

**PENGARUH DESAIN BATU KERAWANG PADA SELUBUNG  
BANGUNAN TERHADAP SUHU DALAM MASJID AL-IRSYAD KAB.  
BANDUNG**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



**Disusun oleh:**

**AGENG NUGROHO  
NIM. 135060501110037**

**JURUSAN ARSITEKTUR  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018**



## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat, nikmat, petunjuk dan hidayah-Nya, sehingga dapat menuntun Saya dalam penyusunan proposal skripsi ini dengan baik dan lancar. Proposal skripsi ini bertujuan sebagai sarana pengantar yang dapat dilanjutkan menuju tahapan laporan tugas akhir (skripsi). Pada tahapan ini, berisikan penggalian dan penjabaran mengenai latar belakang dipilihnya tema Pengaruh Desain Batu Kerawang pada Selubung Bangunan terhadap Suhu Dalam Masjid Al-Irsyad, juga pertimbangan masalah apa saja yang melatar belakangi, aspek – aspek apa saja yang dapat dipertimbangkan, sampai dengan tujuan dilakukannya penelitian ini. Selain itu, kajian pustaka sebagai pengantar teori-teori yang digunakan dalam melakukan studi rekayasa penerapan konfigurasi material terhadap suhu dengan studi kasus Masjid Al-Irsyad dan juga cara dan tahapan – tahapan apa yang perlu dilakukan untuk melakukan penelitian ini sebagai tugas akhir (skripsi).

Dengan adanya Laporan Skripsi ini, saya menyadari bahwa tidak akan tersusun dengan baik dan benar tanpa adanya bantuan dan dukungan dari pihak-pihak terkait. Maka dari itu, dengan adanya kesempatan ini, tidak lupa Saya mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang membantu, baik itu secara langsung maupun tidak langsung, yaitu:

1. Jono Wardoyo, ST., MT. Selaku dosen pembimbing tugas akhir (skripsi)

Saya menyadari bahwa Laporan Proposal Skripsi ini masih banyak kekurangan serta jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan agar kesempurnaan dan kesesuaian yang baik dari Skripsi ini dapat tercapai. Akhir kata, Saya mohon maaf yang sebesar-besarnya bilamana dalam penyusunan Skripsi ini terdapat kesalahan baik secara kata, tata penulisan maupun substansi. Semoga Proposal Skripsi ini dapat bermanfaat ke depannya bagi para pembaca.

Malang, Maret 2017

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	ix
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Tujuan Penelitian .....	4
1.6 Kontribusi Penelitian .....	4
1.7 Sistematika Pembahasan .....	4
1.8 Kerangka Alur Pemikiran .....	6
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	9
2.1 Tinjauan Iklim Tropis .....	9
2.1.1 Iklim tropis di Indonesia .....	10
2.1.2 Iklim Tropis di Pegunungan .....	11
2.1.3 Komparasi suhu antar kota di Indonesia .....	13
2.2 Tinjauan Kenyamanan Suhu .....	16
2.2.1 Rentang Kenyamanan Suhu .....	16
2.2.2 Kenyamanan Ventilasi .....	17
2.2.3 Suhu Nyaman Kabupaten Bandung .....	18
2.3 Tinjauan Pendinginan .....	19
2.3.2 Penghindaran Panas .....	20
2.3.3 Pendinginan Alami .....	23
2.4 Material batu kerawang .....	25
2.4.1 Pengertian dan Fungsi .....	25
2.4.2 Bahan Dasar .....	25
2.4.3 Karakteristik dan Aplikasi .....	26
2.4.4 Kelebihan dan Kekurangan .....	27
2.4.5 Material Alternatif Ramah Lingkungan .....	29
2.4.6 Perbandingan Besaran Konduktifitas Termal .....	39
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b> .....	41
3.1 Objek Penelitian .....	41
3.2 Metode Umum dan Tahapan Penelitian .....	42
3.2.1 Metode Umum Penelitian .....	43
3.2.2 Tahapan Operasional Penelitian .....	44
3.2.3 Diagram Tahapan Simulasi .....	51
3.3 Jenis Dan Metode Pengumpulan Data .....	52
3.4 Populasi Dan Sampel .....	54
3.5 Variabel Penelitian .....	54
3.6 Metode Analisis Data .....	55
3.7 Metode Sintesis Data .....	56
3.8 Waktu Penelitian .....	56
3.9 Instrumen Penelitian .....	56



3.10	Kerangka Penelitian .....	59
3.10.1	Alur Penelitian .....	59
3.10.2	Alur Modifikasi .....	60
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>61</b>
4.1	Deskripsi Umum Objek dan Lokasi Penelitian .....	61
4.1.1	Kabupaten Bandung .....	61
4.1.2	Kondisi Lingkungan Objek (Secara Lingkungan Keseluruhan) .....	63
4.1.3	Objek Penelitian (Area Bangunan Utama) .....	72
4.1.4	Kondisi Eksisting Area Shalat .....	87
4.2	Analisis Aktivitas Pengunjung .....	88
4.3	Analisis Visual Bangunan Utama .....	90
4.3.1	Filosofi Bentuk Bangunan .....	90
4.3.2	Eksisting Bangunan Utama .....	92
4.3.3	Kondisi Selubung Bangunan .....	93
4.4	Analisis Pembayangan Bangunan .....	95
4.5	Analisis Data Pengukuran Suhu, Kelembaban dan Angin .....	99
4.5.1	Titik Lokasi Pengukuran .....	99
4.5.2	Analisis Data pengukuran .....	102
4.6	Analisis Simulasi .....	109
4.6.1	Validasi Simulasi .....	111
4.6.2	Hasil Simulasi Eksisting .....	115
4.6.3	Pembagian Titik Pengukuran Luar .....	121
4.7	Rekomendasi Desain .....	126
4.7.1	Rekomendasi 1 .....	127
4.7.2	Rekomendasi 2 .....	136
4.7.3	Rekomendasi 3 .....	145
4.7.4	Perbandingan Keseluruhan .....	154
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>163</b>
5.1	Kesimpulan .....	163
5.2	Saran .....	164
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>167</b>
	<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>169</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pergerakan matahari pada iklim panas lembab .....	21
Gambar 2.2 Sunpath Kabupaten Bandung .....	22
Gambar 2.3 Jarak antara bukaan dan Ruang Aktivitas .....	23
Gambar 2.4 Struktur dan Aplikasi (A: H Beam sebagai Struktur utama & B: Penerapan Batu Kerawang Tidak sebagai Struktur Utama) .....	27
Gambar 2.5 <i>Foam Diatomite Heat Insulation</i> .....	30
Gambar 2.6 Silica Insulation Brick.....	32
Gambar 2.7 Clay Brick Wall .....	33
Gambar 2.8 Material <i>Hempcrete</i> .....	35
Gambar 2.9 BisoRocket.....	38
Gambar 3.1 Bukaan Utama (B&C) dan Sekunder (A) pada Bangunan Masjid .....	41
Gambar 3.2 Bukaan Sekunder pada Bangunan Masjid (A&B).....	41
Gambar 3.3 Letak Bukaan Utama (putih) dan Sekunder (hitam) Pada Denah .....	42
Gambar 3.4 Pengaturan Weather Data .....	45
Gambar 3.5 Pengaturan Tab Project .....	46
Gambar 3.6 Modeling dasar Bangunan .....	47
Gambar 3.7 Detail Bukaan dan Visualisasinya.....	47
Gambar 3.8 Penambahan Detail Bukaan.....	48
Gambar 3.9 Pembuatan Grid Analysis.....	49
Gambar 3.10 Analisis Hourly Temperature .....	50
Gambar 3.11 Alur Tahapan Simulasi .....	51
Gambar 3.12 Titik Pengukuran Lapangan.....	53
Gambar 3.13 Instrumen Penelitian .....	58
Gambar 3.14 Alur Penelitian .....	59
Gambar 3.15 Alur Modifikasi .....	60
Gambar 4.1 Wilayah Bandung Secara Keseluruhan.....	61
Gambar 4.2 Suasana Kabupaten Bandung .....	63
Gambar 4.3 Lokasi Kabupaten Bandung Barat pada Peta Bandung .....	64
Gambar 4.4 Kondisi jalan disekitar objek lokasi .....	66
Gambar 4.5 Kondisi Main Entrance Lingkungan Objek .....	66



Gambar 4.6 Lingkungan Sisi Barat Objek Penelitian .....	66
Gambar 4.7 Fasilitas Umum Hotel Mason Pine.....	67
Gambar 4.8 Fasilitas Umum Entrance Town House .....	67
Gambar 4.9 Fasilitas Umum Puspa Iptek Studial .....	67
Gambar 4.10 Townhouse Sekitar Objek Penelitian.....	68
Gambar 4.11 Fasilitas umum RS. Cahya Kawaluyan.....	68
Gambar 4.12 Grafik Curah Hujan Kabupaten Bandung .....	69
Gambar 4.13 Grafik Suhu Iklim Kabupaten Bandung .....	70
Gambar 4.14 Kecepatan Angin Maksimal dan Rata – Rata Kabupaten Bandung 2013-2017 .....	71
Gambar 4.15 Masjid Al-Irsyad Satya.....	73
Gambar 4.16 Masjid Tanpa Kubah.....	75
Gambar 4.17 Foto Batu Susun .....	76
Gambar 4.18 Foto Kalimat Tauhid .....	77
Gambar 4.19 Foto susunan pola batu pembentuk dinding bangunan.....	78
Gambar 4.20 Foto Potongan Melintang Talang .....	79
Gambar 4.21 Foto Interior Masjid (A: Area Mimbar & B: Area Seminar) .....	80
Gambar 4.22 Konfigurasi Lampu Dalam Bangunan.....	81
Gambar 4.23 Minaret Masjid .....	81
Gambar 4.24 Suasana Interior Menuju Gunung .....	82
Gambar 4.25 Letak Masjid.....	83
Gambar 4.26 Pintu Samping Masjid .....	84
Gambar 4.27 Selasar Samping Masjid .....	85
Gambar 4.28 Area Pintu Masuk Utama Masjid dan Area Istirahat Outdoor .....	86
Gambar 4.29 Area Pintu Masuk Utama Masjid.....	86
Gambar 4.30 Kondisi Eksisting Area Sholat (A&B: Area Sholat Tanpa Sekat & C: Area Pengajian Tanpa Sekat).....	87
Gambar 4.31 Denah Sebaran Aktivitas .....	88
Gambar 4.32 A&B: Aktifitas Seminar dan Pengajian.....	89
Gambar 4.33 Siteplan Masjid Al-Irsyad .....	92
Gambar 4.34 Elevasi 1 Bangunan .....	93
Gambar 4.35 Detail Selubung Batu.....	94
Gambar 4.36 Elevasi 2 Bangunan .....	94

Gambar 4.37 Kemiringan dan Orientasi Bangunan .....	95
Gambar 4.38 A: Pagi Hari, B: Siang Hari, C: Sore Hari & D: Malam Hari .....	96
Gambar 4.39 Analisis Pembayang Bangunan Tanggal 28 Oktober 2017 .....	96
Gambar 4.40 Analisis Pembayang Bangunan .....	97
Gambar 4.41 Analisis Pembayang Bangunan .....	98
Gambar 4.42 Analisis Data Pengukuran Bangunan.....	100
Gambar 4.43 Suhu Eksisting 8 Titik Pengukuran.....	103
Gambar 4.44 Pembagian Waktu Kegiatan.....	104
Gambar 4.45 Rangkuman Data Pengukuran Suhu.....	106
Gambar 4.46 Perbandingan Rata Rata Suhu Perjam Terhadap Suhu Nyaman .....	107
Gambar 4.47 Data Pengukuran Kelembaban Rangkuman 8 Titik .....	109
Gambar 4.48 Posisi Bidang Inlet & Outlet .....	110
Gambar 4.49 Validasi Simulasi Secara Keseluruhan .....	112
Gambar 4.50 Grafik Validasi Simulasi.....	113
Gambar 4.51 Kontur Suhu dan Kecepatan Angin Terendah dan Tertinggi Bangunan Utama .....	114
Gambar 4.52 Hasil Suhu Simulasi.....	116
Gambar 4.53 Heatmap Pagi Dan Sore Hari.....	117
Gambar 4.54 Heatmap Siang Hari .....	117
Gambar 4.55 Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Eksisting Pagi Hari .....	118
Gambar 4.56 Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Eksisting Siang Hari.....	119
Gambar 4.57 Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Eksisting Sore Hari .....	120
Gambar 4.58 Pembuatan Area Luar dari Bangunan .....	121
Gambar 4.59 Perspektif Area Luar dari Bangunan.....	122
Gambar 4.60 Pemberian Material untuk Titik Pengukuran Luar .....	123
Gambar 4.61 Titik Pengukuran Luar Berdasarkan Sisi Bangunan.....	123
Gambar 4.62 Hasil Zoning Insolation analysis (Atas: Tampak Atas, Bawah: Perspektif) .....	124
Gambar 4.63 Hasil Temperatur Luar Bangunan.....	125
Gambar 4.64 Kondisi Konfigurasi dan Desain pada Bangunan Eksisting dan Rekomendasi (A: Eksisting, B: Rekomendasi 1, C: Rekomendasi 2 & D: Rekomendasi 3).....	126
Gambar 4.65 Perbandingan Bukaan Eksisting (B) dan Rekomendasi 1 (A).....	128
Gambar 4.66 Detail Susunan Rekomendasi 1 .....	129
Gambar 4.67 Selubung Bangunan Rekomendasi 1 .....	130



Gambar 4.68 Suhu Rekomendasi 1 dan Penurunan Suhu .....	131
Gambar 4.69 Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Rekomendasi 1 Pagi Hari .....	133
Gambar 4.70 Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Rekomendasi 1 Siang Hari.....	134
Gambar 4.71 Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Rekomendasi 1 Malam Hari .....	135
Gambar 4.72 Perbandingan Bukaannya Eksisting (B) dan Rekomendasi 2 (A) .....	137
Gambar 4.73 Detail Susunan Rekomendasi 2 .....	138
Gambar 4.74 Selubung Bangunan Rekomendasi 2 .....	139
Gambar 4.75 Suhu Rekomendasi 2 dan Penurunan Suhu .....	140
Gambar 4.76 Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Rekomendasi 2 Pagi Hari .....	142
Gambar 4.77 Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Rekomendasi 1 Siang Hari.....	143
Gambar 4.78 Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Rekomendasi 2 Malam Hari .....	144
Gambar 4.79 Perbandingan Bukaannya Eksisting (B) dan Rekomendasi 3 (A) .....	146
Gambar 4.80 Detail Susunan Rekomendasi 3 .....	147
Gambar 4.81 Selubung Bangunan Rekomendasi 3 .....	148
Gambar 4.82 Suhu Rekomendasi 3 dan Penurunan Suhu .....	149
Gambar 4.83 Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Rekomendasi 3 Pagi Hari .....	151
Gambar 4.84 Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Rekomendasi 3 Siang Hari.....	152
Gambar 4.85 Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Rekomendasi 3 Malam Hari .....	153
Gambar 4.86 Perbandingan Suhu Keseluruhan Area Mimbar (TP 1).....	155
Gambar 4.87 Perbandingan Suhu Keseluruhan Sisi Barat Mimbar (TP 2).....	155
Gambar 4.88 Perbandingan Suhu Keseluruhan Sisi Timur Mimbar (TP 3).....	155
Gambar 4.89 Perbandingan Suhu Keseluruhan Area Sholat Wanita (TP 4) .....	156
Gambar 4.90 Perbandingan Suhu Keseluruhan Sisi Selatan Masjid (TP 5) .....	156
Gambar 4.91 Perbandingan Suhu Keseluruhan Ruang Staff Mimbar (TP 6) .....	156
Gambar 4.92 Perbandingan Suhu Keseluruhan Side Entrance (TP 7) .....	157



## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Pengaruh Angin terhadap Kenyamanan Ruangan.....	17
Tabel 2 Kecepatan Angin Terhadap Kenyamanan Ruangan.....	18
Tabel 3 Kapasitas termal <i>Foam Diatomite Heat Insulation</i> .....	31
Tabel 4 Muatan termal <i>Silica Insulation Brick</i> .....	33
Tabel 5 Muatan Termal <i>Clay Brick Wall</i> .....	34
Tabel 6 Muatan Termal <i>Hempcrete</i> .....	36
Tabel 7 Muatan Termal <i>Mycelium</i> .....	37
Tabel 8 Muatan Termal <i>BisoRocket</i> .....	39
Tabel 9 Perbandingan Material dengan Nilai Konduktifitas Termal .....	40
Tabel 10 Jenis dan Metode Pengumpulan data.....	52
Tabel 11 Tabel Data Suhu Kabupaten Bandung.....	69

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Simulasi Temperatur Luar Bangunan .....	169
Lampiran 2 Tabel Diferensiasi Simulasi Pengukuran Luar Bangunan .....	170
Lampiran 3 Grafik Diferensiasi Pengukuran Luar Bangunan .....	170
Lampiran 4 Tabel Hasil Suhu Rekomendasi 1 .....	171
Lampiran 5 Tabel Hasil Suhu Rekomendasi 2 .....	172
Lampiran 6 Tabel Hasil Suhu Rekomendasi 3 .....	173
Lampiran 7 Tabel Rata-Rata Penurunan Suhu Rekomendasi 1 .....	174
Lampiran 8 Tabel Rata-Rata Penurunan Suhu Rekomendasi 2 .....	175
Lampiran 9 Tabel Rata-Rata Penurunan Suhu Rekomendasi 3 .....	176
Lampiran 10 Potongan A-A' Rekomendasi 1 .....	177
Lampiran 11 Potongan B-B' Rekomendasi 1.....	178
Lampiran 12 Potongan A-A' Rekomendasi 2 .....	179
Lampiran 13 Potongan B-B' Rekomendasi 2.....	180
Lampiran 14 Potongan A-A' Rekomendasi 3 .....	181
Lampiran 15 Potongan B-B' Rekomendasi 3.....	182



## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Kabupaten Bandung memiliki beberapa area pemukiman baru, contohnya adalah area Padalarang yang memiliki area pemukiman bernama Kota Baru Parahyangan. Area ini merupakan area pemukiman baru yang mulai di rencanakan pada tahun 2002. Area pemukiman diluar pusat Kota Bandung semakin banyak, dikarenakan tingkat polusi di Kota Bandung semakin bertambah tiap tahunnya.

Menurut Anang Sudarma sebagai Kepala Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Jawa Barat, pada tahun 2013 Kota Bandung adalah kota dengan polutan terendah nomor 1 di Jawa Barat, namun peringkat ini menurun menjadi posisi 6 pada tahun 2014. Hal ini disebabkan karena naiknya tingkat wisatawan dan perpindahan penduduk hingga tercatat penambahan karbon monoksida mencapai 2500kg perharinya. Hal ini pula yang menjadikan suhu Kota Bandung semakin panas tiap tahunnya.

Naiknya polusi yang berdampak pada suhu dikota memiliki beberapa dampak. Selain kepada hasil kerja Walikota Bandung, Ridwan Kamil yang difokuskan terhadap pembangunan kawasan hijau seperti taman dan area terbuka publik, juga membuat penduduk lama maupun baru mencari kawasan – kawasan alternatif dikota – kota satelit di sekitar Kota Bandung, khususnya dataran yang lebih tinggi dari pusat kota yang bertujuan untuk mencari pemukiman dengan kondisi suhu dan tingkat polusi yang lebih baik.

Kondisi Kota baru yang masih kosong ini memiliki sebuah keuntungan, Developer dapat memikirkan secara lebih matang mengenai tata wilayah dan bentuk bangunan serta pemilihan material pada bangunan yang akan dibangun. Contohnya adalah pada pembangunan Masjid Al-Irsyad Satya pada tahun 2009.

Masjid Al-Irsyad Satya berada di Kota Baru Parahyangan. Walaupun berada di Kota satelit dengan ketinggian lebih tinggi dari pusat Kota, bangunan ini didesain memiliki sistem penghawaan silang. Bangunan ini dipilih sebagai objek penelitian karena material yang dipakai dalam penerapan penghawaan silang cukup berbeda, yaitu material batu kerawang. Material ini menjadi bahan utama yang

dipakai sebagai selubung bangunan, dengan kata lain tidak ada kaca maupun bukaan dalam bangunan ini. Keseluruhan bangunan ditutupi oleh material batu kerawang dan campuran beton sebagai penguat struktur.

Kondisi lingkungan bangunan yang lebih dingin dari pusat Kota ditambah penerapan penghawaan silang pada fasad masjid seharusnya membuat masjid ini tidak memiliki kendala pada kondisi suhu dan angin didalam bangunan. Namun dalam penerapannya, terdapat beberapa penghawaan buatan di beberapa titik berupa AC Splitwall dan AC Standing Floor yang mengartikan bahwa penerapan penghawaan silang dengan batu kerawang sebagai sistem penghawaan alami dirasa belum efektif.

Secara keseluruhan, elemen terpenting dalam penghawaan alami bangunan Masjid Al-Irsyad Satya adalah material batu kerawang dengan penerapan penghawaan silang. Sehingga hasil rekomendasi desain bangunan nantinya akan berkaitan dengan fasad bangunan Masjid Al-Irsyad Satya, namun ada beberapa batasan berupa filosofi dari bangunan itu sendiri, seperti filosofi fasad yang merupakan dua kalimat tauhid. Sehingga hasil desain rekomendasi fasad bangunan secara keseluruhan tetap mempertahankan filosofi dari bangunan itu sendiri.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Dari penjabaran latar belakang diatas, dapat dipahami beberapa masalah yang perlu di analisis dan dikaji ulang, baik analisis mengenai fasad Masjid Al-Irsyad sendiri maupun yang berhubungan dengan kenyamanan suhu didalam bangunan. Berikut identifikasi masalahnya:

### A. *Kenyamanan suhu didalam bangunan*

Fungsi utama bangunan sebagai sarana untuk ibadah mengharuskan bangunan memiliki kenyamanan suhu yang baik dikarenakan perlunya khushyuk dalam menjalankan ibadah sholat.

### B. *Penghawaan Buatan*

Beberapa titik pada bangunan terdapat penghawaan buatan berupa AC, baik AC splitwall maupun AC standing floor. Pada lokasi bangunan yang terletak

di dataran tinggi dengan suhu rata-rata  $17,4^{\circ}\text{C} - 23,2^{\circ}\text{C}$  diharapkan tidak memakai penghawaan buatan lagi, dikarenakan dengan desain yang optimal dapat menghasilkan suhu didalam bangunan yang nyaman bagi pengguna.

### C. *Fasad Masjid Al-Irsyad*

Fasad masjid yang menghadap kebarat dan desain yang terbuka di area mimbar menjadikan bangunan ini cukup banyak terkena sinar matahari disaat siang hingga sore hari. Namun, bangunan ini memiliki selubung berupa batu kerawang disetiap sisinya yang dapat dijadikan potensi agar dapat menghasilkan kondisi suhu didalam ruangan yang lebih baik. Peninjauan kembali efisiensi dari penerapan selubung batu kerawang diperlukan untuk memperbaiki kondisi termal di dalam bangunan dan dapat diterapkan untuk kedepannya.

### 1.3 Rumusan Masalah

Dari permasalahan diatas maka dapat diajukan beberapa pertanyaan penelitian antara lain:

- Apakah penerapan material batu kerawang sebagai selubung bangunan dapat menurunkan suhu didalam ruangan?
- Bagaimana desain bukaan batu kerawang yang efektif tanpa mengubah filosofi selubung bangunan untuk mendapatkan penurunan suhu yang baik dari suhu luar pada Masjid Al-Irsyad Satya?

### 1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang tertera pada sub bab sebelumnya, terbentuklah batasan masalah yang dikaji pada penelitian ini, diantaranya adalah:

- Analisis mengacu pada objek kajian yaitu Masjid Al-Irsyad yang terletak di Kota Baru Parahyangan.
- Analisis berdasar pada kondisi iklim sekitar kawasan bangunan.
- Penurunan suhu dihitung menggunakan simulasi 3D CFD (Computational Fluids Dynamics) dan Ecotect Analysis 2011.
- Perbandingan antara hasil observasi, simulasi dan literatur untuk diambil kesimpulan yang dapat dijadikan rekomendasi desain fasad pada bangunan Masjid Al-Irsyad di Kota Baru Parhyangan.

- Penelitian dibatasi hanya pada ruang dalam bangunan.

### 1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui beberapa hal, diantaranya adalah:

- Untuk mengetahui apakah penerapan material batu kerawang sebagai selubung bangunan dapat menurunkan suhu didalam ruangan.
- Untuk mengetahui alternatif desain yang dapat mereduksi suhu ruang dalam Masjid tanpa merubah filosofi selubung bangunan.

### 1.6 Kontribusi Penelitian

Hasil dari penelitian ini, peneliti mengharapkan pembaca dapat menambah wawasan tentang bagaimana penerapan material batu kerawang yang baik dan efisien yang dapat diaplikasikan pada desain bangunan secara keseluruhan. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat dijadikan landasan sebagai penelitian lanjutan.

### 1.7 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan yang digunakan untuk dalam penyusunan penelitian skripsi ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu pendahuluan, tinjauan pustaka, metode penelitian dan hasil serta pembahasan. Berikut adalah penjelasan dari setiap bab:

#### A. *BAB I PENDAHULUAN*

Pada bab I ini, berisikan penjabaran mengenai latar belakang permasalahan, yaitu mengenai perpindahan dan penyebaran area pemukiman di kota satelit Bandung yang memiliki tempat yang lebih tinggi dari pusat kota agar mendapat suasana yang lebih nyaman dalam hal suhu dan lebih rendah polusi ya

itu Kota Baru Parahyangan. Kota ini memiliki sebuah bangunan yang menerapkan konsep selubung material batu kerawang dimana keseluruhan sisinya tertutupi kisi-kisi yang dijadikan Penghawaan silang tanpa adanya jendela, namun pada penerapannya kurang optimal dikarenakan masih memiliki penghawaan buatan, dan dirasa dapat lebih dioptimalkan dengan rekayasa bukaan dan fasad sehingga dapat mengurangi penggunaan penghawaan buatan atau

menghilangkannya. Setelah adanya identifikasi dan rumusan masalah, dalam bab ini juga dijelaskan lingkup pembahasan, metode pembahasan, sistematika pembahasan dan alur pikir. Penutup dari bab ini merupakan batasan penelitian dan manfaat penelitian yang menjelaskan mengenai kontribusi penelitian ini untuk berbagai pihak.

B. *BAB II TINJAUAN PUSTAKA*

Pada bab ini berisikan mengenai penjabaran kajian pustaka mengenai bangunan yang dikaji, objek yang dikaji yaitu material batu kerawang dan juga faktor kenyamanan termal. Selain itu, pada bab ini pula berisikan materi yang mendukung penelitian. Seperti materi berupa data mengenai standar-standar literatur dan sebagainya. Pada bab ini juga berisikan literatur, literatur yang digunakan merupakan literatur iklim, tipe shading device dan juga mengenai radiasi matahari.

C. *BAB III METODE PENELITIAN*

Pada bab ini, berisikan penjabaran mengenai metode yang akan digunakan dalam penelitian. Seperti metode yang dipakai dan juga proses yang dilalui dalam melakukan penelitian pengukuran bangunan eksisting dan juga eksperimen rekayasa fasad.

D. *BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN*

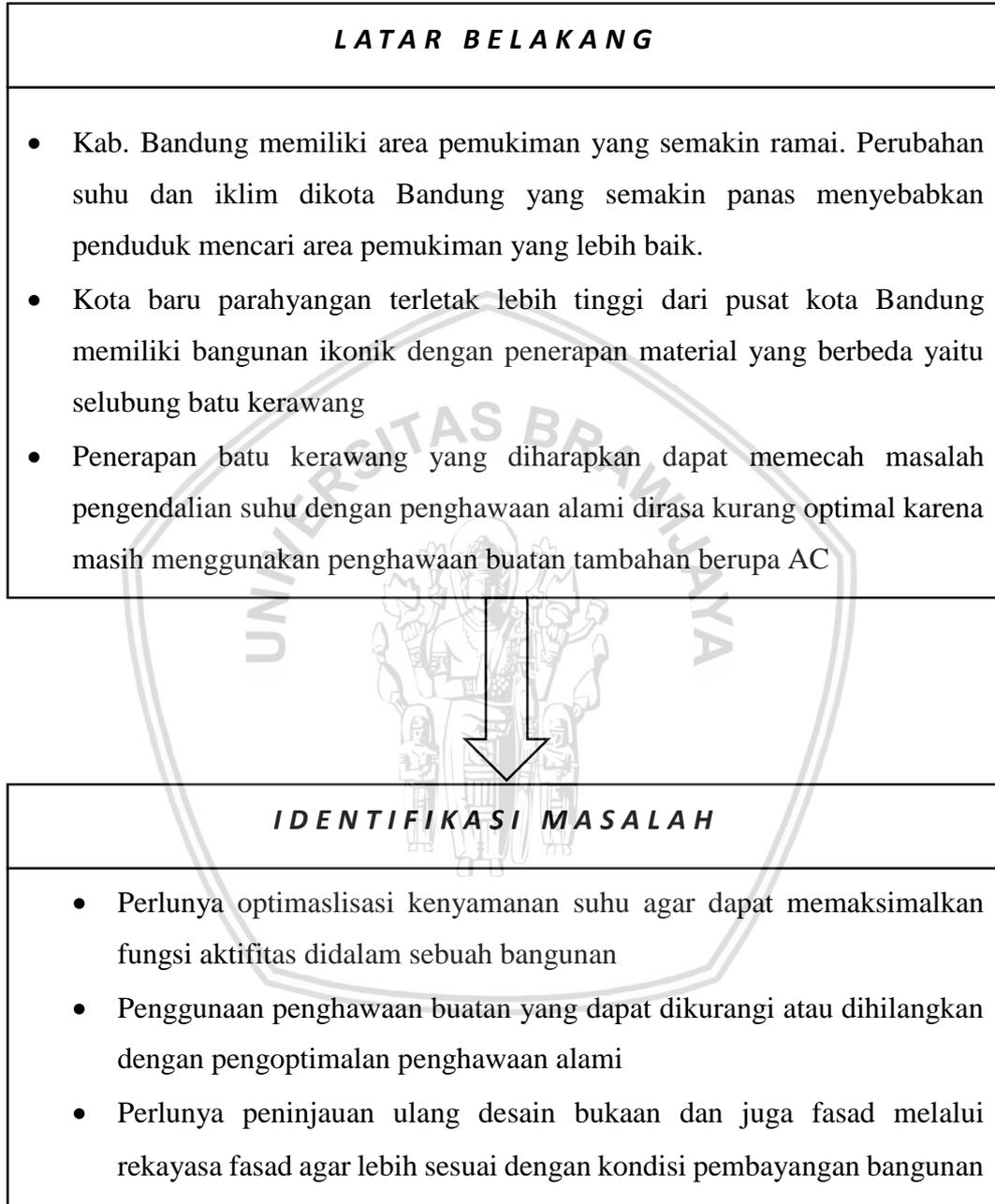
Pada bab ini berisikan mengenai hasil pengukuran suhu eksisting pada bangunan yang di komparasi dengan rekayasa eksisting bangunan dengan program digital, baik itu *Autodesk Ecotect Analysis 2011* maupun *Computational Fluid Dynamics (CFD)*. Hasil dari kondisi eksisting ini kemudian merujuk kepada rekomendasi bentuk selubung bangunan yang berdasarkan bukaan radiasi matahari dan arah angin

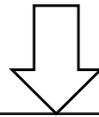
E. *BAB V KESIMPULAN*

Pada bab ini, memuat penjabaran mengenai kesimpulan dari seluruh hasil metode dan pembahasan dalam penelitian. Seperti hasil dari rekomendasi yang paling efektif dalam menurunkan suhu dalam ruangan pada bangunan Masjid Al-

Irsyad. Pada bab ini pula terdapat daftar pustaka beserta lampiran yang dapat dipakai untuk melengkapi informasi dalam penelitian skripsi ini.

