry.



Gambar 3.2 Site Objek Penelitian  
(Sumber : Google Maps, diakses pada 18 April 2026)

Penelitian ini dilakukan pada Masjid Fathun Qarib, masjid ini berdiri sejak tahun 1993 dengan luas yaitu  $\pm 994 \text{ m}^2$ , dan dapat menampung 2.000 pengguna (Afra, 2024). Masjid ini merupakan masjid utama UIN Ar-Raniry yang dibangun untuk mendukung kegiatan keagamaan maupun sosial mahasiswa dan masyarakat sekitar. Masjid ini menawarkan kenyamanan bagi pengguna dengan berbagai fasilitas pendukung.



Gambar 3.3 Objek Penelitian  
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2026)

Pemilihan Masjid Fathun Qarib UIN Ar-Raniry didasari oleh lokasi yang strategis sebagai pusat interaksi sosial dan religius khalayak umum di tengah

tantangan iklim tropis. Secara arsitektural, masjid ini memiliki keunikan pada elemen selubung bangunan yang tertutup rapat, sehingga menciptakan urgensi untuk meneliti performa termalnya saat kondisi listrik menyala maupun padam. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana desain bangunan mampu merespon kenyamanan pengguna secara mandiri. Melalui penelitian ini, diharapkan lahir rekomendasi desain yang lebih adaptif dan fungsional bagi arsitektur masjid di masa depan.

### **3.3 Teknik Pengumpulan Data**

Hasil penelitian ini sangat bergantung pada keakuratan dan kelengkapan data yang diperoleh secara langsung dari lokasi studi. Oleh karena itu, diperlukan perumusan teknik pengumpulan data yang relevan agar seluruh aspek yang memengaruhi kondisi termal bangunan dapat terekam dengan kepresisian tinggi. Proses ini mencakup identifikasi parameter fisik lingkungan secara objektif maupun penangkapan pengalaman ruang dari perspektif penggunanya selama periode waktu yang telah ditentukan.

Penggunaan metode dan instrumen yang tepat dalam setiap tahapan pengumpulan informasi akan menjamin validitas data yang nantinya digunakan sebagai basis evaluasi desain arsitektur. Guna menjangkau pangkalan data yang komprehensif, penelitian ini menerapkan serangkaian prosedur pengumpulan data secara terintegrasi. Uraian spesifik mengenai masing-masing instrumen dan langkah kerja yang diaplikasikan di Masjid Fathun Qarib akan dibahas pada bagian selanjutnya.

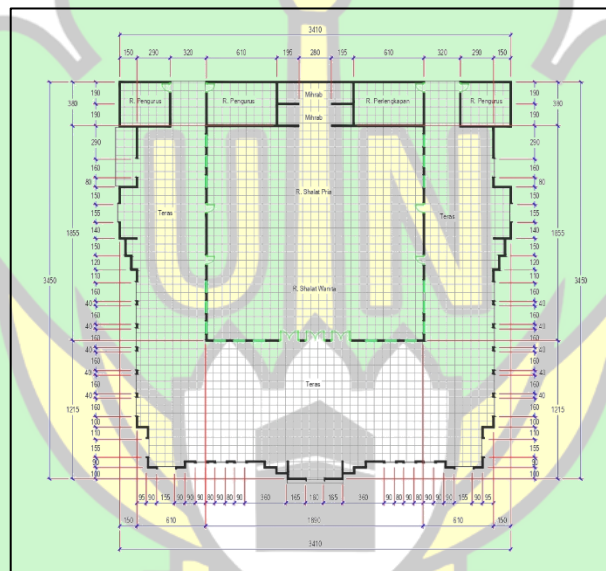
#### **3.3.1 Observasi Langsung**

Observasi langsung adalah metode pengumpulan data di mana peneliti mengamati secara langsung fenomena, perilaku, atau kondisi fisik di lapangan pada saat hal itu terjadi. Adapun instrumen yang digunakan berupa lembar observasi atau catatan lapangan (*Field Notes*), guna untuk mencatat secara sistematis variabel fisik yang bersifat dinamis seperti bukaan arsitektural (pintu dan jendela), serta pemetaan perilaku pengguna (*behavioral mapping*) dalam merespon kondisi termal di dalam

ruangan. Penggunaan lembar observasi ini memastikan bahwa data kontekstual yang tidak terjangkau oleh alat ukur fisik dapat terekam secara objektif sebagai pendukung analisis pengalaman pengguna.

### 3.3.2 Pengukuran Fisik

Pengukuran fisik berupa temperatur udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin dilakukan pada bangunan Masjid Fathun Qarib. Adapun denah Masjid Fathun Qarib dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut ini.



Gambar 3.4 Denah Masjid Fathun Qarib

(Sumber : AutoCAD, 2026)

Pengukuran dilakukan pada 2 titik yang berbeda. Adapun pengukuran elemen bangunan dilakukan pada 6 (enam) elemen bangunan masjid. Pengukuran fisik ini dilakukan dengan 2 (dua) kondisi listrik yang berbeda yaitu pada saat listrik nyala dan listrik padam. Berikut adalah penjabaran titik pengukuran pada penelitian ini.

#### 1. Titik 1 (Area Dalam Bangunan)

Pengukuran pada titik 1 tepat di tengah ruang ibadah utama untuk menghindari ambiguitas area pengukuran. Titik ini mewakili suhu utama yang

**Gambar 3.5 Pemetaan Titik 1**  
(Sumber Adobe Photoshop, 2026)

Area yang diarsir pada Gambar 3.5 menunjukkan batas wilayah di dalam ruangan yang diukur oleh Titik 1. Batas ini memperlihatkan area yang mendapatkan hembusan angin dari pendingin ruangan, serta area yang terasa paling panas akibat hawa yang terperangkap dari atap karena tidak adanya aliran udara yang masuk.

A R - R A N I R Y

2. Titik 2 (Area Luar Bangunan)

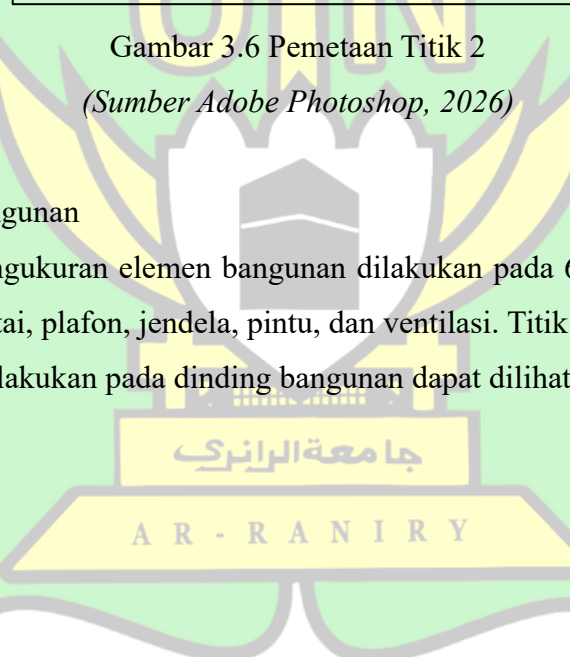
A R - R A N I R Y

## A R - R A N I R Y

## 2. Titik 2 (Area Luar Bangunan)

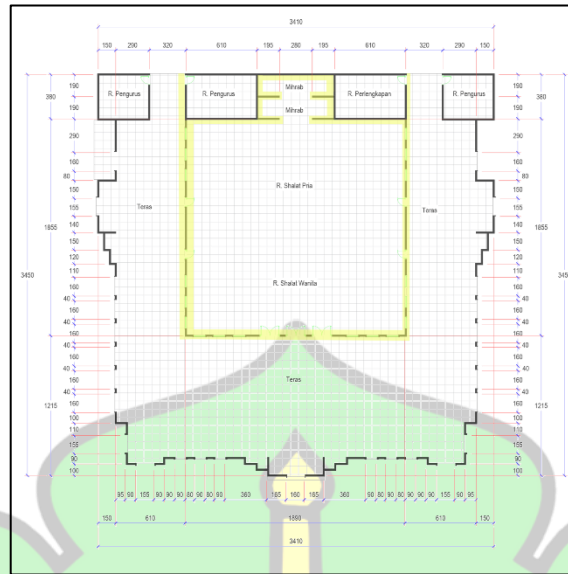
nyaman dan teduh. Namun, area ini cenderung dihindari pengguna pada siang hari

The drawing is a technical point mapping of a building facade. It features a grid with dimensions. The central area is labeled 'Teras'. The drawing is overlaid on a large, stylized watermark of the Al-Raniry University logo, which includes the text 'جامعة الرانيري' and 'A R - R A N I R Y'.

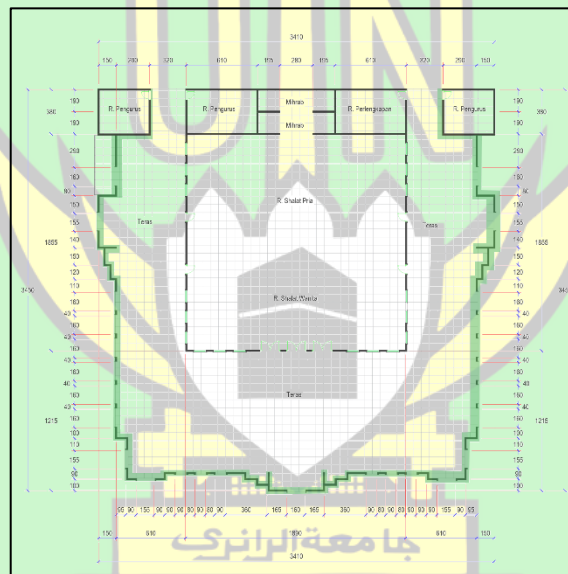


Adapun Pengukuran





(a) Area Dalam Bangunan



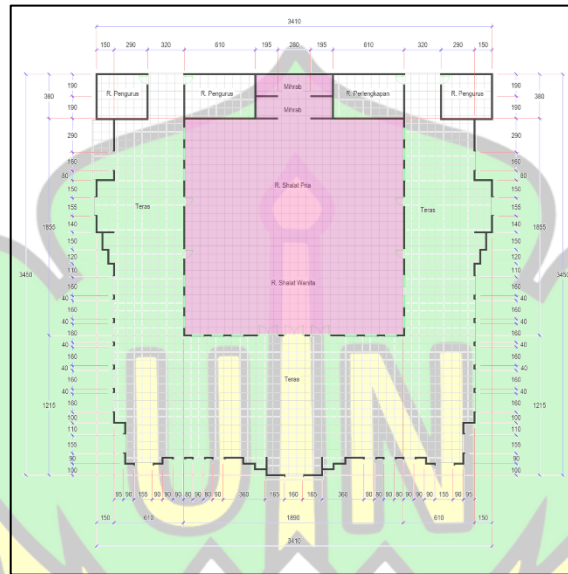
(b) Area Luar Bangunan

Gambar 3.7 Titik Pengukuran Elemen Dinding Bangunan

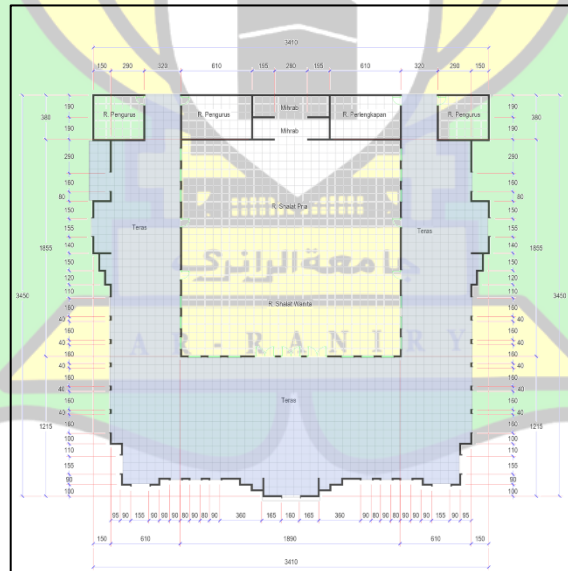
(Sumber : Adobe Photoshop, 2026)

Gambar 3.7 (a) merupakan titik pengukuran pada elemen dinding dalam bangunan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dingin yang diakibatkan oleh pendingin ruangan dan besarnya panas matahari dari luar yang berhasil menembus ketebalan dinding dan masuk ke dalam ruangan. Adapun pada

Gambar 3.7 (b) yaitu titik pengukuran pada permukaan dinding bagian luar yang bertujuan untuk mencatat temperatur terik matahari yang mengenai kulit bangunan secara langsung. Data ini digunakan untuk melihat seberapa berat beban panas yang harus ditahan oleh dinding masjid di siang hari.



(a) Area Dalam Bangunan



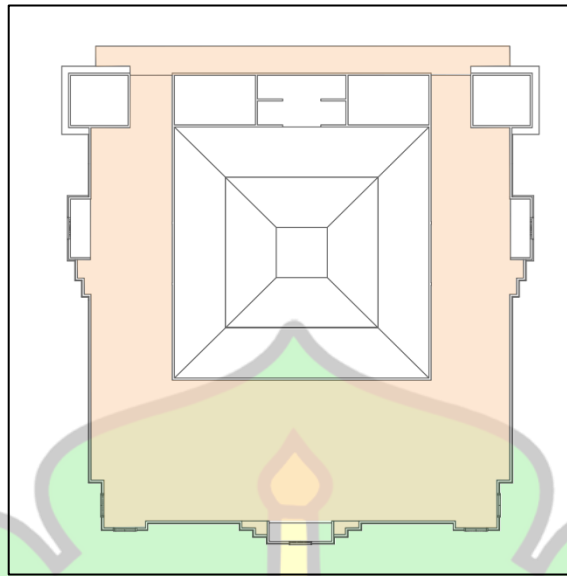
(b) Area luar Bangunan

Gambar 3.8 Titik Pengukuran Lantai Bangunan

(Sumber : Adobe Photoshop, 2026)

Permukaan lantai pada Gambar 3.8 (a) merupakan bagian yang paling sering bersentuhan dengan pengguna saat duduk atau aktivitas lainnya. Oleh karena itu, temperatur lantai bagian dalam diukur untuk memastikan apakah lantai tersebut terasa dingin atau justru ikut terasa hangat akibat suhu ruangan baik pada saat listrik menyala ataupun padam. Dan pada Gambar 3.8 (b) terdapat titik pengukuran temperatur pada lantai teras luar diukur untuk melihat besarnya panas lantai tersebut saat terkena terik matahari siang. Tingginya suhu pada lantai luar ini merupakan alasan utama mengapa para pengguna memilih pindah dari teras ke dalam masjid saat siang hari.





(b) Area Luar Bangunan

Gambar 3.9 Titik Pengukuran Plafon Bangunan

(Sumber : Adobe Photoshop, 2026)

Gambar 3.9 (a) merupakan pengukuran temperatur pada langit-langit atau plafon bagian dalam, khususnya di bawah kubah, bertujuan untuk membuktikan adanya udara panas yang terperangkap di area atas. Pada saat listrik padam, hawa pengap gagal dikeluarkan karena ventilasi udara pada kubah tertutup permanen dan jendela yang jarang dioperasikan. Dan pada Gambar 3.9 (b) merupakan pengukuran temperatur pada plafon bangunan sebagai jalur utama masuknya panas dari radiasi matahari yang mengenai atap. Pengukuran pada plafon luar bertujuan untuk menilai kemampuan atap teras dalam menahan panas matahari. Suhu plafon yang tinggi akan memancarkan panas ke bawah menuju pengguna, yang efeknya sangat lebih terasa pada saat listrik padam.

Instrumen penelitian yang digunakan pada pengukuran fisik ada 3 alat pengukuran yaitu sebagai berikut.

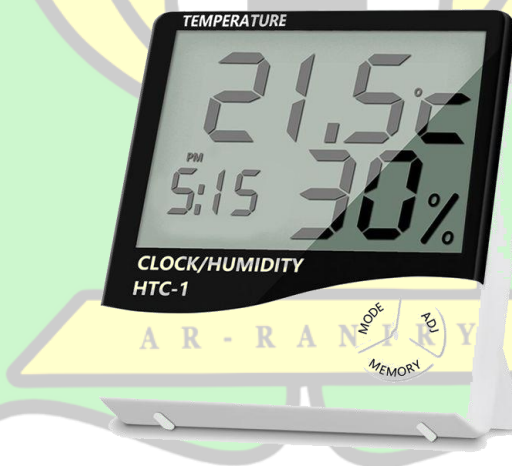
- a. termometer laser (*infrared thermometer*) yang berfungsi mengukur suhu permukaan pada material atap, dinding, dan lantai.



Gambar 3.10 Termometer Laser

(Sumber : Digiwarestore (2026), diakses melalui [digiwarestore.com](https://digiwarestore.com))

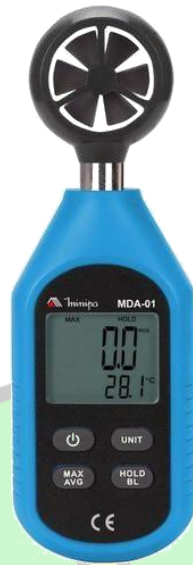
- b. Hygrometer untuk mengukur suhu udara dan tingkat kelembapan relatif



Gambar 3.11 Hygrometer

(Sumber : Pinterest (2026), diakses melalui [pinterest.com](https://pinterest.com))

- c. Anemometer untuk mengukur kecepatan aliran udara di dalam ruang.



Gambar 3.12 Anemometer

(Sumber : (2026), diakses melalui [minipa.com.br](http://minipa.com.br))

### 3.3.3 Kuesioner

Kuesioner penelitian ini disebarakan secara daring (*online*) melalui tautan *Google Form* dengan jumlah responden yang ditargetkan yaitu sebanyak 96 responden dengan teknik *non random sampling*. Pertanyaan kuesioner disusun ke dalam tiga bagian utama. Bagian pertama mengenai identitas responden untuk keperluan klasifikasi data dasar, yang meliputi umur, jenis kelamin, berat badan, dan tinggi badan.

Bagian kedua terdiri dari pertanyaan tertutup untuk mengukur *Thermal Sensation Vote* (TSV), dengan metode standar skala kenyamanan termal ASHRAE dan jumlah pertanyaan sebanyak 11 pertanyaan. Skala ini menggunakan 7 poin penilaian yang dihitung dari -3 hingga +3 guna mengonversi persepsi subjektif responden menjadi data yang dapat diukur secara statistik, dengan contoh pertanyaan seperti "Bagaimana kondisi kenyamanan termal yang Anda rasakan saat berada di dalam masjid pada kondisi cuaca panas dan fasilitas pendingin tidak dinyalakan?", "Bagaimana kondisi aliran angin dari luar yang masuk ke dalam masjid yang dapat Anda rasakan di dalam masjid sehari-hari?".

Bagian ketiga kuesioner memuat pertanyaan terbuka untuk menggali data kualitatif secara mendalam mengenai alasan ketidaknyamanan, sensasi pengap, dan pengalaman ruang pengguna secara deskriptif dengan jumlah pertanyaan yang diajukan sebanyak 4 pertanyaan deskriptif. Adapun contoh pertanyaan yang diajukan seperti "Bagaimana kondisi suhu ruangan saat ini memengaruhi aktivitas Anda? Jelaskan gangguan apa yang paling Anda rasakan jika suhu tidak ideal" dan "Menurut Anda, elemen manakah yang sangat memengaruhi kenyamanan Anda di dalam masjid baik ketika listrik menyala maupun padam (seperti jendela, ventilasi, dll.)?".