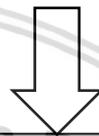
### 1.8 Kerangka Alur Pemikiran





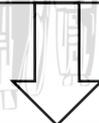
### ***RUMUSAN MASALAH***

- Apakah penerapan material batu kerawang sebagai selubung bangunan dapat menurunkan suhu didalam ruangan?
- Bagaimana desain bukaan batu kerawang yang efektif tanpa mengubah filosofi selubung bangunan untuk mereduksi suhu ruangan pada Masjid Al-Irsyad Satya?



### ***BATASAN MASALAH***

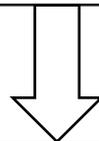
- Objek penelitian yaitu Masjid Al-Irsyad yang terletak di Kota Baru Parahyangan
- Kriteria kenyamanan yaitu pada kenyamanan suhu dan angin pada aspek pendinginan alami
- Penurunan suhu dihitung menggunakan software simulasi
- Perbandingan antara kondisi eksisting, simulasi dan literatur
- Penelitian dibatasi hanya pada ruang dalam bangunan



### ***TUJUAN PENELITIAN***

Untuk mengetahui tingkat kenyamanan eksisting pada bangunan yang memiliki konsep selubung material batu kerawang

Untuk mengetahui bentukan mana yang kurang optimal dan seberapa jauh dapat dioptimalkan melalui rekayasa fasad dan berdampak kepada penurunan suhu yang terjadi di dalam bangunan



### ***MANFAAT PENELITIAN***

Sebagai bahan literatur yang memperkaya khazanah ilmu pengetahuan maupun kajian pustaka, serta penelitian lebih lanjut yang berhubungan dengan tema serupa

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Iklim Tropis

Salah satu proses utama dalam sebuah perancangan bangunan yang harus diperhitungkan adalah faktor iklim. Faktor iklim dan alam sangat berperan penting dalam perancangan bangunan, seperti untuk menentukan bentuk bangunan yang sesuai dengan lokasi, menentukan bukaan yang tepat, menentukan material yang sesuai dan sebagainya. Pertimbangan iklim ini apabila tepat dalam penerapannya dapat berdampak baik dan menghasilkan desain bangunan yang nyaman dalam setiap aspeknya bagi pelaku aktifitas maupun penghuni di dalam lingkup suatu bangunan tersebut. Pengertian dari iklim sendiri adalah integrasi antara waktu dan kondisi fisik sebuah atmosfer pada suatu lingkungan pada suatu karakteristik letak geografik (Koenigsberger *et al.*, 2013).

Berdasarkan teori dari Lippsmeier (Bangunan Tropis, 1994) Iklim terbagi menjadi dua kategori berdasarkan besaran ruang lingkungannya yaitu:

- Iklim makro merupakan kondisi fisik sebuah ruang lingkup global. Iklim makro berkaitan dengan suhu, kondisi atmosfer serta peristiwa meteorologis yang terjadi di permukaan bumi dalam cangkupan wilayah yang besar. Iklim makro dipengaruhi oleh kondisi topografi bumi dan perubahan-perubahan peradaban di permukaannya. Iklim jenis ini memiliki skala wilayah yang luas, seperti suatu negara, benua, dan lautan. Selain itu iklim makro juga terbagi dari ruang lingkup regional dan ruang lingkup lokal.
- Iklim mikro merupakan kondisi fisik sebuah ruang yang lebih kecil. Menurut Darmawan, 2008, adalah iklim yang terletak pada lapisan udara dekat permukaan bumi yang mencakup ruang lingkup terbatas, seperti lingkungan pada sebuah kawasan, maupun yang lebih kecil seperti ruang pada bangunan dan ruang disekitar bangunan. Karena memiliki skala wilayah yang lebih kecil seperti desa, kota, jalan, dan lain-lain. Iklim mikro cenderung memiliki jangka waktu yang pendek dan berubah-ubah.

Penelitian ini merupakan penelitian dengan cakupan iklim mikro, yaitu yang membutuhkan data kondisi alam dalam lingkup yang kecil, hanya sebatas wilayah kota, dalam penelitian ini Kabupaten Bandung.

### 2.1.1 Iklim tropis di Indonesia

Berdasarkan Klasifikasi iklim Köppen, Indonesia termasuk didalam Iklim Hujan Tropika (*Tropical Rainy Climates*) yaitu daerah/wilayah dengan temperatur bulan terdingin lebih besar daripada 18°C (64°F) dengan pembagian menjadi tiga jenis sub iklim seperti berikut:

- Tropika Basah (Af)

Daerah yang termasuk tipe iklim ini harus memenuhi syarat di atas dan daerah bulan terkering hujan rerata lebih besar dari 60 mm.

- Tropika Basah (Am)

Jumlah hujan pada bulan-bulan basah dapat mengimbangi kekurangan hujan pada bulan kering. Tipe ini memiliki bulan-bulan basah dan bulan-bulan kering. Bulan-bulan kering dapat diimbangi oleh bulan basah, sehingga pada daerah-daerah yang demikian basah terdapat hutan yang cukup lebat.

- Tropika Basah Kering (Aw)

Jumlah bulan basah tidak dapat mengimbangi kekurangan hujan pada bulan kering sehingga vegetasi yang ada adalah padang rumput dengan pepohonan yang jarang.

Indonesia merupakan jenis Tropika Basah (Am), dikarenakan memiliki bulan-bulan basah dengan rata-rata curah hujan di atas 60mm dan juga bulan-bulan kering, sehingga terdapat beberapa wilayah dengan hutan yang lebat dan beberapa tanah kering. Iklim tropis ini sendiri ditetapkan karena Indonesia merupakan suatu wilayah yang terletak diantara garis isotherm disebelah bumi utara dan selatan atau daerah yang terdapat diantara 23½° LU dan 23½° LS tepatnya berada di bagian bumi dalam.

Permasalahan utama pada iklim tropis biasanya berakar pada kondisi kenyamanan termal. Dikarenakan menurut Karyono, 2001, iklim tropis adalah iklim yang memiliki suhu rata-rata harian lebih tinggi dibandingkan dengan iklim lainnya. Sehingga diperlukannya upaya untuk melakukan pendinginan, rata-rata suhu tiap tahunnya tidak kurang dari 20°C (Koenigsberger et al., 2013).

Iklim tropis di Indonesia sendiri merupakan iklim tropis lembab. Indonesia termasuk dalam kategori ini dikarenakan mempunyai ciri ciri yaitu:

- Tingkat kelembaban tahunannya mencapai 80%.
- Terbentang diantara garis katulistiwa
- Mendapat sinar matahari yang banyak ketika musim panas
- Memiliki tingkat suhu yang cukup hangat, berada pada titik 22°C – 33°C
- Perubahan suhu tidak berubah secara signifikan setiap tahunnya.
- Perubahan suhu pada siang dan malam hari memiliki perbedaan yang tidak signifikan.

### 2.1.2 Iklim Tropis di Pegunungan

Perbedaan suhu pada iklim di Indonesia mulai terlihat perbedaannya ketika kondisi geografis disuatu wilayah dan wilayah lain di Indonesia memiliki perbedaan yang signifikan. Beberapa wilayah di Indonesia terbentuk dari pegunungan dan daratan tinggi namun banyak pula diantaranya yang terbentuk dari dataran rendah yang didominasi pantai dan sebagainya. Kondisi ini menyebabkan terbentuknya iklim vertikal yaitu kondisi panas, sedang, sejuk dan dingin.

Indonesia juga dapat dibagi menjadi dua kategori iklim yang dinilai berdasar kepada jenis dan cara penyebaran dari iklim itu sendiri. Kategori yang pertama adalah persebaran iklim secara horizontal, dan yang kedua adalah secara vertikal.

Kategori penyebaran iklim secara vertikal memiliki keberagaman kondisi geografis, wilayah di indonesia dapat dibagi menjadi empat kategori iklim secara vertikal, yaitu iklim panas pada dataran rendah seperti pantai, pesisir dsb, iklim sedang pada kawasan urban dan sub urban seperti perkotaan, iklim sejuk seperti

wilayah yang terletak di kaki gunung dan iklim dingin yang berada di puncak wilayah pegunungan.

Karena Kabupaten Bandung berada di daerah pegunungan, maka wilayah ini memiliki iklim tropis di pegunungan. Adapun karakter atau ciri-ciri yang mewakili iklim tropis di pegunungan itu sendiri dan pengaruhnya terhadap bangunan yang dihadapi adalah sebagai berikut:

A. *Kondisi Landscape*

Kondisi landscape berupa hutan hujan yang terletak di dataran tinggi. Karena memiliki curah hujan yang tinggi, maka banyak tanaman tropis yang tumbuh dengan subur. Maka tidak heran, di area pegunungan dapat ditemui banyak hutan hujan tropis yang tersebar di berbagai wilayah

B. *Permukaan Tanah*

Permukaan tanah pada daerah dengan dataran tinggi didominasi oleh tanah merah atau coklat dengan tingkat kesuburan yang tinggi

C. *Vegetasi*

Jenis vegetasi yang tumbuh pada wilayah yang memiliki dataran tinggi adalah vegetasi berdaun lebat dengan variasi dan jenis yang bermacam-macam

D. *Musim*

Hanya terdapat dua musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Perbedaan dari tiap musim tersebut tidak terlalu drastis, baik dari suhu maupun kondisi lainnya. Pada bulan terpanas di musim kemarau, kondisi wilayah pegunungan cenderung panas dengan kelembaban sedang. Sedangkan pada kondisi bulan terdingin, suhu udara cenderung dingin dengan tingkat kelembabann sedang hingga basah.

E. *Kondisi Awan*

Kondisi awan pada daerah tropis lembab cenderung berawan dan berkabut

F. *Presipitasi*

Curah hujan di daerah pegunungan rata-rata 500-1250 mm. Pada musim kering, hujan dapat terjadi maupun tidak sama sekali. Curah hujan pada tiap daerah juga cenderung berbeda-beda tergantung kondisi geografis daerah tersebut.

G. *Kelembaban*

Kelembaban absolut pada wilayah pegunungan cenderung rendah mencapai 15 mm selama musim kering dan 20 mm di musim hujan. Kelembaban relatif berkisar pada 55-100% dengan kelembaban rata-rata mencapai 75%.

H. *Temperatur*

Suhu maksimum rata-rata dapat berubah sesuai dengan kondisi, letak wilayah dan ketinggiannya. Rata – rata di Indonesia mencapai 30,5 °C sedangkan suhu minimum rata-rata pada malam hari sebesar 25,5°C dengan fluktuasi rata-rata tahunan berkisar antara 3-5,5 °C. kondisi suhu pada awan cenderung sama dengan suhu udara.

I. *Gerakan Udara*

Daerah dengan iklim tropis lembab memiliki angin dengan kecepatan yang cenderung konstan. Pada hutran rimba, kecepatan angin cenderung rendah. Arah angin pada daerah tropis lembab berasal dari satu atau dua arah utama.

Berdasarkan uraian diatas, perbedaan iklim dapat mempengaruhi pembentukan dan konsep dalam membangun sebuah bangunan demi membuat bangunan yang memiliki tingkat kenyamanan tinggi bagi penghuni dan pelaku aktifitasnya. Dengan memperhatikan iklim dalam mendesain pula dapat menjaga kenyamanan termal didalam bangunan karena iklim memiliki porsi yang besar dalam kinerja termal pada suatu kawasan.

### 2.1.3 **Komparasi suhu antar kota di Indonesia**

Kabupaten Bandung merupakan wilayah besar di Jawa Barat yang berada di daerah lereng pegunungan, maka dari itu kondisi iklim disekitar kabupaten Bandung didominasi oleh cuaca dingin. Beberapa kota dengan topografi

pegunungan serupa di Indonesia juga memiliki kondisi iklim serupa, diantaranya adalah Malang, Bogor dan beberapa kota di lereng gunung lainnya, namun ada juga kota besar yang memiliki iklim yang cenderung panas, antara lain adalah Jakarta, Semarang dan Yogyakarta. Berikut adalah kondisi geografis dan iklim dari kota-kota besar tersebut.

A. *Kota Malang*

Kota Malang merupakan kota yang terletak di Provinsi Jawa Timur. Kota ini merupakan kota kedua terbesar setelah Kota Surabaya di Jawa Timur dan ke-12 di Indonesia. Kota Malang terletak di antara koordinat  $7^{\circ}16'$  Lintang Utara dan  $112^{\circ}43'$  Bujur Timur. Kota ini terletak pada ketinggian antara 440-667 meter di atas permukaan laut (mdpl). Kota ini memiliki suhu udara berkisar antara  $22,4^{\circ}\text{C}$  -  $24,3^{\circ}\text{C}$  tercatat pada tahun 2016 menurut Badan Pusat Statistik Kota Malang.

B. *Kota Bogor*

Kota Bogor merupakan sebuah kota di provinsi Jawa Barat. Kota ini terletak di 59 km sebelah selatan Jakarta. Kota Bogor terkenal dengan julukan kota hujan, dikarenakan memiliki curah hujan yang sangat tinggi. Tercatat di Kota Bogor ini sendiri memiliki persentase 70% hujan hampir tiap tahunnya. Kota Bogor ini memiliki ketinggian 190-330 meter di atas permukaan laut (mdpl). Kota ini memiliki suhu udara berkisar  $21,8^{\circ}\text{C}$  -  $26,3^{\circ}\text{C}$ . Koordinat kota ini adalah  $106^{\circ}48'$  Bujur Timur dan  $6^{\circ}26'$  Lintang Selatan.

C. *Kota Jakarta*

Kota Jakarta merupakan ibu kota negara Indonesia. DKI Jakarta berada di antara  $6^{\circ}12'$  Lintang Selatan dan  $106^{\circ}48'$  Bujur Timur. Rata-rata ketinggian Kota Jakarta adalah + 7 m di atas permukaan air laut. Kota Jakarta merupakan dataran rendah yang dibatasi oleh pantai dari sisi utara yang membentang dari barat ke timur dan berbatasan dengan Laut Jawa, pada sisi selatan dan timur Kota Jakarta dibatasi oleh wilayah provinsi Jawa Barat, dan pada sisi barat dibatasi oleh Provinsi Banten. Kondisi suhu Kota Jakarta pada tahun 2010-2015 cenderung mengalami peningkatan, dengan suhu tertinggi berada pada bulan Oktober yaitu  $37^{\circ}\text{C}$  dan suhu terendah berada pada bulan Agustus yaitu  $22,4^{\circ}\text{C}$ .