### **3.4 Populasi dan Sampel Penelitian**

Dalam sebuah penelitian yang menitikberatkan pada evaluasi persepsi dan interaksi manusia, penentuan subjek penelitian menjadi salah satu pilar utama untuk memperoleh temuan yang representatif. Subbab ini membahas batasan cakupan individu yang berinteraksi secara nyata dengan objek arsitektur yang sedang diteliti. Pengidentifikasian kelompok sasaran ini sangat krusial, mengingat evaluasi kenyamanan termal bertumpu kuat pada pengalaman langsung penggunaanya dalam merespons ruang ibadah.

Daya yang dihasilkan harus memiliki tingkat validitas yang tinggi dan dapat dipertanggungjawabkan secara akademis, peneliti perlu menetapkan prosedur penarikan perwakilan dari kelompok sasaran tersebut. Proses pemilihan subjek didasarkan pada landasan perhitungan matematis dan kriteria tertentu agar terhindar dari bias informasi di lapangan. Rincian mendalam mengenai definisi populasi sasaran, formula kalkulasi besaran sampel, beserta teknik pengambilan sampel.

#### **3.4.1 Populasi Penelitian**

Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh pengguna Masjid Fathun Qarib Universitas Islam Negeri Ar-Raniry yang terdiri dari berbagai elemen sivitas akademika, mulai dari mahasiswa, dosen, dan karyawan, hingga masyarakat umum yang beraktivitas di lingkungan kampus. Populasi ini dipilih karena interaksi mereka yang intens dengan bangunan masjid memberikan landasan bagi data

mengenai kenyamanan termal dan pengalaman ruang. Sebagai subjek penelitian, populasi ini dianggap memiliki pemahaman kontekstual terhadap dinamika lingkungan fisik masjid baik dalam kondisi cuaca normal maupun ekstrem.

#### **3.4.2 Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel**

Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *non random sampling* yang diintegrasikan dengan *snowball sampling technique* guna memperluas jangkauan data secara efektif. Penerapan kriteria *purposive* secara spesifik, yakni responden wajib merupakan orang yang sedang atau pernah menggunakan Masjid Fathun Qarib agar data persepsi yang diperoleh memiliki kelayakan tinggi berdasarkan pengalaman ruang nyata di lapangan.

Melalui sistem rujukan dari responden awal kepada pengguna lain yang memenuhi kriteria serupa, jumlah sampel dikembangkan hingga mencapai target yang telah direncanakan. Berdasarkan perhitungan menggunakan teori Slovin dengan tingkat margin kesalahan (*margin of error*) sebesar 10%, jumlah responden yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah sebanyak 96 orang guna memastikan bahwa data persepsi yang terkumpul bersifat representatif dalam mewakili karakteristik populasi pengguna masjid secara keseluruhan.

#### **3.5 Teknik Analisis Data**

Tahapan proses pemrosesan dan pembacaan data setelah seluruh informasi data lapangan terkumpul. Tahap analisis data berfungsi untuk mengonversi data-data mentah menjadi sebuah temuan ilmiah yang bermakna, sehingga korelasi antara kondisi selubung bangunan dan respons pengguna dapat terpetakan dengan tajam. Tahapan ini menuntut kecermatan dalam memilih metode telaah yang paling selaras dengan sifat dan jenis data yang telah dihimpun.

Melalui prosedur analisis yang terstruktur, indikasi masalah yang diamati pada objek arsitektur dapat dibuktikan dan divalidasi kebenarannya. Rangkaian proses dari reduksi data, pengujian tren statistik, hingga sintesis akhir diperlukan untuk merumuskan konklusi penelitian yang tangguh. Penjelasan komprehensif

mengenai kerangka kerja dan tahapan telaah data yang diterapkan dalam skripsi ini akan dipaparkan lebih lanjut pada uraian di bawah ini.

### **3.5.1 Teknik Analisis Data Kuantitatif**

Analisis kualitatif difokuskan terhadap data yang diperoleh dari pertanyaan terbuka dalam kuesioner serta hasil observasi langsung di lapangan. Data kualitatif ini dikelola dengan cara pengelompokan tema untuk menggambarkan kondisi "ketidaknyamanan" atau "kepuasan" pengguna secara mendalam terkait pengalaman ruang mereka. Peneliti menjabarkan alasan-alasan di balik ketidaknyamanan termal, seperti sensasi pengap akibat udara statis, serta melakukan pemetaan perilaku adaptasi pengguna dalam merespon panas. Analisis ini berfungsi memberikan konteks manusiawi dan mendetail yang tidak terjangkau oleh angka-angka statistik, sehingga kualitas pengalaman pengguna (*User Experience*) di Masjid Fathun Qarib dapat dipahami secara menyeluruh.

### **3.5.2 Teknik Analisis Data Kualitatif**

Analisis data kualitatif dilakukan terhadap jawaban pada bagian terbuka dari kuesioner campuran, yang berisi penjelasan subjektif responden mengenai pengalaman termal mereka. Proses analisis mengikuti langkah-langkah menurut Sugiyono (2023), yaitu reduksi data, penyajian data naratif, dan penarikan kesimpulan guna memberikan gambaran yang sistematis. Data kualitatif ini bertujuan memberi penjelasan lebih dalam mengenai alasan di balik pola kuantitatif yang muncul, sehingga peneliti dapat memahami makna di balik angka-angka tersebut secara lebih mendalam (John W. Creswell, 2023).

### **3.5.3 Analisis Integratif**

Tahap analisis integratif dilakukan dengan menyandingkan data kuantitatif yaitu suhu fisik bangunan dan skor Likert, dengan data kualitatif berupa narasi kuesioner dan observasi lapangan untuk memahami fenomena kenyamanan termal di Masjid Fathun Qarib. Mengacu pada metode campuran John W. Creswell (2023), hasil analisis divisualisasikan menggunakan grafik linearitas sebagai *joint display*.

Grafik ini disusun dengan menggunakan metode *grounding*, yaitu pendekatan analisis yang "membumikan" atau menguatkan temuan statistik kuantitatif dengan bukti kualitatif empiris dari lapangan. Penggunaan metode ini memungkinkan validasi ilmiah yang lebih akurat mengenai sejauh mana elemen fisik arsitektural memengaruhi kepuasan subjektif pengguna, khususnya terkait perbedaan pengalaman ruang saat kondisi listrik menyala dan padam.



## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Deskripsi Data**

Observasi lapangan dilakukan secara komprehensif untuk merekam gambaran utuh kondisi fisik Masjid Fathun Qarib. Pemetaan detail elemen arsitektural ini sangat krusial untuk menganalisis penyebab utama fluktuasi suhu di dalam ruang ibadah. Pengumpulan data secara langsung di lapangan mempermudah identifikasi masalah termal secara akurat, terutama saat terjadi transisi mendadak dari penggunaan pendingin mekanis beralih ke sistem penghawaan alami bangunan.

Deskripsi data ini juga berfokus pada respons material selubung bangunan terhadap dinamika iklim mikro di lingkungan kampus. Pengumpulan data yang sistematis dan terukur menjadi landasan kuat dalam mengevaluasi kinerja termal pasif pada bangunan masjid. Hasil observasi fisik ini nantinya akan digunakan sebagai dasar acuan untuk merumuskan rekomendasi desain arsitektur yang mampu meningkatkan kenyamanan pengguna secara optimal setiap harinya.

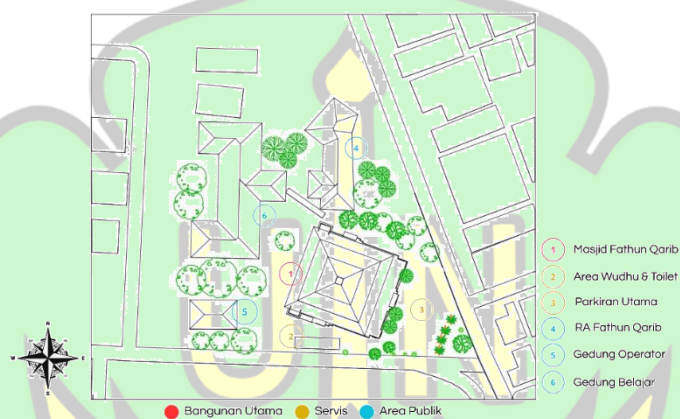
#### **4.2 Gambaran Umum dan Kondisi Eksisting Objek Penelitian**

Objek penelitian ini adalah bangunan Masjid Fathun Qarib yang berada di kawasan Kopelma Darussalam, Kota Banda Aceh. Lingkungan masjid ini sangat dipengaruhi oleh iklim makro tropis dengan tingkat paparan suhu dan kelembapan yang tergolong tinggi. Kondisi iklim luar yang sangat dinamis tersebut menuntut elemen selubung bangunan untuk memiliki kemampuan adaptasi termal yang baik agar kenyamanan ruang dalam tetap stabil.

Performa termal bangunan masjid pada kondisi eksisting sangat dipengaruhi oleh orientasi massa bangunan terhadap jalur pergerakan lintasan matahari. Selain itu, keberadaan elemen lanskap tapak seperti arah hembusan angin dan radius vegetasi peneduh juga memegang peranan penting sebagai filter iklim alami. Pemahaman yang menyeluruh mengenai gambaran umum ini sangat krusial untuk mengevaluasi efektivitas desain arsitektur pasif yang sudah terbangun.

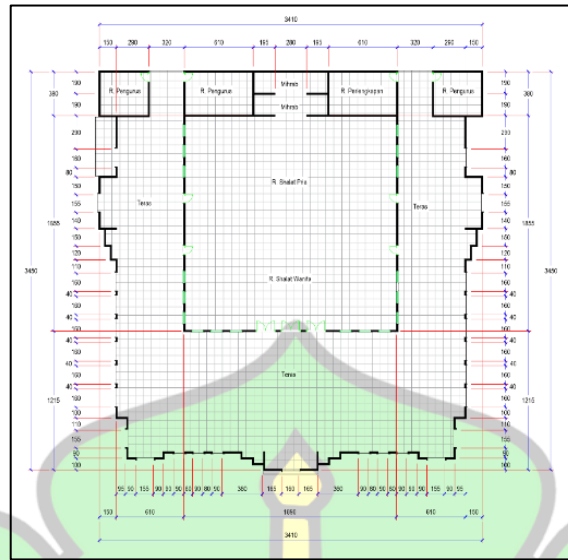
#### 4.2.1 Pemetaan Spasial dan Titik Sampling Pengukuran

Pemetaan spasial tapak Masjid Fathun Qarib menunjukkan pembagian zona fungsional yang terstruktur, meliputi area ibadah utama, area servis (wudhu dan toilet), serta area publik. Bangunan diposisikan menghadap kiblat dan didukung oleh keberadaan vegetasi di beberapa sisi tapak yang dipertahankan sebagai peneduh alami lingkungan.



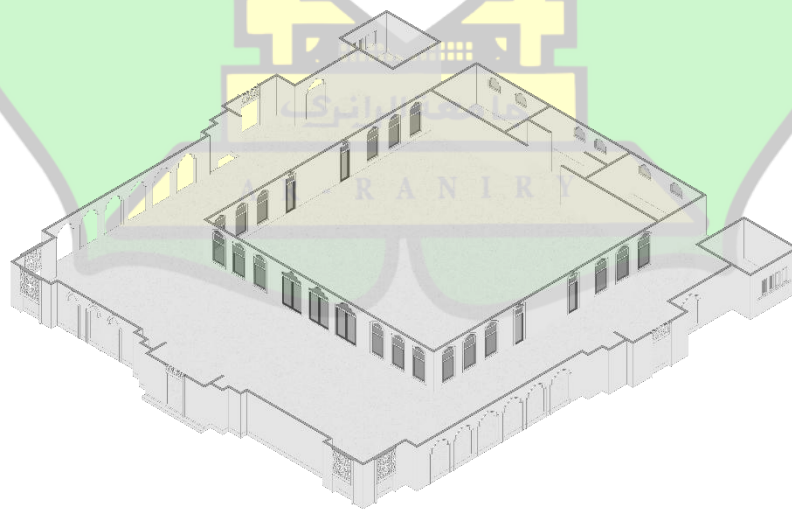
Gambar 4.1 Site Masjid Fathun Qarib  
(Sumber : AutoCAD, 2026)

Masjid Fathun Qarib hanya memiliki 1 lantai saja dengan ruang yang dibagi dua yaitu bagian dalam sebagai area beribadah dan bagian luar yaitu teras. Namun, pengukuran aktual di lapangan menunjukkan bahwa luas total bangunan masjid ini mencapai 1.176,45 m<sup>2</sup>. Angka ini berbeda dengan temuan pada penelitian sebelumnya oleh Afra (2024) yang menyatakan luas masjid adalah sebesar ±994 m<sup>2</sup>, hal ini disebabkan karena pengukuran aktual ini turut mengalkulasikan seluruh area teras perimeter secara presisi. Berikut denah Masjid Fathun Qarib yang dapat dilihat pada gambar 4.2 di bawah ini.



Gambar 4.2 Denah Masjid Fathun Qarib  
(Sumber : AutoCAD, 2026)

Secara arsitektural, konfigurasi spasialnya terbagi secara tegas ke dalam dua zona utama, yaitu ruang ibadah inti di bagian tengah yang dikelilingi oleh area teras di sepanjang perimeternya. Adapun gambar proyeksi isometri potongan interior memvisualisasikan konfigurasi spasial Masjid Fathun Qarib secara komprehensif dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Tampak Atas Isometri Interior Masjid Fathun Qarib  
(Sumber : Sketchup, 2026)

Ruang ibadah utama memiliki atap tinggi berkubah yang dirancang untuk mengalirkan udara panas ke atas. Namun, upaya pelepasan panas ini terhambat akibat penggunaan ventilasi permanen (mati) pada selubung ruang, yang sangat membatasi sirkulasi udara silang secara optimal. Visual utuh bangunan ini dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Tampak Interior Masjid Fathun Qarib  
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2026)

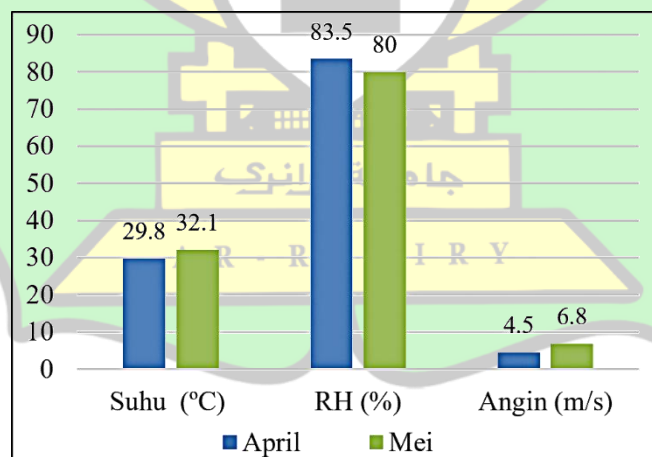
Sebagai kompensasi dari selubung ruang yang tertutup, teras yang mengelilingi perimeter bangunan yang berfungsi sebagai area pembatas untuk menahan paparan udara panas langsung dari luar, sekaligus menjadi tempat beraktivitas tambahan bagi para pengguna. Tampak teras bangunan masjid dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Tampak Teras Masjid Fathun Qarib  
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2026)

#### 4.2.2 Kondisi Kenyamanan Termal Kota Banda Aceh

Berdasarkan data BPS dan BMKG Kota Banda Aceh, suhu udara umumnya berkisar  $27,5^{\circ}\text{C}$ – $32^{\circ}\text{C}$  dengan kelembapan 75%–92%. Kondisi ini memicu beban panas awal bagi pengguna saat beribadah. Memasuki bulan Mei, suhu melonjak ekstrem hingga mencapai  $36^{\circ}\text{C}$ . Tingginya radiasi matahari tersebut menciptakan kondisi termal yang sangat tidak nyaman, sehingga pengguna menjadi sangat bergantung pada pengoperasian pendingin ruangan.



Gambar 4.6 Rata-rata Data Iklim BPS Kota Banda Aceh  
(Sumber : Penulis, 2026)

Pengumpulan data ini bertujuan menyediakan landasan ilmiah saat beban termal lingkungan mencapai titik tertinggi tahunan dengan suhu rata-rata pada bulan April - Mei yaitu 30,9°C, puncak 36°C, kelembapan 81,75%, dan kecepatan angin 12,6 km/jam). Data ini digunakan untuk mengukur kemampuan selubung bangunan Masjid Fathun Qarib dalam mereduksi panas luar. Secara teknis, ketidaknyamanan ekstrem (*oppressive*) pengguna membuktikan kegagalan desain pasif bangunan dalam meredam iklim makro. Akibatnya, penggunaan pendingin ruangan menjadi kebutuhan mutlak demi menjaga kenyamanan beraktivitas.

#### 4.2.3 Orientasi Bangunan

Orientasi utara - selatan masjid menyebabkan paparan matahari intens sepanjang hari. Pagi (08.00 - 11.00 WIB) pada sisi depan, siang (12.00 - 14.00 WIB) maksimal pada atap, dan sore (15.00 - 18.00 WIB) mencapai suhu tertinggi pada bagian belakang bangunan. Kondisi lingkungan di sekitar setiap sisi bangunan dapat dijelaskan sebagai berikut :



(a) Sisi Depan, (b) Sisi Belakang, (c) Sisi Kanan, (d) Sisi Kiri

Gambar 4.7 Orientasi Matahari Lingkungan Masjid Fathun Qarib

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2026)

Berdasarkan bentuk lintasan matahari pada Gambar 4.7, letak Masjid Fathun Qarib menyebabkan bangunannya menerima paparan panas yang intens secara

bergantian sepanjang hari. Pengaruh arah mata angin dan pergerakan matahari terhadap setiap sisi bangunan dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sisi Depan Bangunan Menghadap Tenggara (Gambar 4.7 (a))

Pada pagi hari (pukul 08.00 - 11.00 WIB), sisi depan masjid yang berorientasi ke arah tenggara menjadi area pertama yang secara langsung menyerap paparan radiasi termal dari matahari pagi. Radiasi matahari pagi ini merambat masuk terutama melalui material dinding paling luar bangunan yaitu dinding teras.

2. Sisi Belakang Bangunan Menghadap Barat Laut (Gambar 4.7 (b))

Menjelang sore hari (pukul 15.00 - 18.00 WIB), lintasan matahari mulai turun ke arah barat laut. Sisi belakang bangunan akan dihantam oleh terik matahari sore secara langsung. Kondisi ini merupakan fase paparan paling kritis karena memicu suhu permukaan lingkungan tertinggi pada dinding tersebut, yang kemudian dirambatkan secara perlahan (konduksi) ke dalam ruang bangunan dan memicu sensasi gerah bagi pengguna pada sore hari.

3. Sisi Kanan Bangunan Menghadap Timur Laut (Gambar 4.7 (c))

Sisi kanan masjid memiliki orientasi membujur ke arah timur laut. Meskipun tetap dipengaruhi oleh fluktuasi suhu udara luar, area dinding eksterior ini cenderung memiliki temperatur yang lebih stabil. Hal ini dikarenakan sisi utara terlindungi oleh pepohonan rimbun yang berfungsi sangat baik sebagai penghalang panas alami.

4. Sisi Kiri Bangunan Menghadap Barat Daya (Gambar 4.7 (d))

Sisi kiri bangunan membujur menghadap ke arah barat daya. Berbanding terbalik dengan kondisi sisi kanan, area sebelah kiri ini sangat minim pepohonan peneduh karena lahannya telah digunakan untuk struktur toilet dan tempat wudhu. Tidak adanya pelindung alami membuat panas lingkungan lebih mudah menempel pada dinding dan merambat masuk ke dalam ruangan.

#### 4.2.4 Vegetasi Tapak

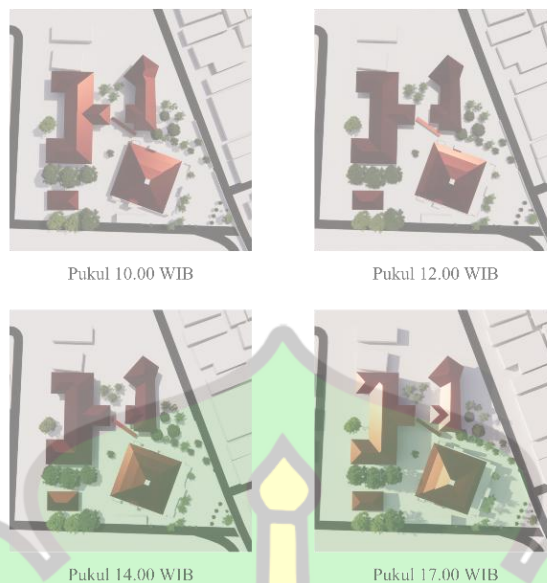
Keberadaan vegetasi di sekitar tapak memainkan peran krusial sebagai elemen penyangga termal (*thermal buffer*). Pepohonan yang rindang, khususnya

yang terkonsentrasi di sisi timur laut bangunan, berfungsi secara alami untuk memblokir paparan radiasi gelombang pendek matahari. Visualisasi peletakan vegetasi dan efektivitas proyeksi jatuhnya bayangan terhadap fasad bangunan dapat diamati pada Gambar 4.8 berikut.



Gambar 4.8 Vegetasi Tapak Objek Penelitian  
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2026)

Persebaran vegetasi di sekeliling Masjid Fathun Qarib secara signifikan memengaruhi performa termal bangunan. Pada sisi depan dan kanan, pepohonan yang lebat berfungsi optimal sebagai peneduh alami (*shading*) yang memblokir radiasi matahari, sehingga suhu permukaan dinding lebih rendah dan iklim mikro di area teras tetap sejuk. Sebaliknya, kerentanan termal terjadi pada sisi belakang dan kiri bangunan akibat minimnya vegetasi. Tidak adanya pohon penyangga ini menyebabkan dinding bangunan terekspos terik matahari sore secara langsung. Akibatnya, dinding menyerap radiasi secara masif dan memancarkan hawa panas ke dalam ruang utama, yang secara langsung memicu ketidaknyamanan termal bagi pengguna.

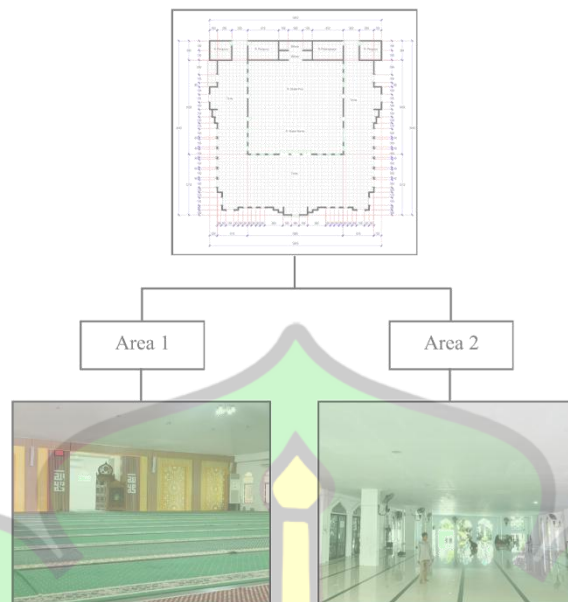


Gambar 4.9 Proyeksi Bayangan Vegetasi pada Permukaan Dinding  
(Sumber : Enscape, 2026)

Kondisi tata letak vegetasi eksisting tersebut berjalan selaras dengan hasil simulasi kronologis pergerakan bayangan yang ditunjukkan pada Gambar 4.9. Visualisasi tersebut membuktikan bahwa vegetasi di sisi timur laut sangat efektif menaungi dinding dari radiasi panas pada pagi hari tepat pukul 10.00 WIB. Namun, seiring bergesernya lintasan matahari ke ufuk barat pada rentang siang hingga sore hari (14.00–17.00 WIB), dinding sisi belakang dan kiri yang minim peneduh harus menerima paparan matahari secara maksimal. Fenomena ini memicu perpindahan panas ekstrem yang menaikkan suhu rata-rata dinding luar hingga mencapai 32°C, sekaligus menegaskan pentingnya peran dan optimalisasi tata letak vegetasi sebagai strategi pasif untuk mencegah akumulasi panas internal bangunan.

#### 4.3 Hasil Pengukuran Parameter Fisik dengan Alat Ukur

Pengukuran dilakukan pada 2 titik yaitu bagian dalam bangunan Masjid Fathun Qarib sebagai titik 1 dan teras bangunan Masjid Fathun Qarib sebagai titik 2. Parameter yang diukur pada kedua titik tersebut sesuai dengan standar dari ASHRAE-55, yaitu suhu udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin. Adapun area pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.10 berikut ini.



Gambar 4.10 Bagan Area Pengukuran  
(Sumber : Penulis, 2026)

Data hasil pengukuran ditabulasi menggunakan Microsoft Excel, lalu diimpor ke aplikasi Surfer untuk memvisualisasikan sebaran suhu dalam bentuk peta kontur termal. Representasi suhu menggunakan gradasi warna dari ungu (sangat rendah), biru (rendah), hijau (sedang), kuning (cukup tinggi), oranye (tinggi), hingga merah (sangat tinggi/kritis).

Pengukuran dilakukan selama 14 hari di Masjid Fathun Qarib pada 6–19 April 2026. Data diambil secara intensif dalam tiga sesi harian yaitu 09.00–11.00 WIB, 12.00–14.00 WIB, dan 15.00–17.00 WIB dengan tujuan menangkap puncak radiasi matahari saat Banda Aceh bertransisi ke musim kemarau. Untuk menguji performa selubung bangunan, observasi dibagi menjadi dua skenario operasional yaitu saat fasilitas pendingin aktif (listrik menyala) dan nonaktif (listrik padam). Detail hasil pengukuran terlampir pada Tabel 4.1 dan 4.2.

**Tabel 4.1** Rekapitulasi Data pada Kondisi Listrik Menyala

| Titik 1 (Ruang inti / Dalam Bangunan) |               |          |          |          |          |          |          |          |              |
|---------------------------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| Pengukuran                            | Tanggal       | 06/04/26 | 07/04/26 | 08/04/26 | 09/04/26 | 10/04/26 | 11/04/26 | 12/04/26 | Rata-Rata    |
| Suhu (°C)                             | 09.00 - 11.00 | 23.4     | 23.3     | 24       | 22       | 22.2     | 21.9     | 20       | 22.40        |
|                                       | 12.00 - 14.00 | 23.7     | 23.4     | 24.9     | 23.4     | 25       | 23.4     | 21.1     | 23.56        |
|                                       | 15.00 - 17.00 | 24       | 23.6     | 24.3     | 23.6     | 26       | 24.9     | 23.6     | 24.29        |
| <b>Total</b>                          |               |          |          |          |          |          |          |          | <b>23.41</b> |
| % RH                                  | 09.00 - 11.00 | 57       | 57       | 50       | 40       | 38       | 39       | 41       | 46.00        |
|                                       | 12.00 - 14.00 | 50       | 50       | 41       | 56       | 41       | 57       | 39       | 47.71        |
|                                       | 15.00 - 17.00 | 60       | 60       | 45       | 60       | 43       | 41       | 59       | 52.57        |
| <b>Total</b>                          |               |          |          |          |          |          |          |          | <b>48.76</b> |
| Angin (m/s)                           | 09.00 - 11.00 | 0.18     | 0.22     | 0.17     | 0.3      | 0.28     | 0.38     | 0.32     | 0.26         |
|                                       | 12.00 - 14.00 | 0.15     | 0.18     | 0.25     | 0.18     | 0.22     | 0.19     | 0.3      | 0.21         |
|                                       | 15.00 - 17.00 | 0.2      | 0.19     | 0.21     | 0.2      | 0.15     | 0.24     | 0.21     | 0.20         |
| <b>Total</b>                          |               |          |          |          |          |          |          |          | <b>0.22</b>  |
| Titik 2 (Teras Bangunan)              |               |          |          |          |          |          |          |          |              |
| Pengukuran                            | Tanggal       | 06/04/26 | 07/04/26 | 08/04/26 | 09/04/26 | 10/04/26 | 11/04/26 | 12/04/26 | Rata-Rata    |
| Suhu (°C)                             | 09.00 - 11.00 | 31.1     | 30.9     | 30.3     | 30.6     | 30.3     | 31.3     | 30.7     | 30.74        |
|                                       | 12.00 - 14.00 | 32.1     | 31.6     | 31.3     | 31.1     | 31.7     | 33.4     | 32.2     | 31.91        |
|                                       | 15.00 - 17.00 | 32.2     | 32       | 31.9     | 32.2     | 33       | 35       | 34       | 32.90        |
| <b>Total</b>                          |               |          |          |          |          |          |          |          | <b>31.85</b> |
| % RH                                  | 09.00 - 11.00 | 61       | 60       | 72       | 62       | 72       | 67       | 59       | 64.71        |
|                                       | 12.00 - 14.00 | 63       | 68       | 62       | 63       | 67       | 62       | 64       | 64.14        |

|              |               |     |     |     |     |     |     |     |              |
|--------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|
|              | 15.00 - 17.00 | 63  | 63  | 62  | 61  | 66  | 57  | 59  | 61.57        |
| <b>Total</b> |               |     |     |     |     |     |     |     | <b>63.48</b> |
| Angin (m/s)  | 09.00 - 11.00 | 1.3 | 1.2 | 1.2 | 1.4 | 1.2 | 1.1 | 1.3 | 1.24         |
|              | 12.00 - 14.00 | 1.8 | 2.2 | 2.2 | 2.1 | 2.3 | 2.4 | 2.6 | 2.23         |
|              | 15.00 - 17.00 | 1.3 | 1.6 | 1.4 | 1.6 | 1.6 | 1.8 | 1.7 | 1.57         |
| <b>Total</b> |               |     |     |     |     |     |     |     | <b>1.68</b>  |

(Analisa Penulis, 2026)

Berdasarkan data pada Tabel 4.1, operasional pendingin ruangan (AC) memberikan pengaruh besar terhadap kestabilan udara di dalam ruang inti masjid :

1. Suhu Udara

Di Titik 1 (Ruang Inti), suhu rata-rata tercatat sejuk sebesar 23,41°C, dengan nilai terendah 20°C dan tertinggi 26°C. Sebaliknya, Titik 2 (Teras Luar) didominasi udara panas dengan rata-rata 31,85°C (terendah 30,3°C, tertinggi 35°C). Pengukuran dilakukan menggunakan alat hygrometer.

2. Kelembapan Udara

Penurunan kadar uap air oleh pendingin ruangan (AC) membuat kelembapan udara di Titik 1 cenderung kering dengan rata-rata 48,76% (terendah 38%, tertinggi 60%). Sementara di Titik 2, udara terasa lebih lembap dengan rata-rata 63,48% (terendah 57%, tertinggi 72%). Alat yang digunakan untuk pengukuran kelembapan sama dengan alat pengukuran suhu yaitu hygrometer.

### 3. Kecepatan Angin

Aliran udara di Titik 1 sangat statis karena ruangan tertutup rapat, dengan rata-rata hanya 0,22 m/s (terendah 0,15 m/s, tertinggi 0,38 m/s). Di area luar (Titik 2), angin berembus lebih dinamis dengan rata-rata 1,68 m/s (terendah 1,1 m/s, tertinggi 2,6 m/s). Pengukuran kecepatan angin dilakukan dengan menggunakan alat anemometer.

**Tabel 4.2** Rekapitulasi Data pada Kondisi Listrik Padam

| Titik 1 (Ruang inti / Dalam Bangunan) |               |          |          |          |          |          |          |          |              |
|---------------------------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| Pengukuran                            | Tanggal       | 13/04/26 | 14/04/26 | 15/04/26 | 16/04/26 | 17/04/26 | 18/04/26 | 19/04/26 | Rata-Rata    |
| Suhu (°C)                             | 09.00 - 11.00 | 28.2     | 27.1     | 29       | 27.2     | 24.2     | 28       | 23.8     | 26.79        |
|                                       | 12.00 - 14.00 | 28.8     | 29       | 30.5     | 28       | 26.3     | 28.8     | 24       | 27.91        |
|                                       | 15.00 - 17.00 | 29.1     | 30       | 31.6     | 28.3     | 30.5     | 30.2     | 28.2     | 29.7         |
| <b>Total Rata-Rata</b>                |               |          |          |          |          |          |          |          | <b>28.13</b> |
| % RH                                  | 09.00 - 11.00 | 49       | 50       | 50       | 48       | 51       | 49       | 50       | 49.6         |
|                                       | 12.00 - 14.00 | 49       | 49       | 60       | 50       | 43       | 49       | 50       | 50           |
|                                       | 15.00 - 17.00 | 50       | 49       | 50       | 63       | 62       | 48       | 60       | 54.6         |
| <b>Total Rata-Rata</b>                |               |          |          |          |          |          |          |          | <b>51.38</b> |
| Angin (m/s)                           | 09.00 - 11.00 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0            |
|                                       | 12.00 - 14.00 | 0        | 0        | 0        | 0.03     | 0        | 0        | 0        | 0.004        |
|                                       | 15.00 - 17.00 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0.01     | 0        | 0.001        |
| <b>Total Rata-Rata</b>                |               |          |          |          |          |          |          |          | <b>0.002</b> |
| Titik 2 (Teras Bangunan)              |               |          |          |          |          |          |          |          |              |
| Pengukuran                            | Tanggal       | 13/04/26 | 14/04/26 | 15/04/26 | 16/04/26 | 17/04/26 | 18/04/26 | 19/04/26 | Rata-Rata    |

|                        |               |      |      |      |      |      |      |      |              |
|------------------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|--------------|
| Suhu (°C)              | 09.00 - 11.00 | 31.2 | 30.3 | 30.3 | 31   | 30.4 | 31.3 | 31.7 | 30.9         |
|                        | 12.00 - 14.00 | 31.6 | 30.6 | 31.7 | 32.2 | 30.6 | 31.9 | 32.1 | 31.5         |
|                        | 15.00 - 17.00 | 32.2 | 32   | 34   | 33.4 | 31.5 | 33.2 | 33.4 | 32.8         |
| <b>Total Rata-Rata</b> |               |      |      |      |      |      |      |      | <b>31.74</b> |
| % RH                   | 09.00 - 11.00 | 63   | 72   | 72   | 62   | 57   | 62   | 67   | 65           |
|                        | 12.00 - 14.00 | 68   | 59   | 67   | 64   | 59   | 62   | 61   | 62.9         |
|                        | 15.00 - 17.00 | 61   | 66   | 59   | 62   | 62   | 70   | 62   | 63.1         |
| <b>Total Rata-Rata</b> |               |      |      |      |      |      |      |      | <b>63.67</b> |
| Angin (m/s)            | 09.00 - 11.00 | 1.4  | 1.1  | 1.1  | 1.3  | 1.5  | 1.4  | 1.4  | 1.3          |
|                        | 12.00 - 14.00 | 2.6  | 2.6  | 2.9  | 2.4  | 2.0  | 2.5  | 2.1  | 2.4          |
|                        | 15.00 - 17.00 | 1.4  | 1.3  | 1.4  | 1.4  | 1.2  | 1.4  | 1.3  | 1.3          |
| <b>Total Rata-Rata</b> |               |      |      |      |      |      |      |      | <b>1.7</b>   |

(Analisa Penulis, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.2, pemadaman listrik memicu perubahan iklim mikro yang signifikan akibat melemahnya kinerja pasif selubung bangunan :

#### 1. Temperatur / Suhu Udara

Pada Titik 1, suhu udara melonjak drastis hingga rata-rata mencapai 28,13°C, dengan fluktuasi dari yang terendah 23,8°C hingga memuncak di angka 31,6°C. Sementara di Titik 2, suhu udara luar tetap stabil pada rata-rata 31,74°C (terendah 30,3°C, tertinggi 34°C).

## 2. Kelembapan Relatif

Kelembapan di Titik 1 mengalami kenaikan menjadi rata-rata 51,38% (terendah 43%, tertinggi 63%), membuat ruangan terasa pengap. Area luar (Titik 2) mencatat rata-rata kelembapan yang konstan tinggi sebesar 63,67% (terendah 57%, tertinggi 72%). Alat yang digunakan untuk pengukuran kelembapan sama dengan alat pengukuran suhu yaitu hygrometer.

## 3. Kecepatan Angin

Pergerakan udara di Titik 1 hampir terhenti total akibat tidak adanya bukaan ventilasi alami yang difungsikan, dengan rata-rata anjlok ke angka 0,002 m/s (terendah 0 m/s, tertinggi 0,03 m/s). Sebaliknya, Titik 2 tetap mendapatkan pasokan angin alami yang baik dengan rata-rata 1,7 m/s (terendah 1,1 m/s, tertinggi 2,9 m/s).

Berdasarkan seluruh data fisik yang diperoleh, peneliti mengidentifikasi adanya variabel perancu (*confounding variables*) akibat perbedaan waktu pengambilan data antara kondisi menyala dan padam. Perbedaan hari tersebut memicu fluktuasi cuaca luar ruangan serta memengaruhi variasi nilai insulasi pakaian (Clo) responden di setiap sesi pengujian. Meskipun terdapat margin bias pada variabel eksternal tersebut, tren makro yang membuktikan kegagalan sistem arsitektur pasif dalam melepas kalor dan menyirkulasikan udara dari ruang interior tetap terukur secara valid dan signifikan.

### 4.4 Hasil Penyebaran Kuesioner Persepsi Pengguna (Subjektif)

Hasil pengumpulan data subjektif yang diperoleh melalui penyebaran kuesioner kepada pengguna Masjid Fathun Qarib. Evaluasi ini bertujuan untuk memetakan persepsi faktual, respons adaptasi, serta tingkat penerimaan pengguna secara langsung terhadap kondisi iklim mikro di area bangunan. Pengukuran persepsi subjektif ini mengacu pada standar skala tujuh titik sensasi termal (TSV) dari ASHRAE.

#### 4.4.1 Karakteristik Responden

Penelitian ini melibatkan 99 responden di Masjid Fathun Qarib dengan spektrum fisik yang beragam, meliputi rentang usia 15–59 tahun, tinggi badan 145–177 cm, dan berat badan 35–100 kg. Keragaman dimensi tubuh ini memegang peranan penting mengingat berat dan tinggi badan berkorelasi langsung dengan tingkat produksi panas metabolik (*metabolic rate*) seseorang. Melalui keberagaman karakteristik fisik tersebut, penilaian kenyamanan termal yang dihasilkan dapat merepresentasikan ambang batas toleransi lingkungan yang bervariasi dari tiap jenis antropometri pengguna.