D. *Kota Semarang*

Kota Semarang merupakan kota besar yang menjadi ibu kota Provinsi Jawa Tengah. Posisi Kota Semarang berada di antara  $109^{\circ}35'$  –  $110^{\circ}50'$  Bujur Timur dan  $06^{\circ}50'$  -  $07^{\circ}10'$  Lintang Selatan. Ketinggian Kota Semarang antara lain 0,75 – 348 di atas garis pantai. Perbatasan Kota Semarang pada sisi utara yaitu Laut Jawa, pada sisi timur yaitu Kabupaten Demak, pada sisi barat yaitu Kabupaten Kendal, dan pada sisi selatan yaitu kabupaten Semarang. Kondisi suhu Kota Semarang pada tahun 2010-2015 cenderung stabil dengan suhu rata-rata tahunan  $28^{\circ}\text{C}$ .

E. *Kota Yogyakarta*

Kota Yogyakarta merupakan kota besar yang berada di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta. Posisi Kota Yogyakarta berada di antara  $110^{\circ}24'19''$  –  $110^{\circ}28'53''$  Bujur Timur dan  $07^{\circ}15'24''$  -  $07^{\circ}49'26''$  Lintang Selatan. Kota Yogyakarta dibatasi oleh Kabupaten Sleman pada sisi utara dan timur serta Kabupaten Bantul pada sisi timur, selatan, dan barat. Kota Yogyakarta berada di daerah lereng aliran Gunung Merapi pada ketinggian rata-rata 114 meter dari permukaan air laut dengan kemiringan lahan relatif datar antara 0 – 2 %. Kondisi suhu Kota Yogyakarta pada tahun 2010-2015 cenderung menurun, dengan suhu tertinggi berada pada bulan Oktober yaitu  $36,7^{\circ}\text{C}$  dan suhu terendah berada pada bulan Agustus yaitu  $17^{\circ}\text{C}$ .

Rata rata suhu Kabupaten Bandung pada perioder 2010-2015 apabila dibandingkan dengan kota lainnya, seperti Malang, dan Bogor cenderung sama. Dikarenakan topografi dan kondisi alam sekitar yang sama-sama dikelilingi oleh pegunungan. Sebaliknya, jika dibandingkan dengan Kota Jakarta, Yogyakarta dan Semarang, Kabupaten Bandung memiliki suhu yang cenderung lebih rendah dikarenakan perbedaan ketinggian dan topografi kota. Wilayah dengan dataran yang lebih rendah memiliki suhu terendah pada bulan Agustus dengan suhu terendah Kota Yogyakarta mencapai  $19^{\circ}\text{C}$  sedangkan kabupaten Bandung pertahun 2016 rata-rata suhu berada di angka  $23.75^{\circ}\text{C}$ .

## 2.2 Tinjauan Kenyamanan Suhu

Dalam proses mencapai kenyamanan termal didalam suatu bangunan, terdapat empat faktor alami di lingkungan sekitar yang mempengaruhi terhadap kondisi termal lingkungan, yaitu terdiri dari suhu, kecepatan aliran angin, kelembaban udara dan radiasi matahari (Sarwiko, 2004).

Pada penelitian ini, hal yang dititik beratkan adalah mengenai kenyamanan suhu dan kecepatan aliran angin didalam bangunan. Faktor pertama adalah suhu. Suhu dibagi menjadi dua jenis, yaitu suhu udara dan rata-rata suhu permukaan (mean radiant temperature, MRT). Suhu udara merupakan faktor dominan kondisi termal. Suhu udara menentukan tingkat pelepasan panas ke udara, umumnya melalui konveksi. Aliran panas akan berbalik pada kondisi suhu di atas 37°C dan menyebabkan tubuh menerima panas dari udara rata-rata suhu permukaan ruang. Rata-rata suhu permukaan ruang adalah suhu rata-rata pada permukaan elemen sekitar yang hanya dapat diukur melalui black globe thermometer. Rata-rata suhu permukaan ruang sebaiknya dijaga agar tidak terlalu berbeda dengan suhu udara untuk mencapai kenyamanan (Lechner, 2015).

Tubuh manusia memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungan sekitarnya, terutama dalam menjaga keseimbangan kondisi suhu tubuh. Kondisi lingkungan yang panas akan menyebabkan tubuh manusia melepaskan kalor dengan cara memproduksi keringat, sehingga permukaan kulit mengalami penyejukan melalui evaporasi. Kemampuan beradaptasi ini tidak hanya melalui kondisi fisiologis, namun juga melalui psikologis dengan cara menerima kondisi dominan yang dialami sebagai kondisi netral (Szokolay, 2014).

### 2.2.1 Rentang Kenyamanan Suhu

Rentang kondisi suhu nyaman yang dapat diterima oleh manusia disebut sebagai zona nyaman. Batas suhu pada zona nyaman yang dapat diterima 90% ditentukan melalui suhu netral, yaitu pada rentang 5°. Zona nyaman tersebut berkisar di atas dan di bawah suhu netral, yaitu antara  $(T_n - 2,5) ^\circ\text{C}$  sampai  $(T_n + 2,5) ^\circ\text{C}$ . Zona nyaman ini dapat digunakan untuk menentukan batas suhu nyaman pada suatu lingkungan (Szokolay, 2014). Rentang zona nyaman inilah yang dipakai pada penelitian ini yaitu 5° C dari suhu rata rata di Kabupaten Bandung.

## 2.2.2 Kenyamanan Ventilasi

Bangunan Masjid Al-Irsyad Satya terdapat batu kerawang yang memiliki fungsi sebagai ventilasi yang mengantarkan aliran angin menuju kedalam bangunan. Kecepatan angin memberikan pengaruh terhadap kenyamanan melalui penyejukan terhadap permukaan kulit manusia. Suhu lingkungan yang panas menyebabkan tubuh mengeluarkan keringat untuk melepaskan panas. Pergerakan angin dapat menimbulkan penguapan pada permukaan kulit tersebut, sehingga terjadi penurunan suhu pada permukaan kulit. Perbedaan kecepatan angin memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kenyamanan termal termasuk efek penyejarannya. Berikut ini merupakan pengaruh yang diberikan oleh kecepatan angin (Frick & Mulyani, 2006).

**Tabel 1 Pengaruh Angin terhadap Kenyamanan Ruangan**

Kecepatan Angin Bergerak	Pengaruh Atas Kenyamanan	Efek Penyejaran (Pada Suhu 30°C)
< 0,25 m/s	Tidak dapat dirasakan	0 °C
0,25 – 0,5 m/s	Paling nyaman	0,5-0,7 °C
0,5 – 1 m/s	Masih nyaman, tetapi gerakan udara dapat dirasakan	1-1,2 °C
1-1,5 m/s	Kecepatan maksimal	1,7-2,2 °C
1,5-2 m/s	Kurang nyaman, berangin	2,0-3,3 °C
>2 m/s	Kesehatan penghuni terpengaruh oleh kecepatan angin yang tinggi	2,3-4,2 °C

Sumber: Frick dan Mulyani (2006)

Rentang kecepatan angin yang nyaman menurut Frick & Mulyani (2006) berada pada rentang 0,25-1,5 m/s. Kecepatan >1,5 m/s pada ruang dalam sudah tidak nyaman lagi bagi penghuni. Hal ini sedikit berbeda dengan kenyamanan ventilasi menurut Lechner (2015). Kenyamanan ventilasi terkait pendinginan pada permukaan kulit menggunakan pergerakan angin berada pada rentang 0,2-2 m/s dan kecepatan angin sebesar 2 m/s adalah kecepatan optimal untuk ventilasi alami pada iklim panas – lembab. Namun, kecepatan sebesar 2 m/s dapat diterima apabila kondisi bukaan tidak berada dekat penghuni karena kecepatan yang sesuai pada bukaan dekat penghuni adalah sebesar 0,25 m/s berikut adalah tabelnya.

**Tabel 2 Kecepatan Angin Terhadap Kenyamanan Ruangan**

Kecepatan Angin (m/s)	Efek Penurunan Suhu (°C)	Efek Kenyamanan
0,05	0	Pergerakan udara rendah, kurang nyaman
0,2	1,1	Sedikit terasa, namun nyaman
0,25	1,3	Sesuai untuk bukaan yang berada dekat penghuni
0,4	1,9	Terasa dan nyaman
0,8	2,8	Sangat terasa, namun hanya dapat diterima pada ruangan dengan tingkat aktifitas tinggi dengan kondisi udara panas
1	3,3	Batas kecepatan untuk ruang dengan air conditioner
2	3,9	Kecepatan angin yang sesuai untuk kenyamanan ventilasi pada iklim panas – lembab
4,5	5	Terasa sebagai angin sejuk pada kondisi luar ruang

Sumber: Lechner (2015)

### 2.2.3 Suhu Nyaman Kabupaten Bandung

Suhu netral merupakan kondisi suhu dimana manusia tidak merasa panas atau dingin didalam suatu area tempat mereka beraktifitas. Suhu netral perlu diketahui untuk dapat menghitung suhu nyaman. Suhu netral dapat ditentukan dengan mengetahui terlebih dahulu suhu bulanan pada lingkungan. Persamaan suhu netral yang digunakan adalah persamaan Auliciems, Humphreys dan juga Szokolay. Data yang dibutuhkan untuk mendapatkan suhu netral adalah melalui data rata-rata suhu bulanan pada beberapa tahun terakhir.

Rata-rata suhu bulanan Kabupaten Bandung selama tahun 2015-2017 berada pada temperatur 23.3 °C – 23.8 °C. berdasarkan data tersebut dapat diketahui suhu netral Kabupaten Bandung. Selain dari hasil dari persamaan yang dapat menunjukkan suhu netral Kabupaten Bandung, penelitian sebelumnya mengenai suhu netral Kabupaten Bandung menunjukkan bahwa temperatur netral Kabupaten Bandung adalah 24.7 °C dalam satuan *Standard Air Temperatur* (TA) atau 25.7 °C dalam satuan *Globe Temperature* (TG). Suhu netral dalam angka 25,4 °C pada satuan *Operative Temperature* (TO) atau 26.7 °C dalam satuan *Standard Effective Temperature* (Karyono, 2008). Hasil ini menunjukkan bahwa suhu netral nyaman Kabupaten Bandung lebih tinggi dari rata-rata suhu bulanan pada tahun 2015-2017.

Berdasarkan suhu netral tersebut, maka dapat ditentukan suhu nyaman di Kabupaten Bandung yang dapat dipakai sebagai acuan penelitian ini. Batasan suhu yang dapat diterima oleh manusia sebagai zona nyamannya berada pada rentang 5 °C, yaitu  $(T_n - 2.5 \text{ } ^\circ\text{C}) - (T_n + 2.5 \text{ } ^\circ\text{C})$ . Berdasarkan acuan tersebut, maka dapat ditentukan ambang batas tertinggi suhu nyaman pada Kabupaten Bandung dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan  $T_n + 2.5 \text{ } ^\circ\text{C}$ , yaitu sebesar 28.2 °C apabila memakai satuan *Standard Air Temperatur* (TA) sebelumnya, dan ambang batas terendahnya yaitu  $T_n - 2.5 \text{ } ^\circ\text{C}$  sebesar 23.2 °C.

### 2.3 Tinjauan Pendinginan

Setelah tinjauan mengenai kenyamanan suhu yang baik didalam bangunan dan standar kecepatan aliran angin yang dibutuhkan untuk mencapainya, tinjauan berikutnya adalah mengenai pendinginan. Menurut Lechner (2015), kenyamanan suhu didalam suatu bangunan dapat dicapai melalui 3 tahap pendekatan, yaitu.

#### A. *Tahap 1: Penghindaran Panas*

Pada tahap ini perancangan bangunan dilakukan untuk meminimalisir masuknya panas ke dalam bangunan. Strategi yang digunakan pada tahap ini melalui penggunaan pembayangan, orientasi, pemilihan warna, vegetasi, insulasi, sinar masuk, dan pengendalian sumber panas dalam bangunan.

#### B. *Tahap 2: Pendinginan Alami*

Pada tahap ini suhu dalam bangunan tidak hanya diminimalisir namun juga dikurangi. Pendinginan alami melibatkan pergerakan udara untuk mengatur zona nyaman menuju suhu yang lebih tinggi.

#### C. *Tahap 3: Pendinginan Mekanik*

Pada tahap ini pendinginan mekanik digunakan ketika upaya menghindari panas dan pendinginan alami tidak mampu memenuhi kenyamanan termal. Penggunaan pendinginan mekanik menghabiskan energi dan biaya, sehingga upaya ini sebaiknya dihindari.

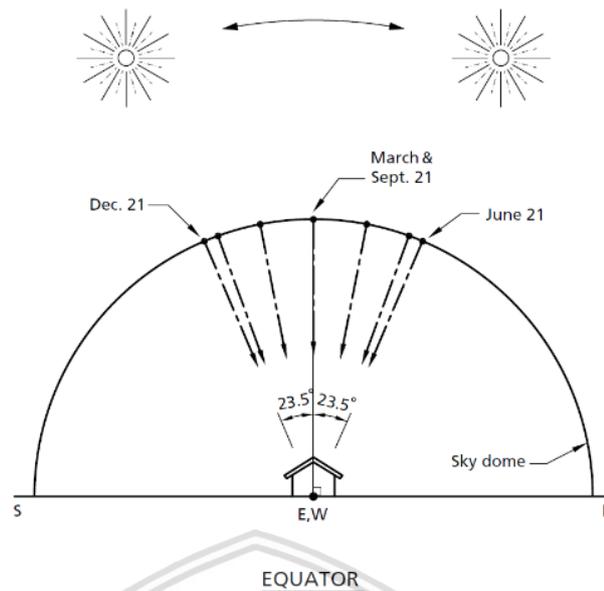
Ketiga pendekatan diatas merupakan upaya untuk menurunkan suhu dalam bangunan agar mendekati kenyamanan suhu didalam ruangan yang baik. Upaya

untuk menghindari panas merupakan tahapan paling sederhana yang dapat dilakukan. Apabila tidak memungkinkan untuk dilakukan, desain bangunan pada umumnya menggunakan pendinginan alami tanpa bantuan alat mekanik. Begitu juga seterusnya, apabila kenyamanan belum tercapai pengondisian udara dibantu dengan alat mekanik melalui pendinginan mekanik. Upaya utama yang sebaiknya dilakukan secara alami adalah melalui penghindaran panas dan pendinginan alami. Upaya pendinginan mekanik selain menghabiskan energi dan biaya, juga berdampak buruk terhadap lingkungan sehingga perlu dihindari, mengingat bangunan Masjid Al-Irsyad Satya memiliki luasan yang sangat besar pada area sholat sehingga membutuhkan pendinginan mekanik dalam jumlah banyak apabila pendinginan alami tidak dapat tercapai.

### 2.3.2 Penghindaran Panas

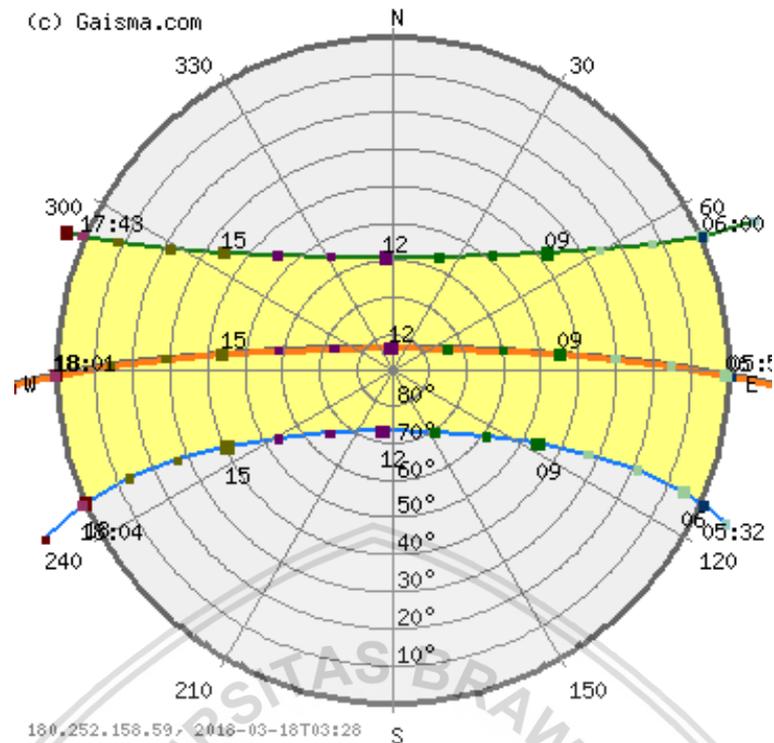
Penghindaran panas utamanya dilakukan melalui pendekatan orientasi bangunan dan pembayangan. Pembayang yang digunakan pada bangunan biasanya menggunakan tritisan dari atap, balkon, dan penutup jendela. Penambahan shading device dilakukan apabila tritisan atap belum mampu membayangi bukaan pada bangunan. Peletakan pembayang dan pemilihan orientasi ini dilakukan mengikuti kondisi pergerakan matahari.

Kondisi pergerakan matahari pada iklim panas lembab terbagi menjadi tiga macam berdasarkan lokasinya, yaitu pada garis khatulistiwa, garis lintang utara  $23,5^{\circ}$ , dan garis lintang selatan  $23,5^{\circ}$ . Pergerakan matahari pada daerah garis khatulistiwa mengalami posisi puncak (titik equinoks) dua kali dalam setahun, yaitu pada tanggal 21 Maret dan 23 September. Titik balik matahari di daerah garis khatulistiwa berada pada tanggal 21 Juni dan 21 Desember sebagai posisi terendah matahari. Matahari hanya berada di titik equinoks sekali dalam setahun di daerah garis lintang utara  $23,5^{\circ}$ , dan garis lintang selatan  $23,5^{\circ}$ . Matahari terus menuju ke selatan hingga posisi terendah tanggal 21 Desember di daerah lintang selatan  $23,5^{\circ}$ , sebaliknya matahari terus menujuk ke utara hingga posisi terendah tanggal 21 Juni (Lechner, 2015).



**Gambar 2.1 Pergerakan matahari pada iklim panas lembab**  
**Sumber: Lechner (2015)**

Pergerakan matahari ini digambarkan lintasannya menggunakan diagram sunpath. Diagram ini dapat digunakan untuk mengetahui sudut matahari pada waktu tertentu (Szokolay, 2014). Sudut altitude, yaitu sudut matahari yang datang dari arah vertikal, digambarkan pada garis lingkaran. Sudut azimuth, yaitu sudut matahari yang datang dari arah horizontal, digambarkan pada perimeter lingkaran. Lintasan matahari berdasarkan waktu digambarkan dengan garis merah. Lintasan ini berbeda tiap lokasinya, pada Kabupaten Bandung yang digunakan adalah lintasan pada 7° LS. Berikut ini adalah sunpath yang dapat digunakan di Kabupaten Bandung Kabupaten Bandung memiliki beberapa area pemukiman baru, contohnya adalah area Padalarang yang memiliki area pemukiman bernama Kota Baru Parahyangan. Area ini merupakan area pemukiman baru yang mulai di rencanakan pada tahun 2002. Area pemukiman diluar pusat Kota Bandung semakin banyak, dikarenakan tingkat polusi di Kota Bandung semakin bertambah tiap tahunnya.



**Gambar 2.2 Sunpath Kabupaten Bandung**  
**Sumber: Gaisma.com**

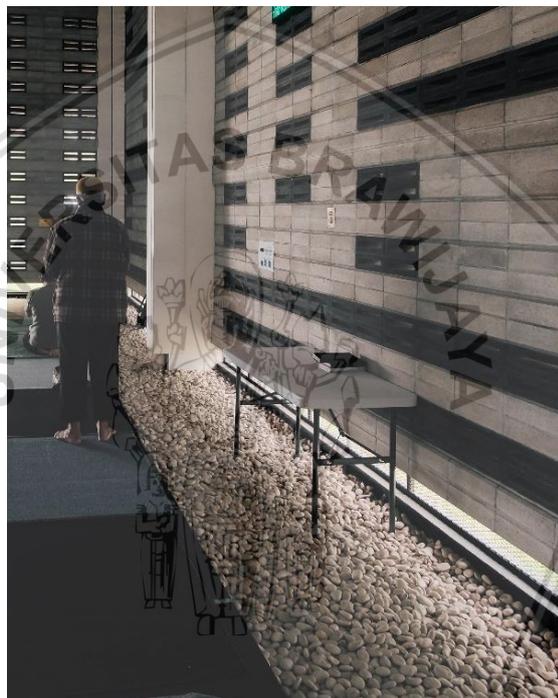
A. *Orientasi bangunan*

Matahari pada daerah garis khatulistiwa menyinari sisi selatan selama setengah tahun, dan menyinari sisi utara pada setengah tahun berikutnya. Hal ini menyebabkan selubung bangunan sisi utara dan selatan memiliki kondisi peninaran matahari yang serupa. Matahari yang terbit dari timur ke barat juga menyebabkan sisi timur dan barat lebih banyak terkena sinar matahari dibandingkan sisi utara dan selatan. Penentuan orientasi bangunan pun menjadi penting untuk meminimalisir panas yang diterima oleh dinding bangunan. Orientasi bangunan sebaiknya memanjang ke arah timur-barat untuk menghindari sisi terpanjang bangunan berada di timur dan barat (Lechner, 2015). Namun pada bangunan Masjid yang diharuskan menghadap ke arah Kiblat dengan posisi  $25^\circ$  dari arah utara menuju barat, orientasi bangunan tidak dapat banyak berubah.

B. *Pembayang (shading device)*

Iklim tropis yang terjadi di wilayah Indonesia menyebabkan suhu yang cenderung berada diatas zona nyaman selama setahun. Hal ini menyebabkan pembayang pada bukaan bangunan yang diperlukan tidak hanya untuk menghindari

sinar langsung, namun juga sinar pantul dan sinar tidak langsung (Lechner, 2015). Kinerja pembayang dibutuhkan untuk membayangi bukaan pada waktu terpanas. Namun dikarenakan bangunan memiliki material bukaan batu kerawang yang tidak dapat memberikan pembayang berupa shading device, maka sistem pembayangan yang tepat dapat dilakukan dengan memberikan jarak antara bukaan dan ruang aktivitas. Berdasarkan desain eksisting, sudah terdapat jarak dengan ruang aktivitas dan dapat disesuaikan kembali apabila terjadi rekomendasi desain dengan bukaan yang lebih besar sehingga diperlukan jarak antara bukaan dan ruang aktivitas yang lebih besar.



**Gambar 2.3 Jarak antara bukaan dan Ruang Aktivitas**  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

### 2.3.3 Pendinginan Alami

Pendinginan alami dilakukan setelah upaya penghindaran panas dilakukan. Pencapaian pendinginan alami dapat dilakukan dengan cara mendinginkan bangunan ataupun mengubah zona nyaman agar sesuai dengan kondisi dalam bangunan. Pendinginan bangunan dapat dilakukan dengan menurunkan panas dalam bangunan, sedangkan zona nyaman dapat digeser dengan mengubah factor kelembaban, kecepatan angin, dan MRT. Berikut ini adalah 5 metode yang dapat digunakan untuk melakukan pendinginan alami (Lechner, 2015).

- Pendinginan melalui ventilasi
- Pendinginan radiatif
- Pendinginan Evaporatif
- Pendinginan Bumi
- Penurunan Kelembaban

Pada penelitian ini, pendinginan yang diterapkan adalah pendinginan melalui ventilasi dan penurunan kelembaban.

Pendinginan melalui ventilasi dilakukan dengan memanfaatkan pergerakan angin untuk menurunkan suhu baik pada bangunan ataupun pada permukaan kulit manusia.

Metode ini dilakukan pada siang dan malam hari dengan cara mengalirkan angin menuju permukaan kulit untuk meningkatkan proses terjadinya evaporasi pada kulit sehingga panas dapat terbuang dan mencapai kenyamanan suhu. Kelemahannya pada siang hari, angin yang masuk dapat membawa panas ke dalam bangunan.

Pendinginan kedua yang dilakukan adalah dengan mengurangi kelembaban dari udara. Pengurangan kelembaban dapat dilakukan dengan 3 cara, yaitu meningkatkan aliran angin, mendinginkan udara sampai pada suhu titik embun dan menggunakan desiccant (penyerap kelembaban).

Metode pendinginan alami pada iklim panas lembab yang memungkinkan untuk dilakukan adalah penggunaan pendinginan melalui ventilasi. Kondisi iklim yang lembab tidak dianjurkan untuk penggunaan evaporasi karena dapat meningkatkan kelembaban dalam ruangan. Penggunaan pendinginan bumi juga hanya dapat dicapai pada bangunan yang menggunakan selubung tebal sebagai insulasi, sedangkan pada iklim tropis panas lembab selubung yang sesuai adalah selubung tipis yang ringan. Iklim panas lembab juga memiliki kondisi langit yang cenderung berawan sehingga sulit untuk menggunakan pendinginan radiatif dengan melepas panas ke langit. Penurunan kelembaban masih mungkin dilakukan namun hasilnya tidak begitu berpengaruh terhadap kenyamanan termal pada iklim panas lembab (Lechner, 2015).

Pendinginan menggunakan ventilasi menurut Koenigsberger et al. (2013) memiliki tiga tujuan, yaitu untuk pertukaran udara, pendinginan konvektif dan pendinginan fisiologis. Pertukaran udara yang dibutuhkan dalam ruang mengikuti kebutuhan penghuni. Pendinginan konvektif memanfaatkan angin untuk membawa panas dari area yang suhunya lebih tinggi ke suhu lebih rendah. Hal ini dapat diterapkan apabila kondisi ruang dalam lebih tinggi suhunya dibandingkan ruang luar, sehingga angin dapat membawa panas dari ruang dalam ke luar. Pendinginan fisiologis merupakan pendinginan pada permukaan kulit manusia untuk memberikan efek penurunan suhu pada kulit manusia melalui proses evaporasi dan konveksi.

## **2.4 Material batu kerawang**

### **2.4.1 Pengertian dan Fungsi**

Jenis material bukaan pada bangunan Masjid Al-Irsyad Satya adalah material batu kerawang. Material batu kerawang ini merupakan balok berlubang yang memberikan fungsi sebagai lubang angin untuk meneruskan aliran udara dari luar bangunan menuju kedalam bangunan dan sebaliknya.

Fungsi dari batu kerawang ini dirubah oleh perencana, pada awalnya, batu kerawang hanya diletakkan diatas jendela atau pintu sebagai ventilasi tambahan pada area yang memerlukan arus udara secara alami. Namun pada akhirnya batu kerawang ini difungsikan sebagai bahan pembentuk dinding dan mendominasi keseluruhan selubung bangunan sebagai sistem ventilasi dan juga variasi keindahan dari dinding yang memberikan image berbeda dari kebanyakan bangunan masjid lainnya.

### **2.4.2 Bahan Dasar**

Batu kerawang yang diterapkan pada bangunan ini berbeda dari material kerawang yang diterapkan sebagai rooster kebanyakan. Secara luas, rooster yang dipakai untuk dinding berasal dari tanah liat dan juga batako. Sedangkan batu kerawang pada bangunan ini merupakan campuran antara semen dan pasir.

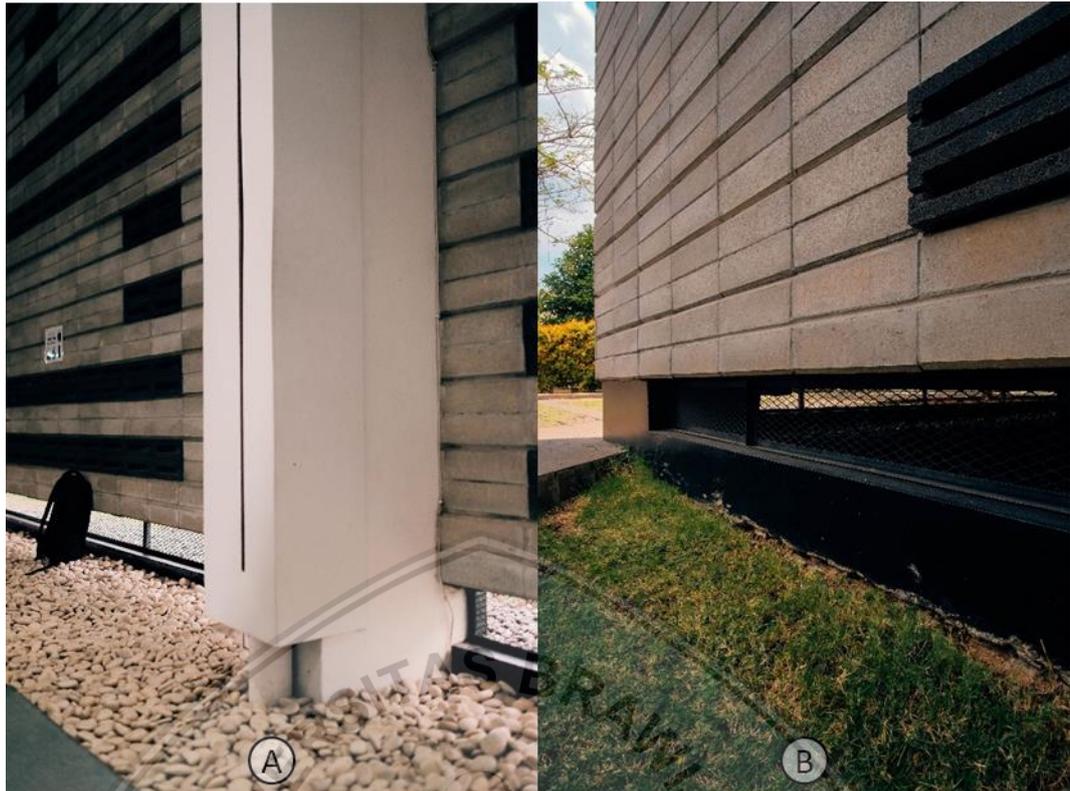
Batu kerawang yang diterapkan sebagai rooster ini juga bisa disebut Rooster Beton Pracetak (*Pre-cast Concrete Rooster*) dimana campuran pasir dan

semen dicampur dalam cetakan berbentuk sesuai kebutuhan desain, dan kemudian langsung disusun sesuai kebutuhan. Dengan produksi Rooster Beton Pracetak didalam suatu *Precast Plant* atau suatu pabrikan maka kualitas dari material ini dapat di monitor secara ketat oleh petugas *Precast Plant*.

Rooster Beton Pracetak (*Pre-cast Concrete Rooster*) diproduksi dengan menggunakan cetakan hingga setengah kering dan tidak dicor, melainkan menggunakan tkenik cetak tekan, dapat menggunakan mesin press maupun manual press. Teknik setengah kering ini sangat mirip dengan sistem cetak batako / paving. Kekuatan dari Rooster Beton Pracetak juga sangat bervariasi tergantung dari komposisi campuran, kualitas material, tingkat kekuatan tekan dan kepadatan rongga material. Ketebalannya pun dapat divariasikan sesuai dengan kebutuhan desain selubung bangunan.

#### **2.4.3 Karakteristik dan Aplikasi**

Setiap bahan konstruksi dan sistem yang dipakai dalam membuat suatu bangunan memiliki karakteristik sendiri yang mempengaruhi tata letak, panjang bentang, kedalaman konstruksi, sistem stabilisasi bangunan dan sebagainya. Hal ini juga berlaku untuk material Rooster Beton Pracetak (*Pre-cast Concrete Rooster*). Pada penerapannya, material rooster ini dapat dibuat sangat padat apabila dijadikan sebagai struktur utama bangunan, ataupun memiliki rongga – rongga kecil dalam pembuatannya. Penerapan yang dipakai dalam Masjid Al-Irsyad Satya memiliki rongga – rongga kecil dikarenakan material ini bukan menjadi struktur utama, melainkan bangunan dikerjakan rangka terlebih dahulu dengan material *H Beam Steel* yang kemudian dilapisi finishing semen dan cat putih seperti gambar dibawah.