Pengumpulan data kuesioner berlangsung selama 38 hari (4 April–11 Mei 2026) di Masjid Fathun Qarib, menyesuaikan siklus akademik dan fluktuasi iklim mikro harian. Data dari 99 responden ini divalidasi dengan hasil pengukuran fisik lapangan. Seluruh jawaban dari 11 pertanyaan skala Likert diolah menggunakan *Microsoft Excel* untuk menghitung nilai rata-rata (*mean score*) secara sistematis, objektif, dan presisi guna mendukung analisis bab pembahasan. Hasil selengkapnya disajikan pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Hasil Data Kuesioner Skala Likert

| Kolom | Pertanyaan                                                                                                                                                      | Angka | Keterangan           |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------|
| K     | Bagaimana kondisi kenyamanan termal yang Anda rasakan saat berada di dalam masjid pada kondisi cuaca panas dan fasilitas pendingin tidak dinyalakan?            | -0.16 | Netral               |
| L     | Bagaimana kondisi kenyamanan termal yang Anda inginkan saat ini untuk berada di dalam masjid pada kondisi cuaca panas dan fasilitas pendingin tidak dinyalakan? | -0.96 | Sedikit Lebih Nyaman |
| M     | Bagaimana kondisi suhu udara di dalam masjid sehari-hari yang dapat Anda rasakan pada kondisi cuaca panas dan fasilitas pendingin tidak dinyalakan              | 0.52  | Sedikit Panas        |
| N     | Bagaimana kondisi suhu udara di dalam masjid sehari-hari yang dapat Anda                                                                                        | -0.61 | Sedikit Lebih Dingin |

|   |                                                                                                                                                                                                                        |       |                            |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------|
|   | inginkan pada kondisi cuaca panas dan fasilitas pendingin tidak dinyalakan                                                                                                                                             |       |                            |
| O | Bagaimana kondisi kelembapan udara di dalam masjid yang Anda inginkan sehari-hari?                                                                                                                                     | -0.01 | Netral                     |
| P | Bagaimana kondisi kelembapan udara di dalam masjid yang Anda rasakan sehari-hari?                                                                                                                                      | -0.05 | Netral                     |
| Q | Seberapa seringkah Anda dapat merasakan sensasi angin dari luar yang masuk ke dalam masjid sehari-hari?                                                                                                                | 0.16  | Netral                     |
| R | Bagaimana kondisi aliran angin dari luar yang masuk ke dalam masjid yang dapat Anda rasakan di dalam masjid sehari-hari?                                                                                               | 0.49  | Netral                     |
| S | Bagaimana kondisi aliran angin dari luar yang masuk ke dalam masjid yang Anda inginkan sehari-hari?                                                                                                                    | -1.34 | Sedikit Lebih Banyak Angin |
| T | Berdasarkan kondisi banyaknya jendela yang tertutup dan arah bukaan jendela di masjid saat ini, apakah bukaan jendela masih berpengaruh untuk menyamakan ruangan dalam hal memasukkan angin dari luar ke dalam masjid? | -1.46 | Sedikit Berpengaruh        |
| U | Apakah fasilitas pendingin ruangan yang dimiliki Masjid saat ini sudah mencukupi untuk membuat Anda sebagai pengguna merasa nyaman?                                                                                    | -1.72 | Cukup                      |

(Sumber : Google Form, 2026)

Hasil analisis Likert pada Tabel 4.3 menunjukkan kenyamanan termal secara keseluruhan berada pada kategori Netral (-0,16). Meskipun kelembapan udara dinilai ideal, parameter suhu keseharian dianggap Sedikit Panas (0,52) akibat performa arsitektur pasif bangunan yang belum optimal. Saat cuaca panas atau listrik padam, pengguna sangat mendambakan kondisi Sedikit Lebih Dingin (-0,61) dan Sedikit Lebih Nyaman (-0,96), serta membutuhkan Sedikit Lebih Banyak

Angin (-1,34). Tingginya kebutuhan sirkulasi ini terjadi karena sistem jendela dinilai Sedikit Berpengaruh (-1,46), sehingga panas matahari terjebak di dalam ruangan. Keterbatasan ventilasi alami tersebut memaksa pengguna mengandalkan pendingin buatan (AC dan kipas angin) yang dinilai Cukup (-1,72) sebagai solusi kompensasi utama.

Analisis kuesioner melalui pertanyaan dan jawaban deskriptif memperkuat temuan pada skala Likert sebelumnya. Analisis jawaban deskriptif dilakukan untuk memperkuat hasil skala Likert sebelumnya. Data diolah secara deskriptif melalui perhitungan frekuensi ( $f$ ) dan persentase (%) guna mengetahui distribusi jawaban responden. Persentase dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

( $P$ ) = Persentase Jawaban

( $f$ ) = Jumlah Responden pada Kategori Jawaban

( $N$ ) = Jumlah Seluruh Responden

Hasil perhitungan tersebut digunakan untuk mengetahui kecenderungan persepsi responden terhadap kenyamanan termal di dalam Masjid Fathul Qarib. Adapun jenis pertanyaan yang diajukan pada kuesioner deskriptif dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

**Tabel 4.4** Hasil Analisis Frekuensi Kata Kunci Kuesioner Deskriptif

| Kolom | Pertanyaan                                                                                                                                                                                     | Kata Kunci | Frekuensi | Persentase |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|------------|
| V     | Jelaskan secara rinci alasan Anda memberikan penilaian terhadap suhu di dalam masjid saat ini. Apakah ada area atau elemen tertentu (seperti area dekat jendela, di bawah kubah, atau material | Jendela    | 21        | 21.21%     |
|       |                                                                                                                                                                                                | Panas      | 19        | 19.19%     |
|       |                                                                                                                                                                                                | Dingin     | 16        | 16.16%     |
|       |                                                                                                                                                                                                | Lantai     | 15        | 15.15%     |
|       |                                                                                                                                                                                                | Nyaman     | 13        | 13.13%     |
|       |                                                                                                                                                                                                | Sejuk      | 9         | 9.09%      |
|       |                                                                                                                                                                                                | Dinding    | 8         | 8.08%      |
|       |                                                                                                                                                                                                | Material   | 7         | 7.07%      |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                              |                       |                                           |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|
|   | lantai/dinding) yang melatarbelakangi penilaian Anda melalui kuesioner                                                                                                                                                                                       | AC<br>Kubah<br>Bukaan<br>Pengap<br>Ventilasi | 6<br>4<br>4<br>4<br>3 | 6.60%<br>4.04%<br>4.04%<br>4.04%<br>3.03% |
| W | Bagaimana kondisi suhu ruangan saat ini memengaruhi aktivitas Anda? Jelaskan gangguan apa yang paling Anda rasakan jika suhu tidak ideal.                                                                                                                    | Panas                                        | 42                    | 42,42%                                    |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | Nyaman                                       | 23                    | 23,23%                                    |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | Tidak terganggu                              | 9                     | 9,09%                                     |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | Gerah                                        | 7                     | 7,07%                                     |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | Dingin                                       | 6                     | 6,06%                                     |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | Shalat                                       | 6                     | 6,06%                                     |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | Ibadah                                       | 6                     | 6,06%                                     |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | Fokus                                        | 5                     | 5,05%                                     |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | Gangguan Konsentrasi                         | 5<br>3                | 5,05%<br>3,03%                            |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | Sejuk                                        | 3                     | 3,03%                                     |
| X | Menurut Anda, elemen manakah yang sangat memengaruhi kenyamanan Anda di dalam masjid baik ketika listrik hidup maupun mati (seperti jendela, ventilasi, dll.)                                                                                                | Jendela                                      | 60                    | 60,61%                                    |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | Ventilasi                                    | 30                    | 30,30%                                    |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | AC                                           | 9                     | 9,09%                                     |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | Kipas                                        | 5                     | 5,05%                                     |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | Pintu                                        | 5                     | 5,05%                                     |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | Bukaan                                       | 4                     | 4,04%                                     |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | Lantai                                       | 2                     | 2,02%                                     |
| Y | Apakah Anda merasakan adanya pancaran panas atau hawa dingin yang berasal langsung dari permukaan bangunan (seperti dari atap seng, dinding beton, atau lantai granit)? Ceritakan pengalaman Anda saat bersentuhan atau berada dekat dengan elemen tersebut. | Karpét                                       | 2                     | 2,02%                                     |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | Lantai                                       | 40                    | 40,40%                                    |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | Panas                                        | 30                    | 30,30%                                    |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | Dinding                                      | 27                    | 27,27%                                    |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | Dingin                                       | 26                    | 26,26%                                    |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | Granit                                       | 20                    | 20,20%                                    |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | Nyaman                                       | 5                     | 5,05%                                     |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | Atap                                         | 5                     | 5,05%                                     |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | Seng                                         | 5                     | 5,05%                                     |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                              | AC                                           | 5                     | 5,05%                                     |

(Sumber : Google Form, 2026)

Berdasarkan hasil analisis frekuensi dan persentase terhadap jawaban 99 responden, diketahui bahwa persepsi kenyamanan termal di dalam Masjid Fathul Qarib dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berkaitan. Pada aspek penilaian suhu ruangan, sebanyak 21 responden (21,21%) menyatakan bahwa jendela merupakan faktor yang paling memengaruhi kondisi termal, sedangkan 19 responden (19,19%) merasakan kondisi ruangan cenderung panas dan 16 responden (16,16%) merasakan kondisi yang lebih dingin atau sejuk.

Dari segi pengaruh suhu terhadap aktivitas, sebanyak 42 responden (42,42%) menyatakan bahwa suhu panas menjadi gangguan utama yang dirasakan, sementara 23 responden (23,23%) tetap merasa nyaman dalam melaksanakan aktivitas ibadah. Selanjutnya, pada aspek elemen bangunan yang memengaruhi kenyamanan termal, sebanyak 60 responden (60,61%) menyatakan bahwa jendela merupakan elemen yang paling berpengaruh, diikuti ventilasi yang dipilih oleh 30 responden (30,30%).

Adapun berdasarkan pengalaman responden terhadap material bangunan, sebanyak 40 responden (40,40%) merasakan pengaruh suhu dari lantai, 30 responden (30,30%) merasakan adanya pancaran panas, 27 responden (27,27%) menyebutkan pengaruh dinding bangunan, serta 20 responden (20,20%) menyatakan bahwa material granit memberikan sensasi yang lebih sejuk. Secara keseluruhan, hasil tersebut menunjukkan bahwa kenyamanan termal di dalam masjid dipengaruhi oleh bukaan alami, sistem penghawaan, serta karakteristik material bangunan yang digunakan.

#### **4.5 Analisis Termal Objektif Berdasarkan Hasil Pengukuran**

Pengukuran objektif parameter iklim mikro dilakukan di dua area utama bangunan, yaitu area ruang inti (Titik 1) dan area teras luar (Titik 2). Pengukuran difokuskan pada perbandingan dua kondisi operasional, yakni saat sistem pendingin menyala (listrik hidup) dan saat pendingin mati (listrik padam). Secara keseluruhan, ringkasan hasil pengukuran termal tersebut disajikan pada Tabel 4.5 berikut.

**Tabel 4.5** Ringkasan Hasil Pengukuran Termal

| Nilai Rata-Rata Hasil Pengukuran |                     |                      |                      |
|----------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Parameter Fisik                  | Kondisi Operasional | Titik 1 (Ruang Inti) | Titik 2 (Teras Luar) |
| Temperatur Udara (°C)            | Listrik Menyala     | 23,41                | 31,85                |
|                                  | Listrik Padam       | 28,13                | 31,74                |
| Kelembapan Udara (%)             | Listrik Menyala     | 48,76                | 63,48                |
|                                  | Listrik Padam       | 51,38                | 63,67                |
| Kecepatan Angin (m/s)            | Listrik Menyala     | 0,22                 | 1,68                 |
|                                  | Listrik Padam       | 0.002                | 1,70                 |

(Analisa Penulis, 2026)

#### 4.5.1 Temperatur Udara

Distribusi temperatur udara di dalam dan di luar bangunan Masjid Fathun Qarib dievaluasi untuk membandingkan kondisi saat fasilitas pendingin aktif (listrik menyala) dan nonaktif (listrik padam). Ringkasan hasil pengukuran temperatur udara pada kedua kondisi tersebut disajikan pada Tabel 4.6 berikut.

**Tabel 4.6** Ringkasan Pengukuran Temperatur Udara

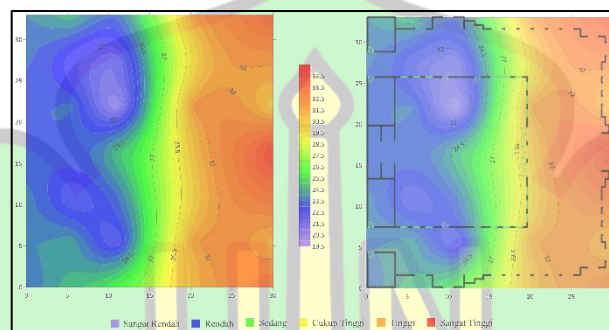
| Temperatur Udara (°C) |                      |          |           |              |
|-----------------------|----------------------|----------|-----------|--------------|
| Kondisi Operasional   | Titik Pengukuran     | Min (°C) | Maks (°C) | Rata-Rata    |
| Listrik Menyala       | Titik 1 (Ruang Inti) | 20,0     | 26,0      | <b>23,41</b> |
|                       | Titik 2 (Teras Luar) | 30,3     | 35,0      | <b>31,85</b> |
| Listrik Padam         | Titik 1 (Ruang Inti) | 23,8     | 31,6      | <b>28,13</b> |
|                       | Titik 2 (Teras Luar) | 30,3     | 34,0      | <b>31,74</b> |

(Analisa Penulis, 2026)

Berdasarkan data Tabel 4.6, terdapat perbedaan yang signifikan pada Titik 1 saat listrik menyala dan padam. Saat pendingin aktif, suhu ruang inti stabil pada rata-rata nyaman (23,41°C), menandakan sistem mekanis berhasil mengisolasi beban panas luar secara responsif. Namun, ketika listrik padam, suhu ruang interior meroket tajam menyentuh puncak 31,6°C dengan rata-rata 28,13°C. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kenyamanan termal ruang inti sangat dipengaruhi oleh keberadaan sistem pendingin mekanis. Kondisi ini terjadi karena panas yang

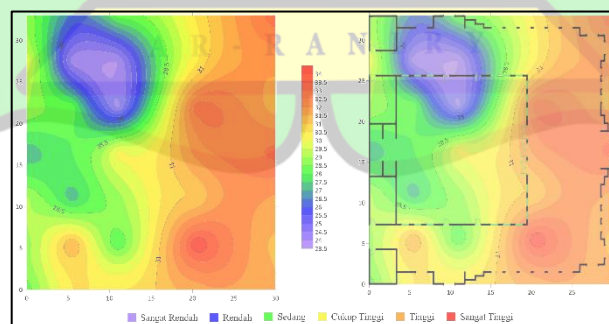
tersimpan pada selubung bangunan tidak dapat dilepaskan secara efektif akibat minimnya ventilasi alami, sehingga terjadi akumulasi panas di dalam ruang.

Untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai pola persebaran suhu harian tersebut, data dipetakan menggunakan Software Surfer dalam bentuk peta kontur termal. Pemetaan sebaran temperatur pada kondisi listrik menyala dan listrik padam dapat dilihat pada Gambar 4.11 dan Gambar 4.12 berikut.



Gambar 4.11 Peta Kontur Distribusi Temperatur Udara Kondisi Listrik Menyala  
(Sumber : Software Surfer, 2026)

Visualisasi pada Gambar 4.11 menunjukkan zona sejuk berwarna biru hingga ungu di ruang inti (Titik 1) karena hantaman beban panas akibat orientasi fasad kaca mampu diredam optimal oleh sistem AC. Sebaliknya, area teras didominasi warna kuning-oranye akibat paparan luar ruangan, kecuali pada sisi timur laut yang suhunya tercatat lebih rendah karena terlindungi oleh naungan bayangan vegetasi.



Gambar 4.12 Peta Kontur Distribusi Temperatur Udara Kondisi Listrik Padam  
(Sumber : Software Surfer, 2026)

Sementara itu, saat listrik padam terlihat pada Gambar 4.12, warna sejuk di ruang inti pudar berganti gradasi hijau kekuningan akibat akumulasi panas radiasi atap seng. Meskipun demikian, sisa kontur sejuk biru-hijau masih bertahan di sisi kanan bangunan karena terlindungi oleh vegetasi rimbun, sementara sisi belakang (barat) langsung terkunci pada warna oranye-merah menyala akibat terekspos radiasi matahari sore tanpa adanya pohon peneduh.

#### 4.5.2 Kelembapan Udara

Kadar uap air atau kelembapan relatif (*Relative Humidity*) di dalam dan di luar selubung bangunan dianalisis untuk mengetahui efektivitas sistem dalam mengontrol kelembapan ruang harian. Ringkasan hasil pengukuran kelembapan udara disajikan pada Tabel 4.7 berikut.

**Tabel 4.7** Ringkasan Pengukuran Kelembapan Udara

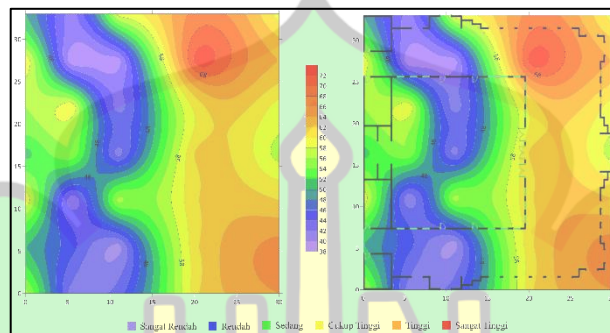
| <b>Kelembapan Udara (%)</b> |                         |                |                 |                  |
|-----------------------------|-------------------------|----------------|-----------------|------------------|
| <b>Kondisi Operasional</b>  | <b>Titik Pengukuran</b> | <b>Min (%)</b> | <b>Maks (%)</b> | <b>Rata-Rata</b> |
| Listrik Menyala             | Titik 1 (Ruang Inti)    | 38             | 60              | <b>48,76</b>     |
|                             | Titik 2 (Teras Luar)    | 57             | 72              | <b>63,48</b>     |
| Listrik Padam               | Titik 1 (Ruang Inti)    | 43             | 63              | <b>51,38</b>     |
|                             | Titik 2 (Teras Luar)    | 57             | 72              | <b>63,67</b>     |

(Analisa Penulis, 2026)

Data kelembapan relatif (RH) pada Tabel 4.7 menegaskan efektivitas pendingin udara buatan dalam mengontrol kadar uap air di dalam selubung ruangan. Pada kondisi menyala, kelembapan Titik 1 terkendali di rata-rata 48,76% (ideal/kering). Namun, berhentinya sistem sirkulasi mekanis saat listrik padam menyebabkan kelembapan ruang interior merangkak naik hingga maksimal 63% (rata-rata 51,38%). Kenaikan persentase uap air di dalam ruang yang tertutup ini menyebabkan hawa panas tidak bisa terevakuasi dari dalam masjid, sehingga langsung menghasilkan sensasi udara yang semakin berat, lengket, dan pengap. Menurut ASHRAE Standard 55, kelembapan yang tinggi menghambat penguapan

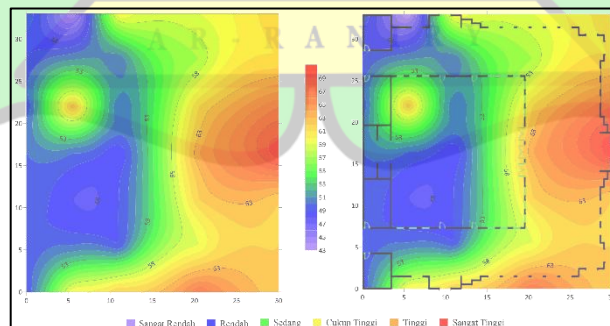
keringat sehingga pelepasan panas tubuh menjadi kurang efektif dan meningkatkan rasa gerah.

Kondisi tersebut divisualisasikan secara spasial melalui kontur sebaran kelembapan udara yang disajikan pada Gambar 4.13 untuk kondisi listrik menyala dan Gambar 4.14 untuk kondisi listrik padam.



Gambar 4.13 Peta Kontur Distribusi Kelembapan Udara Kondisi Listrik Nyala  
(Sumber : Software Surfer, 2026)

Visualisasi pada Gambar 4.13 di atas menunjukkan area ruang inti didominasi warna ungu tua dan biru (kelembapan rendah/kering) berkat kontrol kelembapan dari sistem mekanis. Sementara di teras luar, kontur hijau hingga kuning terbentuk akibat pekatnya uap air alami, di mana area sekitar vegetasi timur laut menunjukkan stabilitas kelembapan yang lebih konsisten dibandingkan sisi barat yang gersang dan terekspos matahari langsung.