**Gambar 2.4 Struktur dan Aplikasi (A: H Beam sebagai Struktur utama & B: Penerapan Batu Kerawang Tidak sebagai Struktur Utama)**

**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Pengaplikasian batu kerawang ini bukan sebagai struktur utama juga terlihat pada bukaan (*void*) berupa *nett* pada bagian bawah selubung (lihat gambar 2.4).

#### **2.4.4 Kelebihan dan Kekurangan**

Dalam penerapannya, setiap material memiliki keunggulan dan kekurangan masing – masing. Berikut adalah beberapa kelebihan dan kekurangan dari Rooster Beton Pracetak (*Pre-cast Concrete Rooster*):

##### **A. Keleluasaan dalam Desain**

Produsen (*Precast Plant*) memberikan keleluasaan kepada konsumen dalam menentukan bahan, memilih kepadatan serta campuran bahan, dan desain sesuai kebutuhan konsep bangunan, membuat bangunan memiliki ciri masing masing yang berbeda.

B. *Mengurangi waktu dan biaya konstruksi*

Pembuatan Rooster Beton Pracetak dapat menghemat waktu pengerjaan dan mengurangi resiko molornya jadwal proyek pembuatan sebuah bangunan, sehingga dapat mengurangi kemungkinan kerugian denda apabila waktu pengerjaan tidak sesuai jadwal. Dalam pengerjaannya, tidak seperti konstruksi batu bata dan konstruksi lainnya yang harus dikerjakan bersama sama didalam sebuah site, melainkan dapat dikerjakan diluar site sehingga proyek dilapangan dapat mengerjakan pekerjaan lain dan kemudian Rooster Beton Pracetak dikirim dan disusun.

C. *Kualitas tinggi dan nilai estetika yang baik*

Dikarenakan Rooster Beton Pracetak diproduksi di dalam *Precast Plant*, maka faktor – faktor penting termasuk suhu, campuran, waktu pelepasan dengan alat cetak dapat dikendalikan dan diperiksa secara ketat. Sehingga dapat dipastikan bahwa kualitas produk lebih bagus daripada pengerjaan di site, dalam kasus ini adalah lingkungan Masjid Al-Irsyad Satya.

D. *Area konstruksi yang lebih aman dan bersih*

Dikarenakan Rooster Beton Pracetak diproduksi didalam *Precast Plant*, maka tidak ada alat pencetak dan alat lainnya yang dibutuhkan untuk membuat batu kerawang ini, sehingga area konstruksi lebih bersih dan aman dikarenakan hanya memerlukan penyusunan batu kerawang didalam site.

E. *Total Biaya Konstruksi Lebih Rendah*

Semua poin sebelumnya menyederhanakan proses konstruksi dan meningkatkan produktivitas, kualitas dan keamanan. Akibatnya, total biaya konstruksi berkurang.

F. *Peningkatan Kualitas Elemen Struktural*

Rooster Beton Pracetak (*Pre-cast Concrete Rooster*) yang diproduksi di pabrik menggunakan teknik dan mesin modern. Bahan baku seperti beton, pasir, dan tulangan penguat berada di bawah kontrol kualitas tingkat tinggi. Bekisting yang digunakan memiliki kualitas lebih tinggi daripada yang digunakan di lokasi

konstruksi. Ini memungkinkan bentuk yang lebih benar dan penyelesaian yang lebih baik dalam komponen pracetak.

Selain kelebihan yang disebutkan sebelumnya, berikut adalah kekurangan dari penerapan Rooster Beton Pracetak (*Pre-cast Concrete Rooster*):

G. *Modal yang cukup tinggi bagi Pre-Cast Plant*

Membuat sebuah Pre-Cast Plant memerlukan investasi awal yang besar. Hal ini dikarenakan mahalnya mesin cetak material utama untuk menghasilkan kualitas Pre-Cast yang baik.

Mesin cetak yang mahal dapat membuat beragam jenis beton pracetak, tidak hanya sebagai rooster, dapat juga membuat precast dinding untuk gedung bertingkat dan pembangunan perumahan.

H. *Alur Komunikasi Rumit*

Hubungan antara pekerja didalam site pembangunan dan didalam *Pre-Cast Plant* menghasilkan alur komunikasi yang rumit.

Rooster Beton Pracetak yang harus dikerjakan di luar site harus secara *realtime* menyesuaikan dengan perubahan kecil yang terjadi di lapangan, lingkungan Masjid Al-Irsyad Satya.

I. *Transportasi*

Para pekerja konstruksi harus berhati – hati ketika menangani Rooster Beton Pracetak yang dibuat di *Pre-Cast Plant* untuk menghindari kerusakan. Setelah itu, Rooster Beton Pracetak harus dibawa dari lokasi pembuatan menuju site pembangunan menggunakan trailer. Biasanya material ini dibuat dalam jumlah yang banyak dan berat, menciptakan kesulitan dalam transportasi.

#### 2.4.5 **Material Alternatif Ramah Lingkungan**

Bangunan Masjid Al-Irsyad memiliki material dasar batu kerawang sebagai material insulasi utama dari bangunan ini. Namun, sebenarnya masih banyak material yang dapat dibuat seperti batu kerawang, dengan proses desain pracetak sehingga dapat di aplikasikan mirip dengan desain solid-void. Berikut

adalah beberapa contoh material alternatif beserta kelebihan dan urutan efektifitasnya dalam insulasi panas dibandingkan dengan material batu kerawang.

A. *Foam Diatomite Heat Insulation*



**Gambar 2.5** *Foam Diatomite Heat Insulation*  
Sumber: *Prompostavka*

Material alternatif yang pertama ini memiliki struktur penambah ketahanan terhadap panas. Foadm diatomite heat insulation biasanya digunakan untuk gedung perindustrian yang memerlukan dinding ketahanan terhadap panas yang baik. Namun pada beberapa kasusnya, material ini dijadikan bahan utama dalam membuat rumah/hunian di beberapa negara khususnya yang memiliki isu terhadap panas. Material ini diimplementasikan dengan sedikit perubahan dari komposisi awal, sehingga sesuai dengan kebutuhan bangunan hunian. Beberapa keuntungan dari material ini adalah:

- Material ini tidak mudah terbakar karena *fire proof*.
- Tidak dapat terkena rayap dan serangan hama.
- Memiliki tingkat insulasi yang baik apabila diterapkan pada iklim panas dikarenakan massa termal yang tinggi

Namun, dibalik keuntungan yang diberikan, terdapat beberapa kekurangan dari material ini, diantaranya adalah:

- Material yang masih cukup sulit didapatkan dan diproduksi dikarenakan merupakan material modifikasi.
- Pemasangan tidak dapat dilakukan secara ex-situ.

Berikut adalah kapasitas termal dari *Foam Diatomite Heat Insulation*:

**Tabel 3 Kapasitas termal *Foam Diatomite Heat Insulation***

Name	Units	KPD-400	KPD-450	KPD-500
Maximum operating temperature	°C	900	900	900
Volume density	Kg/m <sup>3</sup>	400	450	500
Compressive resistance	MPa	1.5	1.5	2.5
Bend strength	MPa	0.7	0.7	0.7
Pore volume	%	79	79	77
Gas permeability	nPm	0.6	0.6	0.6
Specific heat	kJ/(kg·K)	0.98	0.98	0.98
Linear factor of thermal expansion	K <sup>-1</sup>	3.0×10 <sup>-6</sup> /1.6×10 <sup>-6</sup>		
Within 20-750°C				
Thermal resistance	Cycles	Over 30		
Additional shrinkage	%	1		
<b>Heat conductivity ratio:</b>				
Under 200°C temperature	W/(m·k)	0.1		
Under 400°C temperature		0.13		
Under 600°C temperature		0.15		
Under 800°C temperature		0.17		
<b>Typical chemical content:</b>				
SiO <sub>2</sub>	%	86		
TiO <sub>2</sub>		0.3		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		2.8		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		6.1		
MgO		0.8		
CaO		0.3		
Na <sub>2</sub> O		0.2		
K <sub>2</sub> O		1.3		

Sumber: <http://www.prompostavka.com/EN/skamol/kirpich-penodiatomitoviy-teploizolyatsionnyiy/>

**B. *Silica Insulation Brick***

**Gambar 2.6 Silica Insulation Brick**

Sumber: <https://rsrefractoryfirebrick.com/silica-insulation-bricks/>

Material kedua adalah bata dengan material insulasi berbahan dasar silika. Material ini juga memiliki tingkat isolasi yang sangat baik dan berkualitas. Bahan dasar biji silika membuat material ini memiliki berat yang ringan. Berat ringan yang dihasilkan sesuai dengan target pasarnya, yaitu pasar internasional. Sehingga memiliki berat yang lebih ringan dari material lainnya merupakan keuntungan dalam harga pengiriman dalam pengeksporan material ini. Selain itu, material ini memiliki beberapa keuntungan lainnya, yaitu:

- Memiliki konduktivitas termal yang baik.
- Memiliki kekuatan struktur yang baik dalam temperatur tinggi
- Memiliki volume yang stabil dalam temperatur tinggi
- Memiliki tingkat memuai yang kecil
- Memiliki tingkat kekeroposan yang rendah

Berikut adalah muatan termal dari *silica insulation brick*:

**Tabel 4 Muatan termal *Silica Insulation Brick***

ITEM	QG-0.8	QG-1.0	QG-1.1	QG-1.15	QG-1.2
SiO <sub>2</sub> %	≥88	≥91	≥91	≥91	≥91
Bulk Density g/cm <sup>3</sup>	≤0.85	≤1.00	≤1.10	≤1.15	≤1.20
Cold Crushing Strength Mpa	≥1.0	≥2.0	≥3.0	≥5.0	≥5.0
0.2Mpa Refractoriness Under Load T0.6 °C	≥1400	≥1420	≥1460	≥1500	≥1520
Permanent Linear Change On Reheating ( %) 1450°CX2h	0~+0.5	0~+0.5	0~+0.5	0~+0.5	0~+0.5
20—1000°C Thermal Expansich10-6/°C	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Thermal Conductivity (W/MK) 350°C	0.35	0.38	0.40	0.41	0.42

Sumber: <https://rsrefractoryfirebrick.com/silica-insulation-bricks/>

C. *Clay Brick Wall*



**Gambar 2.7 Clay Brick Wall**

Sumber: Shutterstock

Batu bata tanah liat sudah digunakan sejak lama sebagai bahan utama dalam membuat bangunan. Material ini memiliki kelebihan dalam berbagai aspek, khususnya dalam memperbaiki performa termal insulasi dalam sebuah rumah. Material ini memiliki proses konstruksi dengan teknologi rendah serta mudah untuk dibangun. Material ini juga membutuhkan perawatan yang minim dan cocok untuk iklim tropis di Indonesia. Beberapa keuntungannya adalah:

- Tanah liat dapat didaur ulang
- Dapat mereduksi kebisingan
- Memiliki insulasi yang baik untuk iklim tropis
- Tidak memberikan emisi yang berbahaya

Berikut adalah muatan termal dari *Clay Brick Wall*:

**Tabel 5 Muatan Termal Clay Brick Wall**

Brick Type	Vol. Mass Gross Kg/M <sup>3</sup>	Vol. Mass Net Kg/M <sup>3</sup>	$\Lambda_{mat}^*$ W/(Mk)	$\Lambda_{wall}^{**}$ W/(Mk)	W. A.*** (%)
II-1	869.4	1912.2	0.641	0.28	10.87
III-1	868.5	1953.2	0.651	0.347	11.7
III-2	845.1	1901	0.6	0.308	10.8
IV-1	708.3	1648.9	0.515	0.258	18.1
I-1	788.6	1828.7	0.581	0.294	14.5
I-2	726.5	1830.5	0.581	0.206	14.9
V-1	817.2	2059.8	0.686	0.304	9.3
VI-1	784.1	1984.1	0.665	0.354	9.5
VI-2	764.9	1984.3	0.675	0.326	9.4

Sumber: [http://modtech.ro/international-journal/vol2no12010/Milica\\_Arsenovic.pdf](http://modtech.ro/international-journal/vol2no12010/Milica_Arsenovic.pdf)

Keterangan:

\*  $\lambda_{mat}$  – Konduksi termal material

\*\*  $\lambda_{wall}$  – Konduksi termal Dinding

\*\*\*W. a. – Absorpsi air

#### D. *Hempcrete*



**Gambar 2.8 Material *Hempcrete***  
**Sumber: IsoHemp**

*Hempcrete* adalah sebuah material bio-komposit yang terbuat dari campuran basah *hemp shiv* dengan pengikat berupa batu gamping. *Hempcrete* memberikan *vapour-permeable* alami, insulasi kedap udara yang mana juga memiliki massa termal yang besar, sehingga memberikan performa termal efektif yang unik. Penggunaan *hempcrete* pada bangunan menciptakan lingkungan *indoor* yang sehat (bebas bahan kimia dan bebas lembap). Ini adalah sebuah “*better-than-zero-carbon material*”, mengunci lebih banyak karbon atmosfer seumur hidup bangunan daripada yang dikeluarkan saat sedang dibangun.

*Hempcrete* biasa digunakan sebagai dinding, yang dikombinasikan dengan struktur kusen kayu. *Hempcrete* juga dapat berperan sebagai slab lantai insulasi, memungkinkan seluruh termal selubung bangunan untuk terbentuk dari *hempcrete*. Karena ini adalah *vapour permeable* dan miliki kemampuan untuk membentuk dirinya di sekitar bentuk apapun sebelum jadi, *hempcrete* adalah material yang ideal untuk meningkatkan *thermal performance* pada bangunan tradisional lama dan bangunan-bangunan bersejarah. Ini terutama sangat pas untuk membenahi pengisian dalam kusen kayu, atau menambah insulasi pada dinding batu solid, dan harmoni dengan rangka bangunan asli pada bangunan tradisional untuk mencegah

dari terperangkapnya kelembapan di dalam dinding. Berikut adalah muatan termal dari *Hempcrete*:

**Tabel 6 Muatan Termal *Hempcrete***

Name	Value
Ketebalan Dinding (mm)	300
Density kg/m <sup>3</sup>	1171
U-value (K-m <sup>2</sup> /W)	0,57
R-value (Ft <sup>2</sup> .oF-h/BTU) USA	25
Koefisien Termal Spesifik J/ g·K	1,103
Konduktivitas Termal W/ m·K	0,19
Akumulasi Kapasitas Kalor ( <i>Termal Inertia</i> ) kJ/ m <sup>3</sup> ·K	1291

Sumber: Cannabric.com (2008)

### E. *Mycelium*



Mycelium adalah bagian vegetatif dari fungi dan merupakan lapisan tipis dari hifa, berstruktur seperti akar yang memungkinkan fungus untuk menyerap nutrisi dari substratnya (Bafkar, 2016). Material mycology saat ini mulai dieksplorasi sebagai material teknik, dan sejauh ini penelitian mengenai sifat mekanisnya sudah sangat terbatas. Mycelium saat ini sudah dikembangkan secara komersil untuk material pengemasan, insulasi, panel insulasi structural, dan lantai akustik.

Berdasarkan dengan tingginya tingkat pertumbuhan, tidak beracun, dan merupakan material berkelanjutan, bahan dasar dengan mycelium saat ini banyak dieksplorasi untuk digunakan dalam bidang struktural dan arsitektural, termasuk menggunakan mycelium sebagai balok dasar bangunan untuk struktur avant-garde yang disebut Mycotechture.