Gambar 4.14 Peta Kontur Distribusi Kelembapan Udara Kondisi Listrik Padam  
(Sumber : Software Surfer, 2026)

Pada Gambar 4.14 memperlihatkan kondisi ketika listrik padam, ruang inti berubah menjadi hijau muda hingga kuning akibat akumulasi uap air pernapasan yang terjebak bersama hawa panas plafon. Di area eksterior, teras barat dan belakang terselimuti warna jingga pekat akibat penguapan ekstrem dari orientasi langsung matahari sore, sedangkan area yang berbatasan dengan vegetasi rimbun mampu mereduksi lonjakan kelembapan udara secara lebih stabil.

#### 4.5.3 Kecepatan Udara (Angin)

Pergerakan laju aliran angin di seluruh area tapak serta ruang interior masjid diukur untuk mengevaluasi efektivitas sirkulasi udara. Ringkasan hasil pengukuran kecepatan angin tersebut disajikan pada Tabel 4.8 berikut.

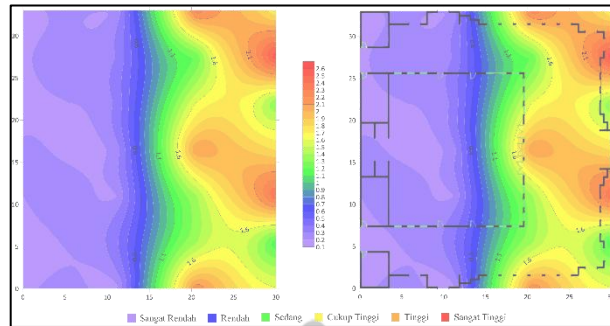
**Tabel 4.8** Ringkasan Pengukuran Kecepatan Udara (Angin)

| Kecepatan Udara (m/s) |                      |           |            |           |
|-----------------------|----------------------|-----------|------------|-----------|
| Kondisi Operasional   | Titik Pengukuran     | Min (m/s) | Maks (m/s) | Rata-Rata |
| Listrik Menyala       | Titik 1 (Ruang Inti) | 0,15      | 0,38       | 0,22      |
|                       | Titik 2 (Teras Luar) | 1,1       | 2,6        | 1,68      |
| Listrik Padam         | Titik 1 (Ruang Inti) | 0         | 0,03       | 0,002     |
|                       | Titik 2 (Teras Luar) | 1,1       | 2,9        | 1,70      |

(Analisa Penulis, 2026)

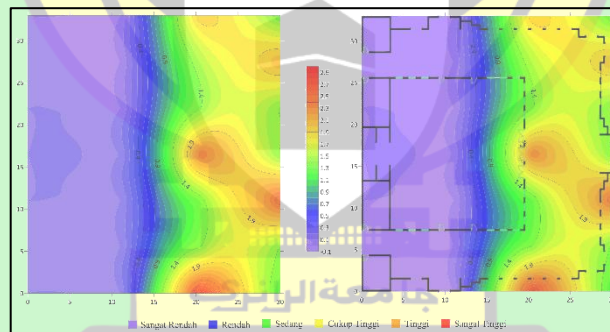
Berdasarkan Tabel 4.8, analisis pergerakan udara mengidentifikasi adanya ketidaksesuaian (anomali) pada kinerja arsitektur pasif. Pada kondisi apa pun, baik listrik menyala maupun mati, kecepatan udara di ruang inti (Titik 1) rata-rata selalu berada jauh di bawah standar sirkulasi alami yang menyejukkan yaitu hanya menyentuh 0,22 m/s dan bahkan anjlok menjadi 0,002 m/s saat padam. Hal ini menjadi temuan krusial yang mengonfirmasi bahwa udara di dalam masjid cenderung stagnan.

Distribusi kecepatan udara divisualisasikan dalam bentuk kontur pergerakan udara. Gambar 4.15 menunjukkan kondisi pada saat pintu dan jendela dikunci rapat demi mengoptimalkan fungsi pendingin buatan (listrik menyala), sedangkan Gambar 4.16 menunjukkan kondisi saat listrik padam.



Gambar 4.15 Peta Kontur Distribusi Kecepatan Angin Kondisi Listrik Nyala  
(Sumber : Software Surfer, 2026)

Visualisasi pada Gambar 4.15 memperlihatkan kondisi ruang inti yang dipenuhi warna ungu dan biru tua yang menandakan kondisi udara statis (tidak bergerak) akibat seluruh bukaan selubung dikunci rapat demi efisiensi AC. Di area luar, teras eksterior menampilkan gradasi kuning hingga merah yang dinamis, terutama pada orientasi tapak terbuka yang minim vegetasi padat sehingga membiarkan aliran angin makro melintas bebas di area teras.



Gambar 4.16 Peta Kontur Distribusi Kecepatan Angin Kondisi Listrik Padam  
(Sumber : Software Surfer, 2026)

Gambar 4.16 menunjukkan kondisi pada saat listrik padam, ruang interior tetap terkunci pada warna ungu gelap (statis) akibat desain ventilasi atas kubah yang mati permanen. Di area luar, hembusan angin aktif ditunjukkan oleh kontur kuning-jingga di teras barat, namun aliran angin tersebut belum mampu mengalir ke dalam

ruangan akibat selubung bangunan yang tertutup rapat, sementara barisan vegetasi di sisi kanan terlihat sedikit membelokkan laju arah angin di sekitar tapak.

Desain ventilasi mati menyebabkan aliran angin eksterior yang kencang (rata-rata 1,70 m/s di teras) hanya berputar di luar dan tertahan di selasar. Kondisi tanpa sirkulasi inilah yang menyebabkan radiasi panas matahari menjadi terakumulasi di dalam bangunan saat listrik padam. Kecepatan udara yang sangat rendah menyebabkan perpindahan panas tubuh melalui konveksi menjadi kurang efektif sehingga kenyamanan termal menurun.

#### 4.5.4 Faktor Personal Pengguna

SNI menetapkan bahwa nilai insulasi total tidak diambil dari penjumlahan langsung, melainkan melalui rumus koreksi untuk memperhitungkan lapisan udara antar pakaian. Insulasi termal bahan pakaian yang dipakai dinyatakan dalam clo (clothing), yaitu 1 clo = 0,155 m<sup>2</sup> K/W. Untuk menghitung seluruh Clo dari pakaian yang dipakai, dipakai rumus (SNI 03-6572-, 2001) :

$$\text{Clo (Pria)} = 0,727 \cdot \sum I_{clu} + 0,113$$

$$\text{Clo (wanita)} = 0,770 \cdot \sum I_{clu} + 0,05$$

Berikut total nilai insulasi pada pakaian yang digunakan oleh pengguna Masjid Fathun Qarib.

**Tabel 4.9** Nilai Insulasi Pakaian Pria

| No                                    | Jenis Pakaian Pria    | Clo         |
|---------------------------------------|-----------------------|-------------|
| 1                                     | Celana dalam          | 0.03        |
| 2                                     | Singlet               | 0.04        |
| 3                                     | Kemeja lengan panjang | 0.25        |
| 4                                     | Celana panjang normal | 0.25        |
| 5                                     | Kaos kaki             | 0.02        |
| <b>Jumlah Nilai Clo (<i>Iclu</i>)</b> |                       | <b>0.59</b> |

(Analisa Penulis, 2026)

Dari data yang dihasilkan pada tabel diatas maka perhitungan nilai insulasi pada pakaian yang dikenakan pengguna pria yaitu :

$$I_{cl} = 0,727 \cdot \sum I_{clu} + 0,113$$

$$I_{cl} = 0,727 \cdot 0,59 + 0,113 = 0,54 \text{ Clo}$$

Maka, total nilai insulasi pakaian yang dihasilkan adalah 0,54 Clo.

**Tabel 4.10** Nilai Insulasi Pakaian Wanita

| No                                             | Jenis Pakaian Wanita    | Clo         |
|------------------------------------------------|-------------------------|-------------|
| 1                                              | Celana dalam            | 0.03        |
| 2                                              | Bra                     | 0.01        |
| 3                                              | Singlet                 | 0.04        |
| 4                                              | Rok tebal               | 0.25        |
| 5                                              | Kemeja lengan panjang   | 0.25        |
| 6                                              | Hijab tebal panjang     | 0.1         |
| 7                                              | Hijab standar           | 0.05        |
| 8                                              | Kaos kaki tebal panjang | 0.1         |
| <b>Jumlah Nilai Clo (<math>I_{clu}</math>)</b> |                         | <b>0.83</b> |

(Analisa Penulis, 2026)

Dari data yang dihasilkan pada tabel diatas maka perhitungan nilai insulasi pada pakaian yang dikenakan pengguna wanita yaitu :

$$I_{cl} = 0,770 \cdot \sum I_{clu} + 0,05$$

$$I_{cl} = 0,770 \cdot 0,83 + 0,05 = 0,68 \text{ Clo}$$

Maka, total nilai insulasi pakaian yang dihasilkan adalah 0,68 Clo.

Dari penjabaran diatas maka nilai insulasi yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

**Tabel 4.11** Total Keseluruhan Nilai Clo

| Kategori Pengguna | Total $\sum I_{clu}$ | Nilai $I_{cl}$ |
|-------------------|----------------------|----------------|
| Pria              | 0.59                 | 0.54           |
| Wanita            | 0.83                 | 0.68           |

(Analisa Penulis, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.11, nilai insulasi pakaian (Clo) pengguna dihitung menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI). Hasilnya menunjukkan rata-rata insulasi pengguna pria sebesar 0,54 Clo, sedangkan pengguna wanita lebih tinggi yakni 0,68 Clo. Perbedaan ini wajar terjadi karena pakaian wanita yang lebih berlapis (seperti penggunaan mukena panjang dan hijab) menahan pelepasan panas tubuh lebih banyak dibandingkan setelan kemeja dan celana yang dikenakan pria.

#### 4.5.5 Nilai MET (Metabolic Equivalent of Task)

Hasil data nilai metabolisme yang didapat melalui observasi langsung dengan mengamati jenis aktivitas para pengguna masjid. Berikut hasil observasi MET.

**Tabel 4.12** Nilai Metabolisme Pengguna

| No | Aktivitas | MET |
|----|-----------|-----|
| 1  | Duduk     | 1.0 |
| 2  | Berdiri   | 1.2 |

(Analisa Penulis, 2026)

Tabel 4.12 menunjukkan tingkat metabolisme yang memengaruhi beban panas internal tubuh pengguna masjid. Observasi mencatat dua aktivitas fisik yang dominan, yaitu duduk (1,0 MET) dan berdiri (1,2 MET). Rendahnya angka ini mengonfirmasi bahwa kegiatan atau aktivitas pengguna pada Masjid Fathun Qarib tergolong aktivitas fisik yang ringan. Oleh karena itu, ketidaknyamanan termal atau rasa gerah yang dialami pengguna bersumber dari buruknya iklim mikro bangunan, bukan akibat dari intensitas aktivitas fisik yang berat.

#### 4.5.6 Analisis Nilai PMV dan PPD Berdasarkan Pengukuran Alat

Penentuan tingkat kenyamanan termal sebuah ruangan dapat dianalisis melalui *software CBE Thermal Comfort Tool*. Analisis ini memerlukan input data lapangan berupa suhu, kelembapan, dan kecepatan angin, serta data perilaku berupa tingkat metabolisme (MET) dan nilai clo. Merujuk pada ASHRAE Standard 55 (2017), parameter kenyamanan tercapai apabila nilai *Predicted Mean Vote* (PMV)

berada pada rentang -0,5 hingga +0,5 dengan ambang batas *Predicted Percentage of Dissatisfied* (PPD) maksimal 10%.

#### 1. Evaluasi pada Kondisi Listrik Menyala

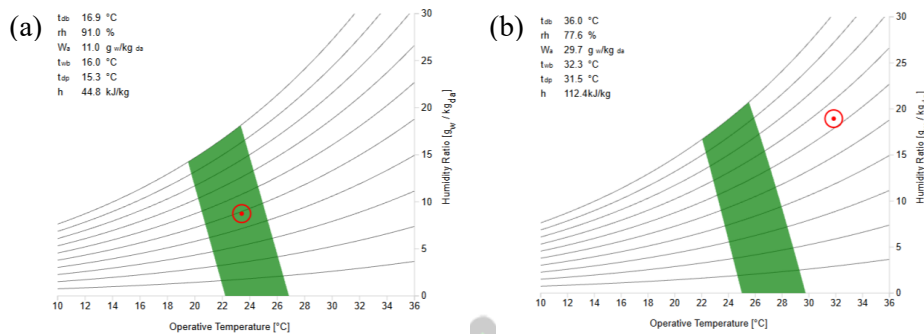
Pengukuran pertama difokuskan pada saat kondisi listrik menyala, di mana sistem pendingin ruangan beroperasi secara aktif. Berdasarkan data pengukuran dan pengamatan lapangan yang dilaksanakan pada rentang pukul 08.00 hingga 17.00 WIB di Masjid Fathun Qarib, diperoleh rata-rata dari masing-masing variabel fisik dan perilaku untuk dikalkulasikan ke dalam *CBE Thermal Comfort Tool*. Adapun rincian parameter yang di input dapat dilihat pada tabel 4.13.

**Tabel 4.13** Rata-Rata Parameter Input PMV Kondisi Listrik Menyala

| Titik   | Temperatur Udara | Kelembapan Udara | Kecepatan Angin | Insulasi Pakaian | Nilai MET   |
|---------|------------------|------------------|-----------------|------------------|-------------|
| Titik 1 | 23.41            | 48.76            | 0.22            | 1.22             | 1.2 dan 1.0 |
| Titik 2 | 31.85            | 63.48            | 1.68            |                  |             |

(Analisa Penulis, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.13, terlihat perbedaan parameter termal yang sangat signifikan antara kedua titik pengamatan akibat intervensi pendingin mekanis. Data parameter tersebut kemudian diproyeksikan ke dalam grafik psikrometrik (*psychrometric chart*) pada perangkat lunak untuk memvisualisasikan posisi titik pengukuran terhadap zona nyaman. Penempatan titik-titik tersebut pada grafik dapat dilihat pada Gambar 4.17.



(a) Simulasi Titik 1 (b) Simulasi Titik 2

Gambar 4.17 Simulasi CBE *Thermal Comfort Tool* Kondisi Listrik Nyala

(Sumber : Analisa Penulis, 2026)

Berdasarkan visualisasi grafik simulasi yang dihasilkan di atas, maka nilai indeks PMV, PPD, dan kategori sensasi termal aktual pada kondisi listrik menyala dapat disimpulkan pada Tabel 4.14 berikut.

**Tabel 4.14** Nilai PMV dan PPD Kondisi Listrik Menyala

| Titik Pengukuran | Sensasi Termal | Nilai PMV   | Nilai PPD    | Status Kenyamanan |
|------------------|----------------|-------------|--------------|-------------------|
| Titik 1          | <i>Neutral</i> | 0.12        | 5%           | Nyaman            |
| Titik 2          | <i>Warm</i>    | 1.86        | 70%          | Tidak Nyaman      |
| <b>Rata-rata</b> |                | <b>0.99</b> | <b>37,5%</b> |                   |

(Analisa Penulis, 2026)

Merujuk pada Tabel 4.14, kondisi termal pada Titik 1 (ruang inti bangunan) menunjukkan kondisi yang optimal dengan memproyeksikan nilai PMV sebesar +0,12. Angka tersebut berada di dalam rentang ideal dan sangat dekat dengan indeks 0 (netral). Kesesuaian ini sejalan dengan prediksi tingkat ketidaknyamanan (PPD) yang rendah, yakni hanya 5%, menunjukkan bahwa sistem AC mampu menciptakan lingkungan yang nyaman bagi pengguna. Sebaliknya, pada Titik 2 (teras luar), kondisi termal mengalami peningkatan beban termal dengan nilai PMV mencapai +1,86. Nilai indeks positif yang mendekati skala +2 ini masuk ke dalam kategori sensasi hangat hingga panas (*warm*), yang tervalidasi oleh melonjaknya tingkat ketidakpuasan pengguna (PPD) eksterior hingga mencapai 70%.

## 2. Evaluasi pada Kondisi Listrik Padam

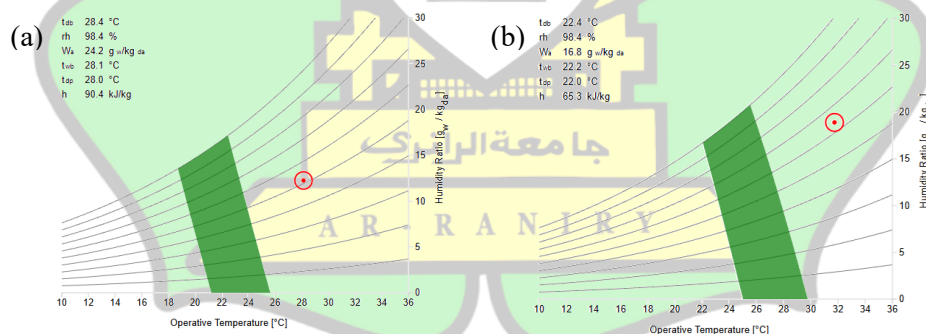
Pengukuran kedua dilakukan pada kondisi listrik padam. Pengukuran dilakukan pada pukul 8.00-17.00 pada saat kondisi listrik padam. Adapun parameter input yang digunakan dalam perhitungan ini adalah sebagai berikut.

**Tabel 4.15** Rata-Rata Parameter Input PMV Kondisi Listrik Padam

| Titik   | Temperatur Udara | Kelembapan Udara | Kecepatan Angin | Insulasi Pakaian | Nilai MET   |
|---------|------------------|------------------|-----------------|------------------|-------------|
| Titik 1 | 28.13            | 51.38            | 2               | 1.22             | 1.2 dan 1.0 |
| Titik 2 | 31.74            | 63.67            | 1.7             |                  |             |

(Analisa Penulis, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.15, tidak adanya intervensi sistem mekanis mengakibatkan kenaikan suhu ruang dalam yang cukup tinggi. Kondisi termal yang kritis ini tervisualisasi dengan jelas melalui pergeseran titik koordinat yang keluar dari zona nyaman hijau pada grafik psikrometrik CBE Tool, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.18.



(a) Simulasi Titik 1 (b) Simulasi Titik 2

Gambar 4.18 Simulasi CBE Thermal Comfort Tool Kondisi Listrik Padam

(Sumber : Analisa Penulis, 2026)

Berdasarkan visualisasi grafik yang dihasilkan di atas, maka nilai indeks PMV, PPD, dan kategori sensasi termal dapat disimpulkan sebagai berikut :

**Tabel 4.16** Nilai PMV dan PPD Kondisi Listrik Padam

| Titik Pengukuran | Sensasi Termal | Nilai PMV   | Nilai PPD  |
|------------------|----------------|-------------|------------|
| Titik 1          | <i>Warm</i>    | 1.58        | 55%        |
| Titik 2          | <i>Warm</i>    | 1.83        | 69%        |
| <b>Rata-rata</b> |                | <b>1.71</b> | <b>62%</b> |

(Analisa Penulis, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.16, menunjukkan bahwa strategi pasif yang diterapkan belum mampu mempertahankan kenyamanan termal ketika pendingin mekanis tidak beroperasi.. Hal ini ditandai dengan melonjaknya nilai PMV Titik 1 menjadi +1,58 (PPD 55%) dan Titik 2 menjadi +1,83 (PPD 69%), yang keduanya berstatus "hangat" dan melampaui batas toleransi. Kegagalan ini berakar dari desain jendela dan ventilasi kubah yang terpasang mati, sehingga menghambat sirkulasi udara alami (0,002 m/s). Kondisi udara yang statis tersebut menjebak radiasi panas dan kelembapan di bawah plafon, menciptakan lingkungan interior yang cenderung pengap dan tidak nyaman bagi pengguna. Peningkatan nilai PMV dipengaruhi oleh kombinasi suhu yang lebih tinggi, kelembapan yang meningkat, dan kecepatan udara yang menurun.