Menurut Wagner (2016), kelebihan dari material mycelium ini di antaranya:

- Tahan akan guncangan.
- *Acoustic absorbant*.
- *Biodegradable*.
- Pembuatannya ekonomis.
- Terbuat dari limbah.
- Bebas dari *VOC* dan *Formaldehyde*.
- Ringan.
- Memungkinkan untuk dibentuk ke bentukan yang kompleks.

Sedangkan kekurangan mycelium menurut Wanger (2016), adalah sebagai berikut:

- Ketahanan terhadap air lebih buruk dari material alternatif lainnya.
- Masa tumbuh bahan inti pembentuk material ini cukup lama.
- Inkonsistensi dalam hal kualitas material.
- Memerlukan pelapis.

Berikut adalah muatan termal dari material *Mycelium*:

**Tabel 7 Muatan Termal *Mycelium***

Massa Jenis (Kg/m <sup>3</sup> )	Konduktivitas Termal (W/mK)	Specific Heat Capacity MK/(m <sup>3</sup> k)
5.745	0.081	0.369

Sumber: (Xing, et al., 2017)

F. *BisoRocket*

**Gambar 2.9 BisoRocket**

Sumber: <http://baustoff-partner.eu/trendfuehrer-im-segment-der-leichtbetonmauerwerkssteine/>

Material alternatif terakhir adalah *BisoRocket*. Dimana material ini cukup populer pada negara dingin seperti Denmark, German dan Russia. Material ini merupakan material unggulan yang memiliki konduktifitas termal terendah diantara batu lainnya yang tersedia di negara dingin. Material ini menggabungkan struktur beton yang ringan yang terbuat dari silika dengan campuran material insulasi kualitas terbaik sebagai *filling* didalam beton strukturnya.

Material ini memiliki beberapa keunggulan, diantaranya adalah:

- Memiliki nilai konuktifitas termal terendah, dalam beberapa kasus dapat mencapai 0.07 namun dalam standarnya mencapai 0.08.
- Memiliki struktur yang kuat, dapat dibangun hingga 7 lantai.
- Memiliki proteksi api.
- Proteksi material filling sebagai insulasi yang permanen dikarenakan struktur beton diluarnya.
- *Sustainable*, dikarenakan material ini 100% dapat didaur ulang

- Murah dalam pembuatan dan pengerjaan dilapangan.

Namun, material ini juga memiliki beberapa kekurangan. Berikut adalah kekurangannya:

- Tidak mudah kering dalam pengerjaannya dilapangan
- Material yang sangat tebal, memakan banyak ruang dalam bangunan

Berikut adalah spesifikasi dan muatan termal dari material *BisoRocket*:

Tabel 8 Muatan Termal BisoRocket

Steinbezeichnung		BISOCKET® Hohlblock				
<b>Bauphysik</b>						
<b>Wärmeleitfähigkeit <math>\lambda_p</math></b>	<b>W/mK</b>	<b>0,08</b>	<b>0,09</b>	<b>0,10</b>	<b>0,11</b>	
Zulassung		Z-171-1081				
Format	DF	12	12	12	12	
<b>Wanddicke d</b>	<b>cm</b>	<b>36,5</b>	<b>36,5</b>	<b>36,5</b>	<b>36,5</b>	<b>36,5</b>
<b>U-Wert <sup>1)</sup></b>	<b>W/m<sup>2</sup>K</b>	<b>0,21</b>	<b>0,23</b>	<b>0,25</b>	<b>0,28</b>	
Wärmedämmwert R (1/ $\lambda$ )	m <sup>2</sup> K/W	4,67	4,16	3,76	3,43	
Wärmespeicherfähigkeit Q	kJ/m <sup>2</sup> K	233	269	306	324	
Auskühlzeit T <sub>A</sub>	h	302	311	319	308	
Schalldämm-Maß Rw	dB	Siehe technische Informationen Schallschutz				
$\mu$ -Wert		5 / 10	5 / 10	5 / 10	5 / 10	
Brandschutz		Siehe technische Informationen Brandschutz				
<b>Statik</b>						
<b>Festigkeitsklasse/ Mörteltyp DBM</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
Steinrohddichte	kg/dm <sup>3</sup>	0,45	0,55	0,55	0,65	0,70
Berechnungsgewicht	kN/m <sup>3</sup>	5,50	6,50	6,50	7,50	8,00
Zul. Druckspannung	MN/m <sup>2</sup>	0,70	0,70	0,90	0,90	0,90
Druckfestigkeit f <sub>c</sub> Wert	MN/m <sup>2</sup>	1,80	1,80	2,30	2,30	2,30
<b>Verarbeitung</b>						
Steinbedarf	Stück/m <sup>2</sup>	16	16	16	16	16
Steinbedarf	Stück/m <sup>3</sup>	44	44	44	44	44
Bisotherm-DBM-Bedarf	L/m <sup>2</sup>	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
Bisotherm-DBM-Bedarf	L/m <sup>3</sup>	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
<b>Versanddaten</b>						
Paketinhalt	Stück	60	60	60	60	60
Bestell-Nr.		70845	70945	70965	71065	71165

Sumber: <https://www.bisotherm.de/Steinprogramm/bisocket-der-geschossbau-stein.html>

## 2.4.6 Perbandingan Besaran Konduktifitas Termal

Konduktifitas termal merupakan acuan yang dapat menunjukkan besar panas (watt) yang mengalir melalui bahan setebal 1m, seluas 1m<sup>2</sup> dengan perbedaan suhu antara kedua sisi permukaan yaitu 1 °C. Sehingga, konduktivitas adalah kemampuan suatu benda untuk memindahkan kalor melalui benda tersebut. Material yang memiliki konduktivitas panas rendah dapat disebut dengan isolator yang baik, sebaliknya apabila sebuah material memiliki nilai konduktivitas yang tinggi, menyebabkan material menjadi penghantar panas yang baik.

Berdasarkan penjabaran sebelumnya, material alternatif dan batu kerawang dapat dibandingkan tingkat konduktifitas termalnya. Tujuannya adalah sebagai pandangan dari efektifitas material yang dipakai pada bangunan Masjid Al-Irsyad Satya dengan beberapa material alternatif sebelumnya. Perbandingan tingkat konduktifitas termal ini memiliki kandidat yang setara dengan batu kerawang dari karakteristik, keunggulan dan pengaplikasiannya. Berikut adalah perbandingannya.

**Tabel 9 Perbandingan Material dengan Nilai Konduktifitas Termal**

No.	Nama Material	Nilai Konduktifitas Termal (W/mK)
1	<i>BisoRocket</i>	0.07
2	<i>Mycelium</i>	0.08
3	<i>Foam Diatomite Heat Insulation</i>	0.10 - 0.17
4	<i>Hempcrete</i>	0.19
5	<i>Silica Insulation Brick</i>	0.35 - 0.42
6	Batu Kerawang Solid ( <i>Dense</i> )	0.46 - 0.76
7	<i>Clay Brick Wall</i>	0.64 - 0.67
8	Batu Kerawang Void ( <i>Light Weight</i> )	1.00 - 1.17

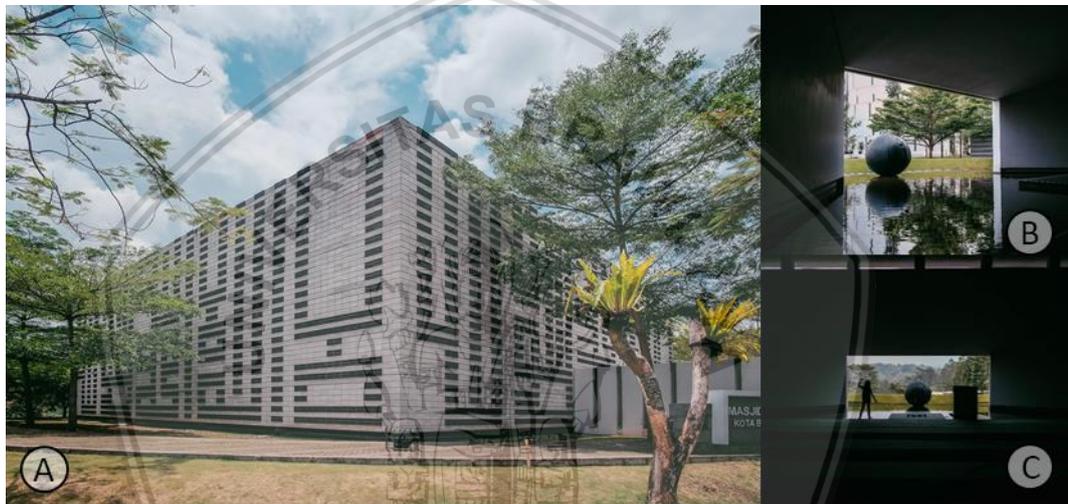
Sumber: Dokumen Pribadi

Berdasarkan pada tabel diatas, dapat terlihat bahwa banyak material yang lebih baik nilai konduktifitas termalnya daripada batu kerawang. Hasil ini pula yang menjadikan pandangan bahwa perlunya desain yang efektif untuk menghasilkan penghawaan yang baik didalam ruangan Masjid Al-Irsyad Satya apabila memakai material eksisting, yaitu batu kerawang.

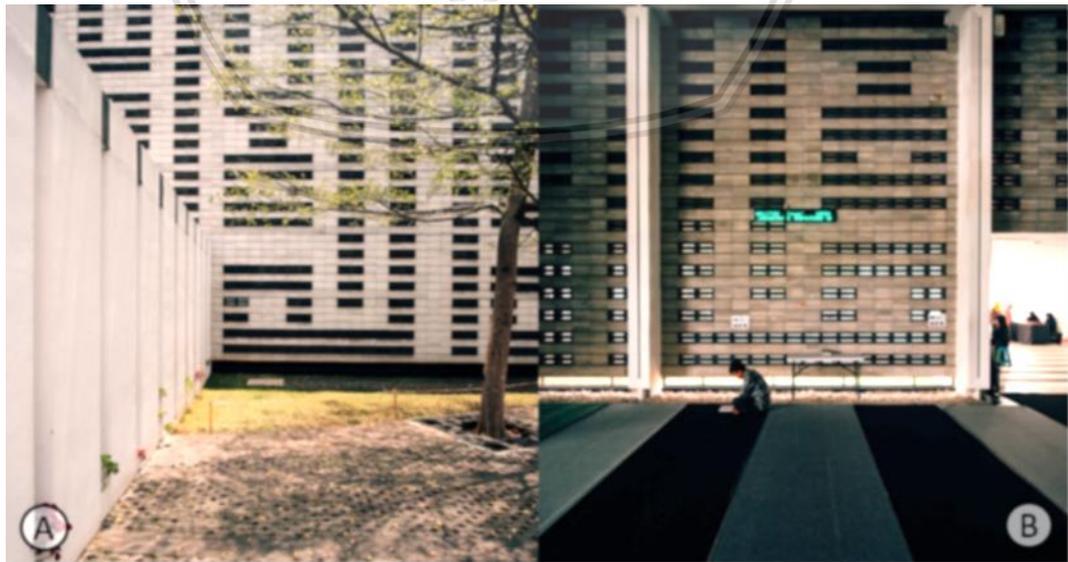
### BAB 3 METODE PENELITIAN

#### 3.1 Objek Penelitian

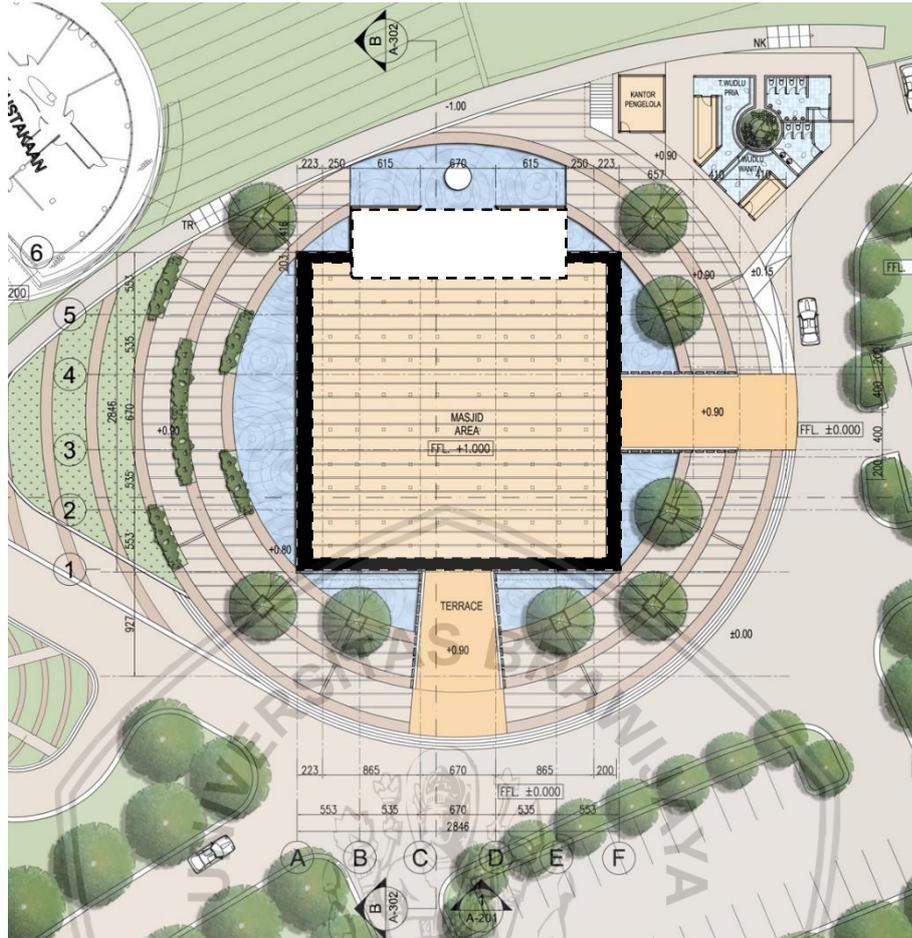
Objek penelitian adalah berupa bukaan pada bangunan masjid. Bukaan yang diuji adalah bukaan utama dan sekunder. Terdapat 2 jenis bukaan, yaitu bukaan sekunder berupa batu kerawang di sekeliling bangunan, berbentuk persegi dengan ukuran kecil, dan bukaan utama berupa bukaan besar di area imam masjid. Berikut adalah pemetaan bukaan utama dan bukaan sekunder beserta letaknya pada denah.



Gambar 3.1 Bukaan Utama (B&C) dan Sekunder (A) pada Bangunan Masjid  
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 3.2 Bukaan Sekunder pada Bangunan Masjid (A&B)  
Sumber: Dokumen Pribadi



**Gambar 3.3 Letak Bukaannya (putih) dan Sekunder (hitam) Pada Denah**  
**Sumber: Dokumen Pengelola**

Keterangan:

■ = bukaan sekunder pada bangunan masjid

□ = bukaan utama pada bangunan masjid

Bukaan utama pada bangunan ini terbuat dari tembok finishing cat, sedangkan bukaan sekunder dengan warna keterangan putih, terbuat dari susunan variasi antara batu kerawang dengan batu masif.

### 3.2 Metode Umum dan Tahapan Penelitian

Metode penelitian adalah tata cara yang dimiliki dan dilakukan oleh peneliti dalam rangka untuk mengumpulkan informasi atau data serta melakukan investigasi beserta pengukuran terhadap objek yang telah didapatkan tersebut. Metode penelitian memberikan gambaran rancangan penelitian yang meliputi

antara lain: prosedur atau langkah-langkah yang harus ditempuh, waktu penelitian, sumber data, dan dengan cara apa data tersebut diperoleh dan selanjutnya diolah dan dianalisis.