#### **4.6 Pengukuran Elemen Bangunan**

Pengukuran performa termal dilakukan secara sistematis dan terukur terhadap berbagai macam komponen fisik penyusun selubung bangunan, yaitu dinding, plafon, lantai, dan berbagai bukaan. Elemen bukaan yang dievaluasi dalam penelitian ini mencakup keseluruhan dimensi kaca jendela, daun pintu utama, serta lubang ventilasi. Pengukuran menyeluruh ini sangat penting untuk melacak jalur utama perambatan bahang panas radiasi matahari ke dalam ruangan.

Agar mendapatkan data komparatif yang akurat, prosedur pengukuran elemen fisik ini dilakukan secara bersamaan pada area interior dan eksterior. Perbandingan suhu permukaan luar dan dalam digunakan untuk mengevaluasi kapasitas pelepasan panas dari material bangunan. Hal ini memungkinkan analisis efektivitas selubung bangunan secara lebih ilmiah.

#### 4.6.1 Elemen Dinding

Dinding berfungsi sebagai selubung vertikal utama yang menahan paparan termal eksterior. Intensitas panas yang diserap dinding sangat bergantung pada orientasi fasad terhadap lintasan matahari. Perbandingan fluktuasi suhu antara permukaan dinding bagian luar dan dalam Masjid Fathun Qarib disajikan pada Tabel 4.17 berikut.

**Tabel 4.17** Rekapitulasi Data Pengukuran Elemen Dinding

| Pengukuran Elemen Dinding (°C) |               |               |              |
|--------------------------------|---------------|---------------|--------------|
| No                             | Tanggal       | Dinding Dalam | Dinding Luar |
| 1                              | 10 April 2026 | 23.4          | 30.6         |
| 2                              | 11 April 2026 | 22.4          | 32.8         |
| 3                              | 12 April 2026 | 22.1          | 32.2         |
| 4                              | 13 April 2026 | 23            | 31           |
| 5                              | 14 April 2026 | 24.2          | 31.8         |
| 6                              | 15 April 2026 | 23            | 32.6         |
| 7                              | 16 April 2026 | 24.4          | 33           |
| Rata-rata                      |               | 23.21         | 32           |

*(Analisa Penulis, 2026)*

Data menunjukkan dinding luar menyerap panas lingkungan hingga mencapai suhu rata-rata 32°C, sementara suhu dinding dalam mampu ditekan di angka 23,21°C. Untuk meredam tingginya beban termal pada dinding eksterior tersebut, keberadaan vegetasi peneduh sangat dibutuhkan.

#### 4.6.2 Elemen Plafon

Elemen plafon merespons langsung pelepasan kalor dari penutup atap seng. Karena konduktivitas termal seng sangat tinggi, radiasi matahari siang terakumulasi dengan cepat. Laju rambatan panas dari atap ke plafon dapat dilihat pada Tabel 4.18.

**Tabel 4.18** Rekapitulasi Data Pengukuran Elemen Plafon

| Pengukuran Elemen Plafon (°C) |               |              |              |
|-------------------------------|---------------|--------------|--------------|
| No                            | Tanggal       | Plafon Dalam | Plafon Luar  |
| 1                             | 10 April 2026 | 28.6         | 34.4         |
| 2                             | 11 April 2026 | 27.8         | 35.8         |
| 3                             | 12 April 2026 | 28           | 35.6         |
| 4                             | 13 April 2026 | 28.4         | 35.6         |
| 5                             | 14 April 2026 | 32.4         | 36           |
| 6                             | 15 April 2026 | 30.2         | 36.8         |
| 7                             | 16 April 2026 | 33           | 37.2         |
| <b>Rata-rata</b>              |               | <b>29.77</b> | <b>35.91</b> |

(Analisa Penulis, 2026)

Rekapitulasi termal memperlihatkan suhu plafon luar mencapai suhu tertinggi (35,91°C). Rambatan bahang dari penutup seng tersebut menembus ke dalam dengan jumlah yang cukup besar, memaksa plafon interior mencatat suhu tertinggi dibandingkan elemen dalam lainnya, yakni 29,77°C. Tidak adanya insulasi atap yang memadai mengubah plafon menjadi radiator sekunder yang terus-menerus memancarkan hawa gerah ke arah ruang utama masjid. Hal ini terjadi karena panas dari atap seng diteruskan ke plafon melalui konduksi dan dipancarkan kembali ke ruang melalui radiasi.

#### 4.6.3 Elemen Lantai

Dalam bangunan masjid, elemen lantai bersentuhan langsung dengan fisik pengguna saat beraktivitas, sehingga suhunya sangat menentukan kenyamanan termal lokal. Perbandingan suhu antara pelat lantai eksterior yang terekspos cuaca dan lantai interior yang ternaungi disajikan pada Tabel 4.19 berikut.

**Tabel 4.19** Rekapitulasi Data Pengukuran Elemen Lantai

| Pengukuran Elemen Lantai (°C) |               |              |             |
|-------------------------------|---------------|--------------|-------------|
| No                            | Tanggal       | Lantai Dalam | Lantai Luar |
| 1                             | 10 April 2026 | 23           | 31          |
| 2                             | 11 April 2026 | 21.8         | 32          |
| 3                             | 12 April 2026 | 21.4         | 31.4        |

|                  |               |           |             |
|------------------|---------------|-----------|-------------|
| 4                | 13 April 2026 | 22        | 30.9        |
| 5                | 14 April 2026 | 23        | 31.6        |
| 6                | 15 April 2026 | 22.8      | 31.9        |
| 7                | 16 April 2026 | 24        | 32.4        |
| <b>Rata-rata</b> |               | <b>23</b> | <b>31.6</b> |

(Analisa Penulis, 2026)

Data menunjukkan bahwa material lantai luar menyerap panas hingga mencapai 31,6°C. Sebaliknya, lantai interior menjadi elemen tersejuk di dalam masjid dengan suhu konstan 23°C. Kondisi yang stabil ini membuat lantai berfungsi efektif sebagai pembuang panas (*heat sink*). Lantai secara aktif menetralkan radiasi panas dari tubuh pengguna melalui konduksi, sehingga memberikan sensasi sejuk yang meringankan beban termal pengguna. Suhu lantai yang lebih rendah membantu menyerap panas tubuh melalui konduksi sehingga memberikan sensasi lebih sejuk.

#### 4.6.4 Elemen Bukaannya

Pada elemen bukaan dilakukan pengukuran pada 3 bukaan Masjid Fathun Qarib yaitu Jendela, Pintu, dan Ventilasi. Rekapitulasi data dari ketiga bukaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.20 berikut ini.

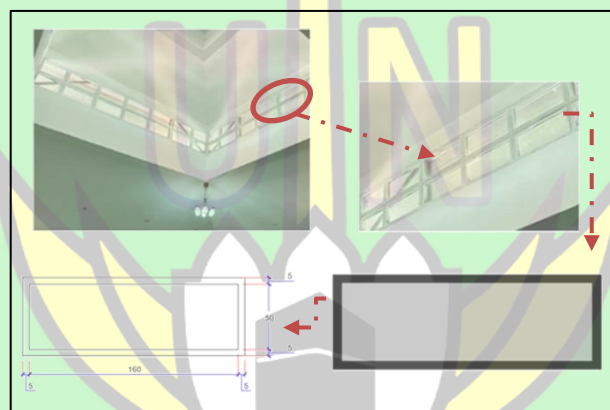
**Tabel 4.20** Rekapitulasi Data Pengukuran Elemen Bukaan

| No               | Tanggal       | Jendela (°C) | Pintu (°C)  | Ventilasi (°C) |
|------------------|---------------|--------------|-------------|----------------|
| 1                | 10 April 2026 | 24.4         | 25.2        | 24             |
| 2                | 11 April 2026 | 20.6         | 21          | 20.4           |
| 3                | 12 April 2026 | 18           | 20.8        | 18             |
| 4                | 13 April 2026 | 24           | 22          | 23.9           |
| 5                | 14 April 2026 | 25           | 24.5        | 25             |
| 6                | 15 April 2026 | 24.6         | 25          | 24.5           |
| 7                | 16 April 2026 | 25.2         | 25.4        | 25.2           |
| <b>Rata-rata</b> |               | <b>23.1</b>  | <b>23.4</b> | <b>23</b>      |

(Analisa Penulis, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.20, elemen bukaan yang meliputi jendela, pintu, dan ventilasi mencatatkan suhu permukaan yang seragam dan sejuk, dengan rata-rata masing-masing sebesar 23,1°C, 23,4°C, dan 23°C. Suhu rendah yang stabil ini terjadi karena material permukaan mengikuti udara dingin dari sistem pendingin di dalam ruang inti. Namun, secara teknis kondisi jendela dan ventilasi yang tertutup secara permanen telah menghambat sirkulasi udara alami. Secara teori, *stack effect* memungkinkan udara panas keluar melalui bukaan atas. Namun, ventilasi yang tertutup menyebabkan proses tersebut tidak terjadi.

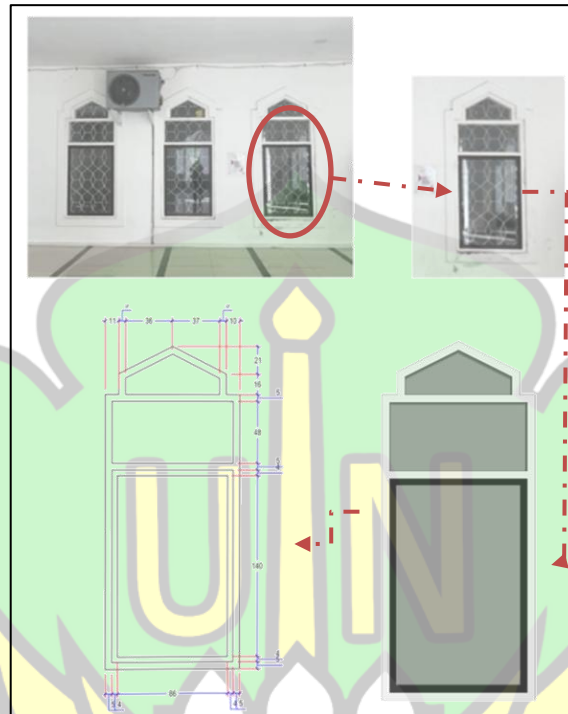
Adapun Kondisi Jendela dan Ventilasi pada bangunan Masjid Fathun Qarib dapat dilihat pada Gambar 4.19 dan Gambar 4.20 berikut ini :



Gambar 4.19 Detail Ventilasi Bangunan  
(Sumber : Analisa Penulis, 2026)

Pada Gambar 4.19 di atas menunjukkan *clerestory window*, yaitu deretan jendela di area atas bangunan yang dirancang untuk mengoptimalkan pencahayaan dan sirkulasi udara alami pada Masjid Fathun Qarib. Secara teori, bukaan tinggi ini berfungsi vital untuk melepaskan udara panas yang bergerak naik ke plafon (*stack effect*). Namun, fakta di lapangan menunjukkan bahwa deretan *clerestory window* tersebut hanya difungsikan sebagai kaca mati yang terpasang dalam kondisi tertutup permanen. Tidak adanya ventilasi memicu terperangkapnya suhu panas dari luar maupun hawa panas dari aktivitas tubuh pengguna di dalam ruangan. Akibatnya,

saat terjadi pemadaman listrik, ruangan menjadi lebih pengap karena hilangnya akses pembuangan udara panas secara alami.



Gambar 4.20 Detail Jendela Bangunan  
(Sumber : Analisa Penulis, 2026)

Pada Gambar 4.20 di atas menampilkan spesifikasi material kaca dan posisi jendela pada selubung bangunan masjid. Desain jendela ini sebenarnya ditujukan agar dapat dibuka-tutup guna menciptakan sirkulasi udara silang (cross ventilation) yang dapat menyegarkan ruang dalam. Pada kenyataannya, jendela kaca ini dibiarkan tertutup rapat setiap waktu demi memaksimalkan kinerja pendingin ruangan buatan (AC). Masalah utama terjadi saat pendingin ruangan padam, material kaca yang tertutup memicu efek rumah kaca yang menyebabkan panas cenderung terakumulasi sehingga sirkulasi udara terhenti dan mengganggu kenyamanan pengguna. Kondisi ini juga menghambat ventilasi silang sehingga panas yang masuk ke dalam ruang sulit dikeluarkan kembali.

#### 4.7 Analisis Persepsi Subjektif Berdasarkan Kuesioner

Evaluasi kenyamanan termal subjektif dilakukan dengan membagikan kuesioner kepada 99 responden pengguna aktif Masjid Fathun Qarib. Pendekatan ini bertujuan mengukur sensasi termal (TSV) yang dirasakan langsung oleh tubuh pengguna di lapangan. Data lapangan tersebut kemudian ditabulasi menggunakan *Software Microsoft Excel* untuk mempermudah perhitungan statistik parameternya.

Pengolahan data menerapkan formula logika matematika "*COUNTIFS*" untuk kondisi pendingin menyala dan "*COUNTIF*" untuk kondisi listrik padam. Berdasarkan kalkulasi tersebut, akumulasi jawaban di luar zona nyaman dihitung untuk menentukan persentase ketidakpuasan pengguna (PPD). Penjabaran detail mengenai perbandingan tingkat ketidaknyamanan termal dianalisis pada subbab berikut.

##### 4.7.1 Analisis TSV (*Thermal Sensation Vote*) Pengguna Berdasarkan Data Kuesioner

Analisis TSV (*Thermal Sensation Vote*) digunakan untuk mengetahui rata-rata sensasi termal aktual yang dirasakan oleh 99 responden di lapangan. Penilaian ini menggunakan skala kenyamanan ASHRAE, bergerak dari angka -3 (sangat dingin) hingga +3 (sangat panas). Skor TSV yang dihasilkan dari kuesioner ini merupakan representasi kuantitatif langsung dari pengalaman pengguna (*User Experience*) secara psikologis dan fisiologis terhadap ruang arsitektural masjid.

**Tabel 4.21** Data TSV Kondisi Listrik Menyala

| Interpretasi     | Responden | Kategori Sensasi | TSV          |     |
|------------------|-----------|------------------|--------------|-----|
| Sangat dingin    | 14        | -3               | 14 x -3      | -42 |
| Dingin           | 41        | -2               | 41 x -2      | -82 |
| Panas            | 4         | 2                | 4 x 2        | 8   |
| Sangat panas     | 0         | 3                | 0 x 3        | 0   |
| Sisa Responden   | 40        | 0                | 40 x 0       | 0   |
| <b>Total TSV</b> |           |                  | <b>-1.17</b> |     |

(Sumber: Hasil Kuesioner, 2026)

Adapun penjabaran data TSV (*Thermal Sensation Vote*) pada kondisi listrik menyala yaitu sebagai berikut :

$$TSV = \frac{(-42 + (-82) + 8 + 0 + 0)}{99 \text{ (Total Responden)}} = \frac{-116}{99} = -1.17$$

Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh nilai rata-rata TSV sebesar -1,17. Angka ini mengonfirmasi bahwa sensasi termal ruangan tidak berada di titik netral, melainkan masuk ke dalam kategori "Sedikit Dingin" hingga "Dingin". Hal ini mengindikasikan terjadinya fenomena *overcooling* di mana pengguna merasa kedinginan akibat pengaturan suhu AC yang terlalu rendah atau paparan hembusan angin langsung ke tubuh.

**Tabel 4.22** Data TSV Kondisi Listrik Padam

| Interpretasi   | Responden | Kategori Sensasi | TSV     |             |
|----------------|-----------|------------------|---------|-------------|
| Sangat dingin  | 1         | -3               | 1 x -3  | -3          |
| Dingin         | 18        | -2               | 18 x -2 | -36         |
| Panas          | 21        | 2                | 21 x 2  | 42          |
| Sangat panas   | 11        | 3                | 11 x 3  | 33          |
| Sisa Responden | 48        | 0                | 48 x 0  | 0           |
| <b>Total</b>   |           |                  |         | <b>0.36</b> |

(Sumber: Hasil Kuesioner, 2026)

Adapun penjabaran data TSV (*Thermal Sensation Vote*) pada kondisi listrik padam yaitu sebagai berikut :

$$TSV = \frac{(-3 + (-36) + 42 + 33 + 0)}{99 \text{ (Total Responden)}} = \frac{36}{99} = 0.36$$

Perhitungan pada kondisi listrik padam menghasilkan nilai TSV sebesar 0,36. Nilai ini menempatkan persepsi responden pada rentang "Netral" yang cenderung "Sedikit Hangat". Angka ini membuktikan bahwa meskipun tanpa bantuan AC, pengguna mampu beradaptasi dengan baik terhadap kenaikan suhu alami ruang,

sehingga mayoritas dari mereka masih mempersepsikan kondisi tersebut dalam batas yang dapat diterima.

#### 4.7.2 Analisis Tingkat Ketidakpuasan Pengguna

Analisis persepsi subjektif dilakukan terhadap 99 responden untuk mengetahui tingkat ketidaknyamanan pada dua kondisi operasional, yaitu saat listrik menyala dan saat listrik padam.

##### 1. Kondisi Listrik Menyala

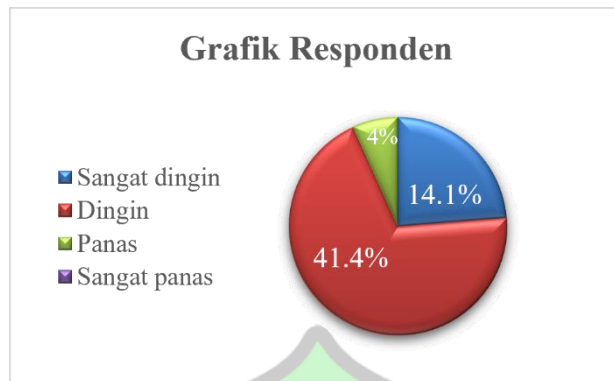
Pada kondisi listrik menyala, penyaringan data menggunakan formula “*COUNTIFS*” diterapkan dengan mengunci jawaban "nyala" pada pertanyaan "Kondisi Listrik Saat ini". Selanjutnya, data disaring berdasarkan pertanyaan "Bagaimana sensasi suhu udara yang Anda rasakan di dalam ruangan masjid saat ini?", dengan menghitung jumlah responden yang memilih skala di luar batas netral, yaitu "sangat dingin" (skala -3), "dingin" (skala -2), "panas" (skala +2), dan "sangat panas" (skala +3). Hasil distribusi jawaban responden dapat dilihat pada Tabel 4.23 dan Gambar 4.21.

**Tabel 4.23** Distribusi Jawaban Responden Kondisi Listrik Menyala

| Kategori Sensasi | Interpretasi  | Jumlah Responden | Persentase |
|------------------|---------------|------------------|------------|
| -3               | Sangat dingin | 14               | 14.1%      |
| -2               | Dingin        | 41               | 41.40%     |
| 2                | Panas         | 4                | 4%         |
| 3                | Sangat panas  | 0                | 0%         |
| Total Jawaban    |               | 59               | 59.6%      |

(Sumber: Hasil Kuesioner, 2026)

Guna memberikan gambaran visual yang lebih deskriptif mengenai proporsi persentase tingkat ketidakpuasan pengguna pada kondisi operasional normal ini, data frekuensi di atas kemudian dikonversi ke dalam diagram lingkaran (*pie chart*) pada Gambar 4.21 berikut.



Gambar 4.21 Grafik Persentase Ketidakpuasan Pengguna Kondisi Listrik Menyala  
(Sumber : Microsoft Excel, 2026)

Hasil formula “*COUNTIFS*” tersebut merekam tingkat ketidakpuasan aktual yang sangat tinggi mencapai 59,6%. Keluhan ini didominasi mutlak oleh pengguna yang kedinginan, yaitu pada skala sangat dingin (14,1%) dan dingin (41,40%). Hal ini mengonfirmasi adanya fenomena pendinginan berlebih (*overcooling*) akibat temperatur pendingin ruangan yang disetel terlalu rendah bagi metabolisme lokal atau hembusan angin yang mengenai tubuh pengguna secara langsung.

## 2. Kondisi Listrik Padam

Pada kondisi listrik padam, pengolahan frekuensi indikator ketidaknyamanan menggunakan formula “*COUNTIF*”. Data ini difokuskan secara spesifik pada jumlah responden yang memilih opsi di luar batas kenyamanan standar ASHRAE pada pertanyaan “Bagaimana kondisi kenyamanan termal yang Anda rasakan saat berada di dalam masjid pada kondisi cuaca panas dan fasilitas pendingin tidak dinyalakan?”, yaitu jawaban sedikit tidak nyaman, cukup tidak nyaman, dan sangat tidak nyaman. Hasil distribusi jawaban responden dapat dilihat pada Tabel 4.24 dan Gambar 4.22.

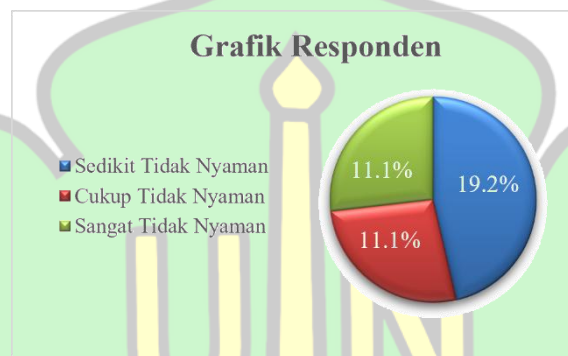
**Tabel 4.24** Distribusi Jawaban Responden Kondisi Listrik Padam

| Kategori Sensasi     | Listrik Padam | PPD   |
|----------------------|---------------|-------|
| Sedikit Tidak Nyaman | 19            | 19,2% |

|                     |    |       |
|---------------------|----|-------|
| Cukup Tidak Nyaman  | 11 | 11,1% |
| Sangat Tidak Nyaman | 11 | 11,1% |
| Total               | 41 | 41.4% |

(Sumber: Hasil Kuesioner, 2026)

Untuk memvisualisasikan proporsi persentase tingkat ketidakpuasan tersebut, data frekuensi ini dikonversi menjadi diagram lingkaran pada Gambar 4.22 berikut.



Gambar 4.22 Grafik Persentase Ketidakpuasan Pengguna Kondisi Listrik Padam  
(Sumber : Microsoft Excel, 2026)

Akumulasi menggunakan formula “*COUNTIF*” tersebut menghasilkan total tingkat ketidakpuasan sebesar 41,4%. Hal ini membuktikan secara kuantitatif bahwa terputusnya daya listrik langsung menyebabkan ruang ibadah gagal membuang kalor, sehingga memicu penumpukan hawa hangat dan sensasi pengap yang membebani kenyamanan fisiologis hampir separuh pengguna bangunan.

#### 4.8 Komparasi Hasil PMV - PPD Alat dengan TSV - Tingkat Ketidakpuasan Responden

Dalam membandingkan tingkat kenyamanan, sangat penting untuk memahami perbedaan mendasar antara data objektif alat ukur dan data subjektif kuesioner. Nilai PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*) yang dihitung oleh alat hanyalah sebuah prediksi mengenai berapa persen pengguna yang mungkin tidak nyaman. Sebaliknya, persentase ketidakpuasan dari kuesioner adalah fakta aktual (nyata) yang dirasakan oleh pengguna di lapangan.

**Tabel 4.25** Nilai PMV dan PPD Alat

| Kondisi         | Kategori Sensasi | Nilai PMV (Titik 1) | Nilai PPD (Titik 1) |
|-----------------|------------------|---------------------|---------------------|
| Listrik Menyala | Netral           | 0.12                | 5%                  |
| Listrik Padam   | Hangat           | 1.58                | 55%                 |

(Sumber : Hasil Kuesioner, 2026)

Tabel 4.25 menunjukkan prediksi kenyamanan termal (PMV dan PPD) secara spesifik pada ruang inti bangunan (Titik 1). Saat listrik menyala, kondisi ruang diprediksi mendekati netral (PMV 0,12) dengan tingkat ketidakpuasan rendah (PPD 5%). Sebaliknya, saat listrik padam, suhu diprediksi meningkat ke kategori hangat (PMV 1,58) dengan lonjakan tingkat ketidakpuasan mencapai 55%. Analisis data objektif difokuskan murni pada Titik 1 karena seluruh responden beraktivitas dan mengisi kuesioner di dalam ruang ibadah utama. Syarat utama korelasi kenyamanan termal adalah kesamaan zona paparan antara instrumen ukur dan manusia.

**Tabel 4.26** Nilai TSV dan Ketidakpuasan Pengguna Berdasarkan Kuesioner

| Kondisi         | Kategori Sensasi | Nilai TSV | Nilai Ketidakpuasan Pengguna |
|-----------------|------------------|-----------|------------------------------|
| Listrik Menyala | Sedikit Dingin   | -1.17     | 59.60%                       |
| Listrik Padam   | Netral           | 0.36      | 41.40%                       |

(Sumber : Hasil Kuesioner, 2026)

Tabel 4.26 memperlihatkan fakta lapangan yang berbeda dengan prediksi instrumen ukur. Kondisi listrik menyala menghasilkan nilai TSV -1,17, yang berarti pengguna merasakan hawa sedikit dingin. Sensasi yang tidak ideal bagi pengguna ini mendorong angka ketidakpuasan naik hingga 59,60%. Ironisnya, ketika listrik padam, persepsi termal pengguna justru membaik ke arah netral dengan nilai TSV 0,36, sehingga persentase ketidakpuasan pun menyusut menjadi 41,40%.

**Tabel 4.27** Komparasi dan Selisih Parameter Kenyamanan Termal

| Data                         | Listrik Menyala | Listrik Padam |
|------------------------------|-----------------|---------------|
| Nilai PMV (Titik 1)          | 0.12            | 1.58          |
| Nilai TSV                    | -1.17           | 0.36          |
| <b>Selisih Nilai</b>         | <b>1.29</b>     | <b>1.22</b>   |
| Nilai PPD (Titik 1)          | 5.00%           | 55%           |
| Nilai Ketidakpuasan Pengguna | 59.60%          | 41.40%        |
| <b>Selisih Nilai</b>         | <b>-54.60%</b>  | <b>13.60%</b> |

(Sumber : Microsoft Excel, 2026)

Tabel 4.27 menunjukkan deviasi (simpangan) yang ekstrem antara prediksi instrumen dan realita lapangan. Saat listrik menyala, alat memprediksi kondisi ruangan sangat nyaman dengan PMV 0,12 dan PPD 5%, namun kenyataannya pengguna merasa sedikit dingin dan sangat tidak puas dengan nilai TSV -1,17 dan ketidakpuasan 59,60%. Kondisi ini menghasilkan angka deviasi sebesar 1,29 pada nilai indeks (selisih antara PMV dan TSV) serta deviasi sebesar 54,60% pada tingkat ketidakpuasan (selisih antara PPD dan ketidakpuasan aktual).

Sebaliknya, saat listrik padam, alat memprediksi kondisi panas ekstrem dengan nilai PMV 1,58 dan PPD 55%, namun pengguna hanya merasa sedikit hangat dan lebih dapat mentolerir kondisi tersebut karena nilai TSV berada pada angka 0,36 dan ketidakpuasan 41,40%. Hal ini menunjukkan angka deviasi yang lebih rendah, yaitu sebesar 1,22 pada nilai indeks dan deviasi sebesar 13,60% pada tingkat ketidakpuasan. Kesenjangan ini mengonfirmasi bahwa standar termal internasional gagal memprediksi profil kenyamanan pengguna lokal yang sudah terbiasa dengan iklim tropis.

#### 4.9 Korelasi Data Objektif Alat dengan Persepsi Subjektif Pengguna

Analisis pada bagian ini berfokus pada hubungan korelasi antara hasil prediksi teoretis dari alat ukur (*CBE Thermal Comfort Tool*) dengan persepsi aktual yang dirasakan oleh pengguna di lapangan. Untuk membuktikan signifikansi

hubungan tersebut, kedua variasi data objektif dan subjektif diuji secara statistik menggunakan grafik linearitas. Pengujian statistik ini sangat penting untuk menilai tingkat akurasi pemodelan kenyamanan termal teoritis terhadap kondisi riil fisik manusia.

Melalui grafik linearitas tersebut, arah tren prediksi alat dapat dievaluasi sejauh mana kesesuaiannya dengan adaptasi nyata pengguna di dalam ruang masjid. Fenomena penyesuaian termal alami di lingkungan iklim tropis ini sering kali memicu perbedaan antara kalkulasi matematis alat dengan sensasi aktual di lapangan. Hasil analisis korelasi ini nantinya akan menunjukkan tingkat keandalan instrumen standar tersebut saat diimplementasikan pada objek penelitian ini.

#### 4.9.1 Korelasi Sensasi Termal PMV dengan TSV

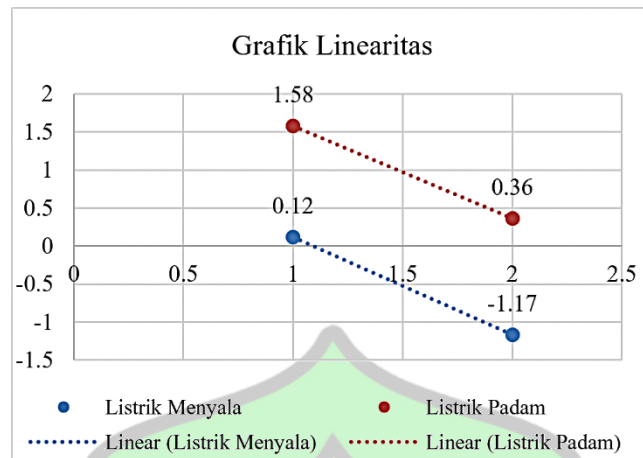
Untuk mengukur akurasi prediksi sensasi suhu, dilakukan pemetaan data spesifik pada ruang inti bangunan (Titik 1) sebagai zona utama aktivitas pengguna. Berikut adalah perbandingan klasifikasi sensasi termalnya.

**Tabel 4.28** Nilai PMV dan TSV

| Kondisi         | Sumbu X<br>(Alat) | Kategori<br>Sensasi | Sumbu Y<br>(Kuesioner) | Kategori<br>Sensasi |
|-----------------|-------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| Listrik Menyala | 0.12              | Netral              | -1.17                  | Sedikit Dingin      |
| Listrik Padam   | 1.58              | Hangat              | 0.36                   | Sedikit Hangat      |

(Sumber : Microsoft Excel, 2026)

Tabel 4.28 mengekstraksi data parameter suhu untuk dipetakan ke dalam grafik. Nilai PMV dari alat diposisikan sebagai prediksi objektif (Sumbu X), sedangkan nilai TSV dari kuesioner diposisikan sebagai respons aktual pengguna (Sumbu Y).



Gambar 4.23 Grafik Linearitas PMV Alat dan TSV Kuesioner  
(Sumber : Microsoft Excel, 2026)

Grafik linearitas menunjukkan korelasi negatif yang ditandai oleh garis trendline yang menurun dari kiri atas ke kanan bawah, mengindikasikan bahwa peningkatan variabel kondisi termal diikuti oleh penurunan nilai sensasi yang dirasakan. Pada kondisi listrik menyala, data pada koordinat 0,12 dan -1,17 menunjukkan fenomena *overcooling*, di mana pengguna merasakan kondisi yang sedikit lebih dingin dibandingkan prediksi netral dari alat.

Sebaliknya, saat listrik padam, koordinat 1,58 dan 0,36 memperlihatkan bahwa peningkatan suhu yang diprediksi ekstrem oleh alat direspons oleh pengguna dengan sensasi panas yang jauh lebih moderat. Perbedaan nilai yang konsisten antara PMV dan TSV ini membuktikan bahwa standar prediksi termal internasional belum sepenuhnya mampu merepresentasikan kapasitas adaptasi termal masyarakat lokal di iklim tropis.

#### 4.9.2 Korelasi Tingkat PPD Alat dan Ketidakpuasan Pengguna

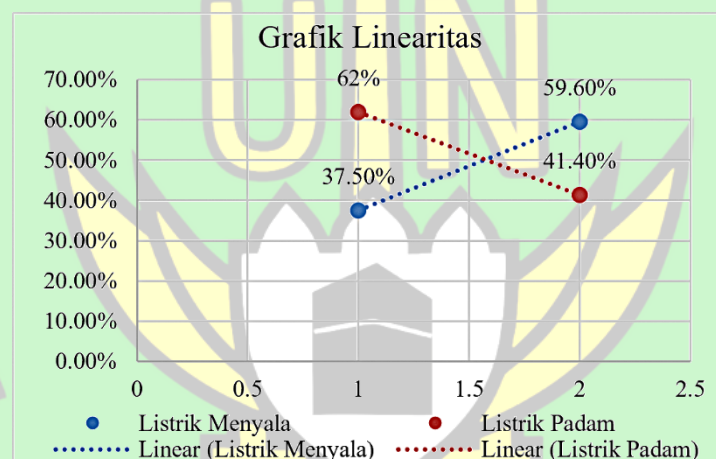
Analisis selanjutnya memetakan hubungan antara prediksi probabilitas ketidakpuasan (*Predicted Percentage of Dissatisfied*) dengan keluhan aktual pengguna.

**Tabel 4.29** Nilai PPD Alat dan Kuesioner

| Kondisi         | Sumbu X<br>(Alat) | Sumbu Y<br>(Kuesioner) |
|-----------------|-------------------|------------------------|
| Listrik Menyala | 5.00%             | 59.60%                 |
| Listrik Padam   | 55.00%            | 41.40%                 |

(Sumber : Microsoft Excel, 2026)

Tabel 4.29 difokuskan secara khusus pada ekstraksi data persentase keluhan termal. Nilai PPD tebakan dari alat ukur diletakkan pada Sumbu X, sementara persentase tingkat ketidakpuasan faktual pengguna dari kuesioner diletakkan pada Sumbu Y untuk dievaluasi korelasi arahnya secara visual.



**Gambar 4.24** Grafik Linearitas PPD

(Sumber : Microsoft Excel, 2026)

Grafik linearitas tingkat ketidakpuasan menunjukkan pola hubungan yang bertolak belakang antara kedua kondisi. Pada situasi listrik menyala (garis biru), tren bergerak positif (menanjak) di mana ketidakpuasan pengguna meningkat dari 37.50% menjadi 59.60% akibat ketidaknyamanan dari fenomena *overcooling* (udara dingin mekanis berlebih).

Sebaliknya, saat listrik padam (garis merah), tren menunjukkan korelasi negatif (menurun) dengan penurunan keluhan dari 62% menjadi 41.40%. Pola persilangan ini mengindikasikan adanya kecenderungan adaptasi termal pengguna

terhadap kondisi iklim tropis dibandingkan paparan udara dingin buatan, sehingga preferensi termal lokal tidak dapat disamaratakan oleh model prediksi konvensional.

#### 4.10 Kontribusi Strategi Desain Arsitektur Terhadap Kenyamanan

##### Termal Masjid

Berdasarkan evaluasi teori dan observasi lapangan, ditemukan adanya kesenjangan antara potensi desain arsitektur dan kinerja aktual bangunan dalam merespons iklim tropis. Bentuk atap bertingkat secara teoritis berpotensi mendukung pelepasan udara panas melalui *stack effect*, namun fungsi *clerestory window* yang belum optimal karena kaca mati yang tidak dapat dibuka. Kondisi ini membatasi ventilasi alami dan pelepasan udara panas, sehingga potensi desain pasif belum sepenuhnya tercapai. Berikut merupakan penjabaran kontribusi masing-masing strategi desain arsitektur terhadap kondisi iklim mikro di dalam masjid.

1. Orientasi Massa Bangunan dan Pemanfaatan Lanskap (Vegetasi)

Sisi barat laut dan barat daya bangunan menerima beban termal radiasi matahari yang tinggi akibat minimnya peneduh. Sebaliknya, pepohonan rimbun di sisi timur laut dan tenggara terbukti sangat efektif berfungsi sebagai *thermal buffer* alami yang menstabilkan suhu dinding.

2. Desain Bukaan dan Sistem Ventilasi Alami (Ketidakselarasan Fungsi)

Pendekatan neo-vernakular pada Masjid Fathun Qarib mempertahankan karakter arsitektur lokal, namun penerapan prinsip responsif iklim belum optimal. *Clerestory* yang secara teoritis mendukung *stack ventilation* berupa kaca mati sehingga ventilasi alami terbatas. Kondisi ini sejalan dengan rendahnya kecepatan udara dalam ruang yang hanya sekitar 0,002 m/s saat sistem pendinginan mekanis tidak dioperasikan.

3. Pemilihan Material Selubung Bangunan

Kegagalan adaptasi desain di atas diperparah oleh pemilihan material selubung. Pengukuran menunjukkan atap menyerap panas hingga 35,91°C. Hal ini terjadi akibat penggunaan penutup atap seng bersuhu konduksi tinggi tanpa pelapis insulasi termal. Sebaliknya, material lantai granit berperan

sebagai heat sink alami dengan suhu permukaan rata-rata 23°C yang membantu menjaga kesejukan ruangan.

Secara keseluruhan, strategi desain pasif pada bangunan eksisting gagal melepaskan beban panas ke luar ruangan. Optimalisasi rekayasa pasif seperti membuka kembali akses *clerestory window*, menambahkan insulasi pada atap seng, serta menanam vegetasi peneduh di sisi barat sangat diperlukan agar masjid tidak bergantung sepenuhnya pada energi mekanis.



## BAB 5

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil observasi lapangan, pengukuran iklim mikro, serta analisis persepsi pengguna terkait tingkat kenyamanan termal di Masjid Fathun Qarib UIN Ar-Raniry menghasilkan beberapa kesimpulan utama sebagai berikut :

1. Ketergantungan pada Pendingin Mekanis

Kenyamanan termal masjid sangat bergantung pada sistem kelistrikan. Saat listrik menyala, sistem AC berhasil menjaga kenyamanan dengan PMV 0,12 dan PPD 5%. Namun, saat listrik padam, kondisi termal memburuk dengan PMV 1,58 dan prediksi ketidakpuasan (PPD) mencapai 55%, yang membuktikan bahwa performa termal bangunan tanpa bantuan mekanis masih belum optimal.

2. Fenomena *Overcooling*

Terdapat anomali antara prediksi alat dengan persepsi aktual pengguna. Saat AC menyala, pengguna justru mengalami *overcooling* (keedinginan) dengan nilai TSV -1,17, sehingga tingkat ketidakpuasan aktual meroket hingga 59,60%, jauh di atas prediksi alat yang hanya 5%. Hal ini menunjukkan sistem pendingin saat ini belum memberikan kenyamanan yang sesuai dengan kebutuhan metabolik pengguna.

3. Adaptasi Termal Pengguna

Saat listrik padam, pengguna menunjukkan kemampuan adaptasi yang lebih baik dari prediksi. Nilai TSV tercatat 0,36, yang mengindikasikan sensasi termal masih berada dalam kategori netral hingga hangat yang dapat diterima. Tingkat ketidakpuasan aktual pengguna sebesar 41,40% ternyata lebih rendah dari prediksi alat (55%), menegaskan bahwa pengguna lebih toleran terhadap hawa hangat alami.

4. Integrasi Desain dan Standar

Standar kenyamanan internasional tidak dapat diaplikasikan secara mutlak tanpa mempertimbangkan adaptasi masyarakat tropis. Untuk mencapai ruang

ibadah yang nyaman dan hemat energi, diperlukan integrasi strategi desain pasif seperti optimalisasi ventilasi silang dan insulasi atap dengan manajemen operasional pendingin mekanis yang lebih proporsional.

## 5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian, adapun saran yang diberikan terbagi menjadi saran rekomendasi (arsitektural/operasional) dan saran akademis, yaitu sebagai berikut.

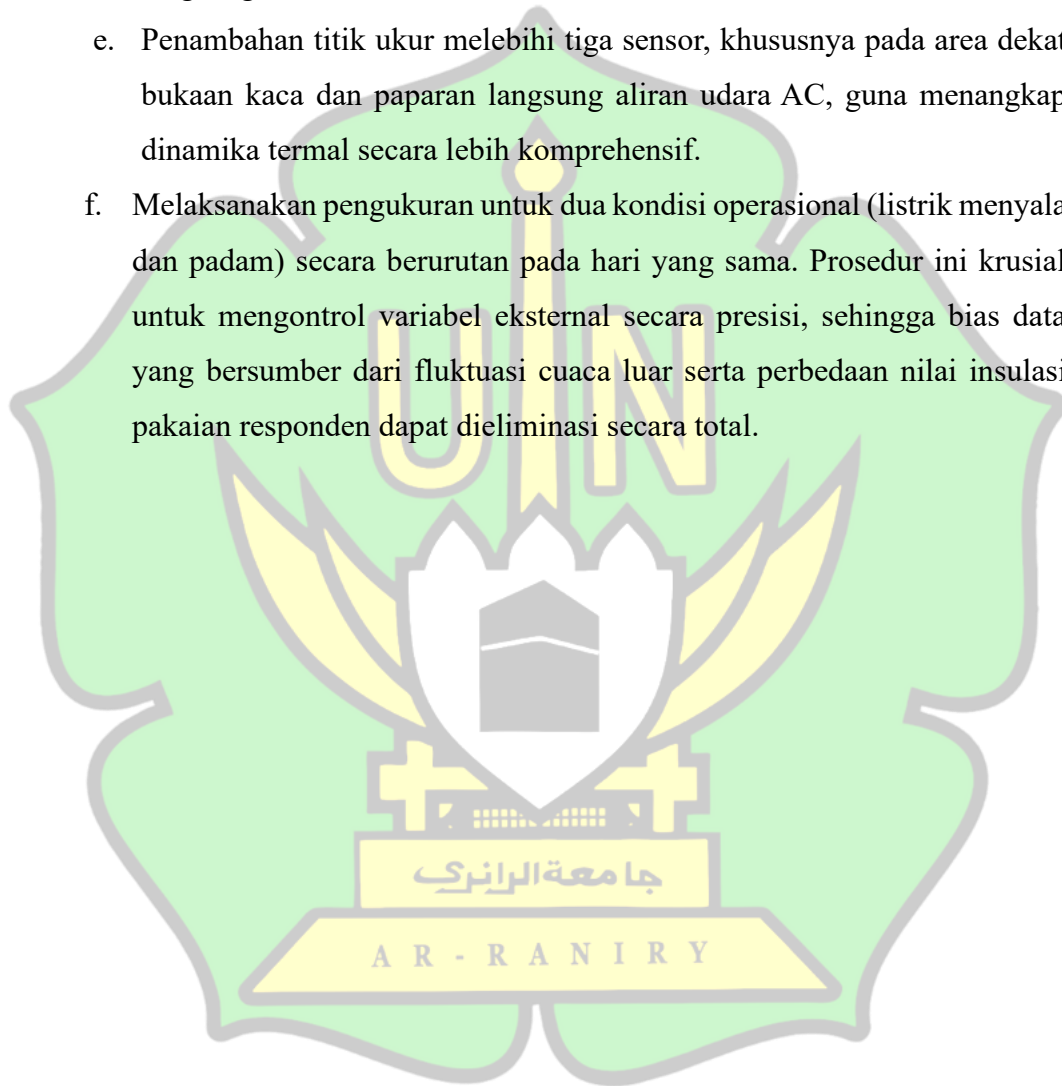
### 4. Saran Rekomendasi (Arsitektural dan Operasional)

- a. Membuka kembali ventilasi mati pada area leher kubah dan mengoperasikan jendela secara optimal untuk mengaktifkan sirkulasi udara silang (*cross ventilation*) serta membuang panas yang terperangkap.
- b. Menyesuaikan pengaturan suhu pendingin ruangan (AC) agar lebih moderat (pada rentang 24°C–26°C) guna menghindari efek kedinginan ekstrem (*overcooling*) pada pengguna sekaligus menghemat konsumsi energi listrik.
- c. Memasang material insulasi di bawah struktur atap seng serta menambah vegetasi pohon peneduh di sisi barat bangunan untuk memblokir radiasi terik matahari pada sore hari.

### 2. Saran Akademik

- a. Melakukan pengujian lanjutan menggunakan software simulasi seperti dinamika fluida (*Computational Fluid Dynamics / CFD*) untuk mengevaluasi efektivitas rekayasa bukaan fasad secara matematis dan presisi.
- b. Mengkaji ulang pengaruh elemen lingkungan terhadap termal bangunan, khususnya penataan dan pemilihan vegetasi yang efektif menahan panas matahari tanpa menghalangi sirkulasi angin ke dalam ruangan.

- c. Melakukan komparasi desain dan kinerja termal antara masjid *full* AC dengan masjid terbuka (non-AC) untuk merumuskan sintesis desain masjid tropis yang ideal.
- d. Penelitian selanjutnya perlu melakukan pengukuran suhu eksterior murni di luar area selasar untuk melihat perbandingan paparan cuaca luar secara langsung.
- e. Penambahan titik ukur melebihi tiga sensor, khususnya pada area dekat bukaan kaca dan paparan langsung aliran udara AC, guna menangkap dinamika termal secara lebih komprehensif.
- f. Melaksanakan pengukuran untuk dua kondisi operasional (listrik menyala dan padam) secara berurutan pada hari yang sama. Prosedur ini krusial untuk mengontrol variabel eksternal secara presisi, sehingga bias data yang bersumber dari fluktuasi cuaca luar serta perbedaan nilai insulasi pakaian responden dapat dieliminasi secara total.



## DAFTAR PUSTAKA

- Afra, F. S. (2024). *Identifikasi Potensi Konsep Eco-Masjid Pada Masjid di Banda Aceh (Studi Kasus: Masjid Raya Baiturrahman)*. <https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/39887>
- Alana Leyla Siddiq, V. (2024). Identifikasi Efektifitas Penataan Ruang dan Fungsi pada Masjid Ar-Rahman Berdasarkan Kajian Arsitektur Islami. *Jurnal Linears*, 7(2), 100–108. <https://doi.org/10.26618/J-LINEARS.V7I2.15092>
- Al-Asyi, Y. A.-Qardhawy., & Adnan, Gunawan. (2020). *The history of Aceh : mengenal asal-usul nama, bahasa, dan orang Aceh*.
- ASHRAE. (2017). ASHRAE Technical FAQ. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 1–2. [www.ashrae.org](http://www.ashrae.org)
- ASHRAE Standard 55. (2017). Thermal environmental conditions for human occupancy. *ANSI/ASHRAE Standard 55*, 7, 60.
- Atapgrand. (t.t.). *Cara Membuat Ventilasi Atap Rumah untuk Sirkulasi Udara Lebih Baik - Atap Grand Luxe*. Diambil 31 Oktober 2025, dari <https://atapgrand.id/cara-membuat-ventilasi-atap-rumah-untuk-sirkulasi-udara-lebih-baik/>
- Bueno, A. M., de Paula Xavier, A. A., & Broday, E. E. (2021). Evaluating the connection between thermal comfort and productivity in buildings: A systematic literature review. *Buildings*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/buildings11060244>
- Christiansen, L., & Johnson, B. (2007). *Educational research: Quantitative, qualitative and mixed methods approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Creswell, J. W. (2009). *Research design: pendekatan kualitatif, kuantitatif, dan mixed*
- Creswell, J. W., & Clark, V. P. (2007). Mixed methods research. *Thousand Oaks, CA*. <https://www.cambridgeenglish.org/Images/735110-studies-in-language-testing-volume-43.pdf#page=53>
- Hadi, Y., Azaria, T., Putrianto, N. K., Oktiarso, T., & Noya, S. (2020). *Analisis Kenyamanan Termal Ruang Kuliah*. 21, 13–26.
- Hamdy, M. A., Hamzah, B., Wikantari, R., & Mulyadi, R. (2021). Lingkungan dan Kenyamanan Termal Dalam Bangunan di Iklim Tropis Panas dan Lembab: Studi Literatur Sistematis. *JaS*, 3(2), 25–44.

<https://ejournalfakultasteknikunibos.id/index.php/jas/>

Hidayat, M. S. (2022). *Studi OTTV di Gedung Kampus Universitas*. 1–7.

Idham, N. C. (2016). *Arsitektur dan Kenyamanan Termal* | Request PDF. [https://www.researchgate.net/publication/320298061\\_Arsitektur\\_dan\\_Kenyamanan\\_Termal](https://www.researchgate.net/publication/320298061_Arsitektur_dan_Kenyamanan_Termal)

INNOVA. (1997). *Thermal Comfort*. <http://www.blowtex-eduair.it/downloads/thermal%20comfort.htm>

John W. Creswell, J. D. C. (2023). *RESEARCH DESIGN Qualitative, Quantitative, - and Mixed Methods Approaches*. <https://archive.org/details/researchdesignO000unse>

Karyono, T. H. (2016). *Arsitektur tropis: bentuk, teknologi, kenyamanan & penggunaan energi*. Penerbit Erlangga.

Khaleghimoghaddam, N. (2024). The Role of Nature and Physical Environment in Mental Relaxation: Konya Kyoto Park. *Artium*, 12(1), 85–93. <https://doi.org/10.51664/artium.1379482>

Kurniasari, E., Reyhandera, R. N., Oktaviani, O., & Kembaren, S. B. (2025). Penerapan Metode Design Thinking Dalam Perancangan UI/UX Aplikasi Tafsir Mimpi Menggunakan Figma. *Jurnal Minfo Polgan*, 13(2), 2212–2221. <https://doi.org/10.33395/jmp.v13i2.14415>

Lazar, Jonathan; Feng, Jinjuan H; Hochheiser, H. (2021). *Research methods in human-computer interaction* (3rd ed.). Morgan Kaufmann.

Mamostudio. (t.t.). *mamostudio*. Diambil 31 Oktober 2025, dari <https://mamostudio-bogor-indonesia.blogspot.com/>

Manguwijaya. (2000). *Pengantar Fisika Bangunan*. <https://id.scribd.com/document/397241698/BUKU-Pengantar-Fisika-Bangunan>

Maulani, R. (2024). *Pengaruh Fasilitas Masjid Fathun Qarib Terhadap Kenyamanan Jamaah Untuk Beribadah*. <https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/36717/>

Muharrommah, A., & Indrawati. (2023). Kenyamanan Termal pada Masjid Agung Keraton Surakarta. *SIAR IV 2023 : Seminar Ilmiah Arsitektur*, 150–157.

Nur, D. E., Kausarani, R., Amdah, M., Musyawarah, R., Medar, M., Hasja, A. D., & Maru, R. (2024). *Studi Analisis Hubungan Iklim Mikro Terhadap Kondisi*

*Kenyamanan Termal Ruang Kuliah Jurusan Geografi FMIPA Universitas Negeri Makassar. 1(2), 31–36.*

NusaBoard. (t.t.). *MENGENAL LEBIH DALAM TENTANG SUN SHADING - NusaBoard*. Diambil 14 Juli 2026, dari <https://nusaboard.co.id/2023/10/12/mengenal-lebih-dalam-tentang-sun-shading/>

Olgyay, V. (2015). Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism: New and expanded edition. *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism: New and Expanded Edition*, 1–190.

Pemerintah Provinsi DKI Jakarta. (2016). Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta - Vol 1 - Selubung Bangunan. *Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta, 1(38)*, 40. <https://greenbuilding.jakarta.go.id/files/userguides/IFCGuideVol1-IND-edit.pdf>

Prasetya, T. B., Arsitektur, P. S., Surakarta, U. M., Arsandrie, Y., Arsitektur, P. S., Surakarta, U. M., Termal, K., & Ruang, S. (2022). *Kajian kenyamanan termal dan sirkulasi ruang pada bengawan sport center , surakarta. (55)*, 733–742.

Purwaningsih, R., Varina, E. L. E., Mahachandra, M., Putri, A. A. A., & Susanto, N. (2025). Enhancing cognitive performance through thermal comfort: insights from classroom renovation at Diponegoro University. *E3S Web of Conferences*, 605, 1–10. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202560503013>

Rizkiyah, E., Mahachandra, M., Purwaningsih, R., Prastawa, H., & Budiawan, W. (2023). Thermal Comfort and Cognitive Performance under Glass Facade Buildings. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan, 20(3)*, 523–533. <https://doi.org/10.14710/PRESIPITASI.V20I3.523-533>

Rogers, Y., Sharp, H., & Preece, J. (2023). *Interaction design: beyond human-computer interaction*. <https://cir.nii.ac.jp/crid/1970023484894551600>

Safyan, A., Indriani, L., Sina, A. M., & Tropis, I. (2024). *Kenyamanan Termal pada Bangunan Berventilasi Alami di Iklim Tropis*.

Saputra, A. (2021). Integrasi Generasi Muslim Tanpa Masjid: Kajian Fungsional Arsitektur Masjid Kampus UMS. *Jurnal Arsitektur TERRACOTTA, 2(2)*, 76–90. <https://doi.org/10.26760/terracotta.v2i2.4329>

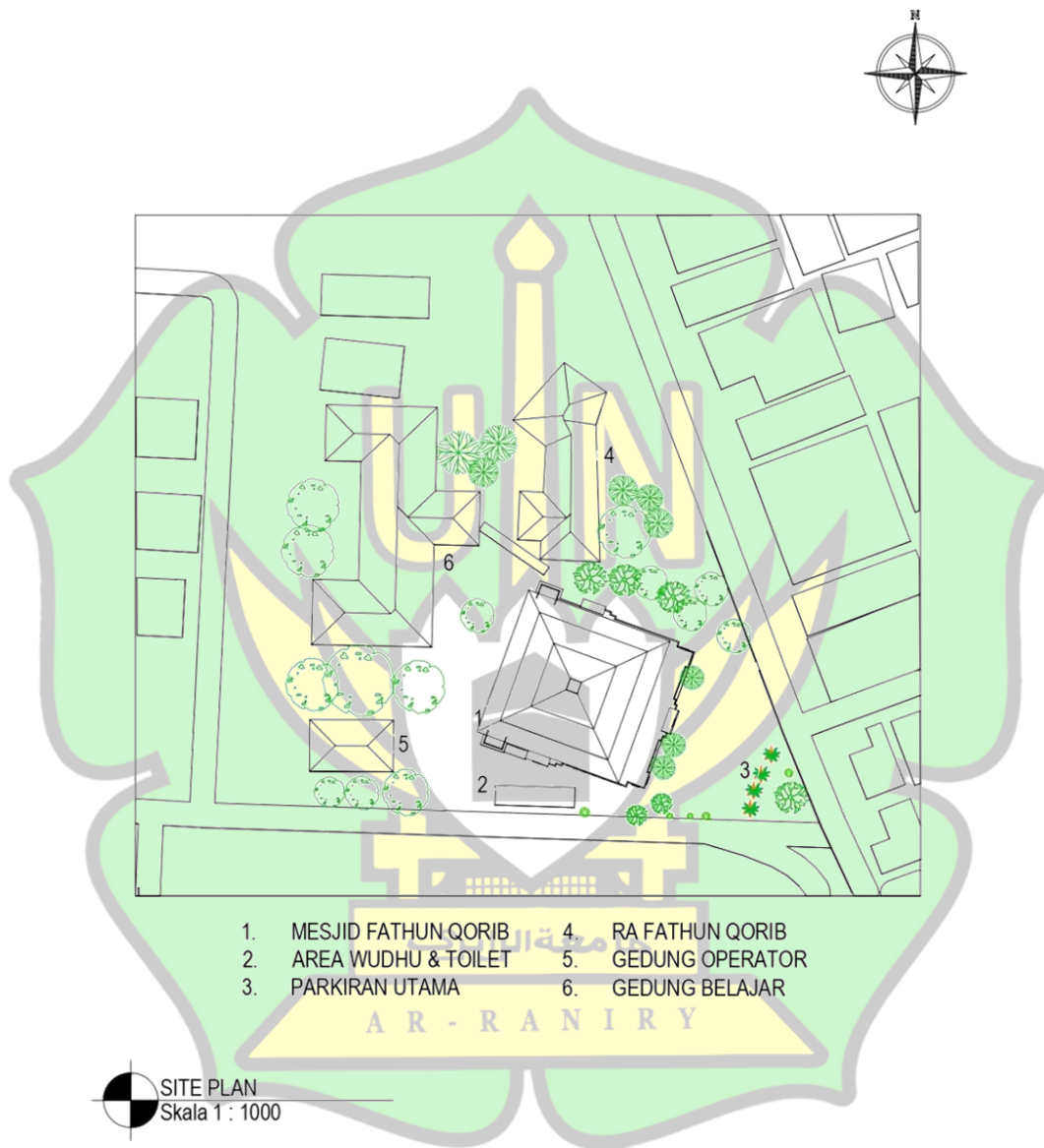
Satwiko, P. (2008). *Fisika Bangunan.pdf*.

- Satwiko, P. (2009). *Fisika bangunan 2 edisi 1*. ANDI.
- SNI 03-6572-. (2001). Sni 03 - 6572 - 2001. *Sni 03-6572-2001*, 1–55.
- SNI 6389:2020. (2020). *Konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung. 1*, 7–8.
- Sugiyono. (2023). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta. Bandung.
- Sumberpost.com. (t.t.). *Rehabilitas Mesjid Fathun Qarib Akan Segera Selesai, Begini Harapan Rektor – sumberpost.com*. Diambil 30 Oktober 2025, dari <https://sumberpost.com/2024/08/09/rehabilitas-mesjid-fathun-qarib-akan-segera-selesai-begini-harapan-rektor/>
- Syamsiyah, N. R., & Nur Izzati, H. (2021). Strategi Kenyamanan Termal Masjid Al-Kautsar Kertonatan, Kartasura, Sukoharjo. *Langkau Betang: Jurnal Arsitektur*, 8(2), 98. <https://doi.org/10.26418/lantang.v8i2.45792>
- Szokolay, A. A. and S. V., & IN. (1997). *Thermal Comfort*. 1–7.
- Vighio, A. A., Zakaria, R., Ahmad, F., Munikanan, V., Wahi, N., Aminuddin, E., Jia Wen, T., Mohd Saha, K., Umran, N. I. L., & Pawłowicz, J. A. (2024). Overall Thermal Transfer Analysis of Glazing Facade Design for Passive Building Energy Efficiency. Dalam *Civil and Environmental Engineering Reports* (Vol. 34, Nomor 4, hlm. 503–520). <https://doi.org/10.59440/ceer/193131>
- Windownesia. (t.t.). *Harga Jendela Nako Aluminium - Windownesia | Jual Jendela Aluminium dan Jendela UPVC*. Diambil 31 Oktober 2025, dari <https://windownesia.co.id/product/jendela-nako-aluminium/>

جامعة الرانري

A R - R A N I R Y

**LAMPIRAN 1**  
***SITE PLAN MASJID FATHUN QARIB***



## LAMPIRAN 2

### DENAH MASJID FATHUN QARIB