### 3.2.1 Metode Umum Penelitian

Tujuan utama dalam penelitian skripsi berjudul “Pengaruh Desain Batu Kerawang Pada Selubung Bangunan Terhadap Suhu Dalam Masjid Al-Irsyad” ini adalah, peneliti ingin mengetahui bentukan selubung bangunan dengan bukaan yang optimal demi menaikkan kualitas kenyamanan suhu sehingga dapat mengurangi penggunaan penghawaan buatan. Sehingga penelitian difokuskan kepada selubung dan bukaan bangunan. Pada penelitian ini, metode penelitian yang dipakai untuk menyelesaikan permasalahan adalah dengan pendekatan kuantitatif dengan metode Quasi Eksperimental yang dilakukan dengan cara Simulasi Digital (Semu).

Metode ini digunakan karena dirasa efektif diterapkan pada penelitian lapangan dengan hasil akhir alternatif desain, karena desain tidak mempunyai pembatasan yang ketat terhadap perlakuannya. Kelebihan lain pada metode ini adalah tidak menggunakan teknik random dalam prosesnya, sehingga memiliki poin poin penelitian. Selain itu, menggunakan metode penelitian eksperimental kuasi memiliki keleluasaan yang lebih dalam memanipulasi objek sesuai dengan kebutuhan, dalam hal ini bukaan bangunan.

Metode eksperimental semu juga memiliki dua jenis perancangan yaitu pretest-posttest yang tidak ekuivalen dan pretest-prottest pada kelompok tunggal yang ekuivalen. Penelitian ini memakai jenis perancangan yang kedua, yaitu pretest-prottest yang ekuivalen dikarenakan pada bangunan Masjid Al-Irsyad jenis bukaan pada selubung bangunan yang diuji berada pada sisi Barat dan Timur dengan menggunakan jenis pembayang yang sama dengan tanggal yang sama.

### 3.2.2 Tahapan Operasional Penelitian

Metode ini memiliki beberapa tahapan proses yang perlu dikerjakan, yaitu:

- Mempelajari kajian literatur berupa teori-teori yang membahas mengenai karakteristik dan keunggulan bukaan material selubung, dalam hal ini batu kerawang, tinjauan mengenai kenyamanan suhu di suatu wilayah dan faktor yang mempengaruhinya.
- Melakukan survey kondisi eksisting beserta pengukuran bangunan utama yang diteliti, yaitu Masjid Al-Irsyad. Pengukuran dilakukan dengan menghitung lebar bukaan, jumlah bukaan, konfigurasi bukaan, pengukuran suhu didalam ruangan, dan arah bukaan beserta arah bangunan untuk keperluan simulasi.
- Menggunakan metode Quasi Eksperimental dengan cara Simulasi Digital (Semu). Menurut Suharsimi (2010:9) mengatakan bahwa penelitian eksperimen merupakan penelitian yang dilakukan untuk merekayasa suatu keadaan atau kejadian, eksperimen dilakukan dengan maksud melihat rekayasa suatu keadaan dan akibatnya apabila terjadi rekomendasi terhadap objek penelitian. Metode ini dipakai karena dirasa paling cocok untuk kasus yang diambil serta murah dan efisien terhadap pengerjaannya dengan hasil yang cukup akurat.

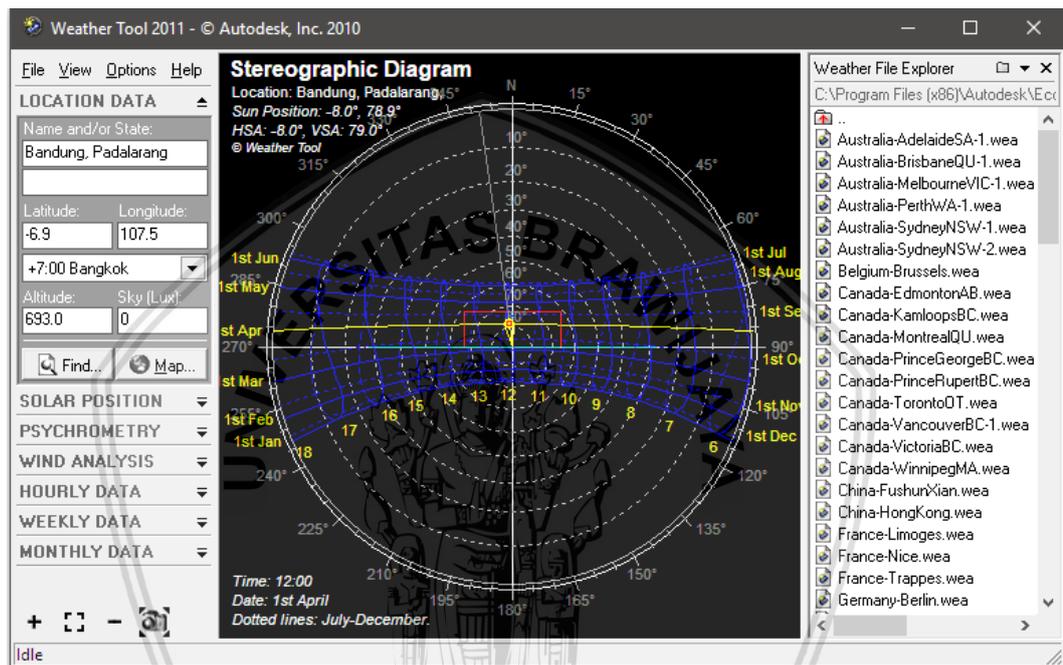
Seperti yang disebutkan diatas, setelah mempelajari kajian teori, tahapan operasional awal yang dilakukan pada penelitian kali ini terbagi menjadi 2 yaitu pengamatan dilapangan dan pembuatan 3D model eksisting.

Tahapan pertama adalah mengukur dan membuat batasan-batasan pada objek. Pengukuran dilakukan pada bangunan utama Masjid Al-Irsyad Satya pada 28 Agustus 2017 dan 4 November 2017. Pengukuran yang dilakukan adalah pengukuran suhu, pengukuran dimensi objek utama dan sekitar dan juga pengukuran kelembapan.

Setelah pengukuran menggunakan alat ukur, selanjutnya adalah membuat simulasi dengan menggunakan *Computational Fluid Dynamics and Thermal Simulation Tools*. Penelitian ini menggunakan *software Ecotect Analysis 2011 & WinAir 4 (CFD)*.

Simulasi pertama yang dilakukan adalah untuk mengetahui tingkat keakuratan suhu keadaan nyata pada objek utama Masjid Al-Irsyad Satya yang diukur pada saat survey lapangan sebelumnya dengan simulasi pada 3D model eksisting.

Sebelum pembuatan 3D model eksisting, langkah pertama adalah menyesuaikan lokasi dan jugadata suhu beserta iklim, aplikasi yang dipakai adalah *Weather Tool 2011* dari Autodesk, Inc.



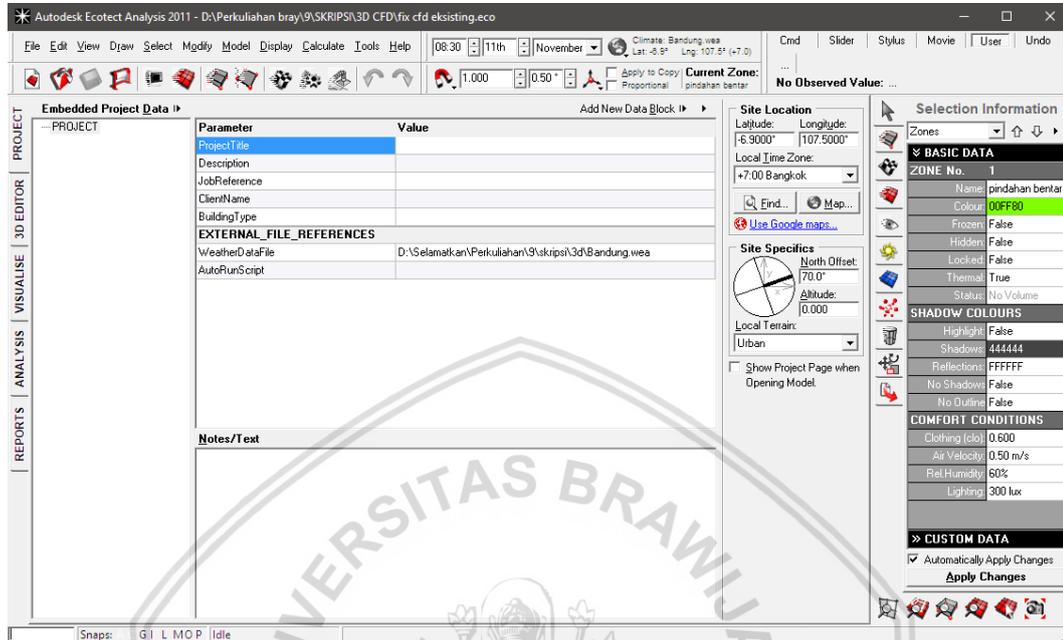
Gambar 3.4 Pengaturan Weather Data  
Sumber: Dokumen Pribadi

Data iklim Kabupaten Bandung diambil dari beberapa website, diantaranya adalah *MeteoBlue*, *Climate-Data.Org* Kabupaten Bandung yang bersumber dari Kantor Stasiun Geofisika Klas I Bandung dan website resmi Badan Pusat Statistik Kota Bandung.

Setelah pembuatan *Weather Data*, tahapan selanjutnya adalah dengan metode simulasi. Pada penelitian ini simulasi yang digunakan adalah dengan menggunakan aplikasi *Ecotect Analysis 2011* sebagai *Base 3D Model* untuk pengukuran suhu eksisting, arah matahari dan analisis penghawaan.

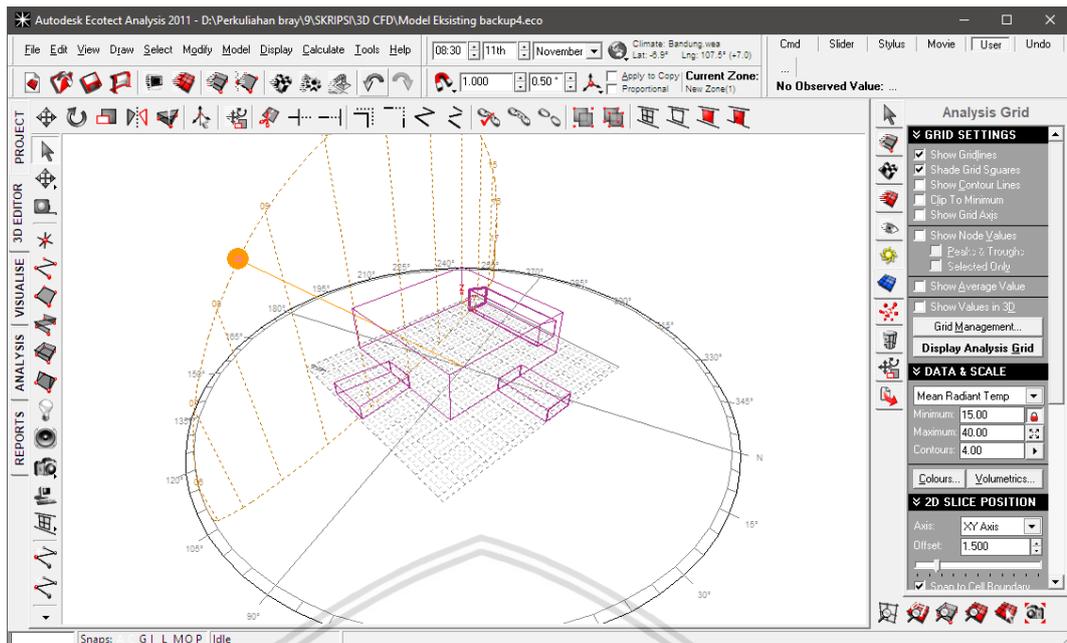
Tahapan pembuatan *Base 3D Model* pada *Ecotect* ini dimulai dengan mengatur pada *Tab Project* agar sesuai dengan kondisi geografis dan lingkungan

bangunan yang diteliti. Hal yang harus di sesuaikan diantaranya adalah memasukan *Weather Data*, letak koordinat objek yang diteliti, zona waktu, arah bangunan dan juga keadaan tapak sekitar atau *Local Terrain*.



**Gambar 3.5 Pengaturan Tab Project**  
**Sumber: Dokumen Pribadi**

Setelah itu, tahapan selanjutnya adalah membuat 3D model dari bangunan utama, yaitu Masjid. Menggunakan menu *Editor* membuat bentukan dasar bangunan, berupa kubus dan memiliki beberapa bentukan tambahan untuk area *Entrance*. Pengerjaan pembuatan objek dapat dikerjakan langsung dalam aplikasi ini ataupun dengan aplikasi lain seperti *SketchUp* dan *Revit*.



**Gambar 3.6** Modeling dasar Bangunan  
Sumber: Dokumen Pribadi

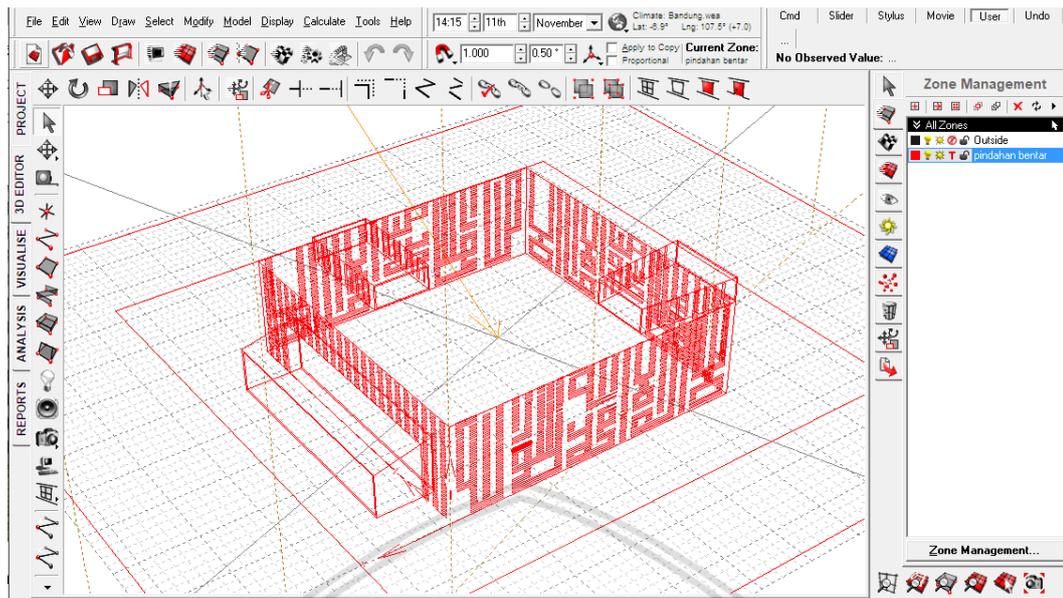
Proses selanjutnya adalah membuat bukaan-bukaan yang terdapat pada objek bangunan utama ini, proses ini adalah proses terpenting dimana sampel ini membutuhkan keakuratan ukuran bukaan dan jumlah serta konfigurasi nya agar dapat dianalisis secara akurat.



**Gambar 3.7** Detail Bukaan dan Visualisasinya  
Sumber: Dokumen Pribadi

Berikut adalah foto detail bukaan batu kerawang dan visualisasinya dalam 3D Model menggunakan software SketchUp. Melalui acuan survey lapangan tentang konfigurasi bukaan, maka hasil dari simulasi Ecotect menjadi seperti

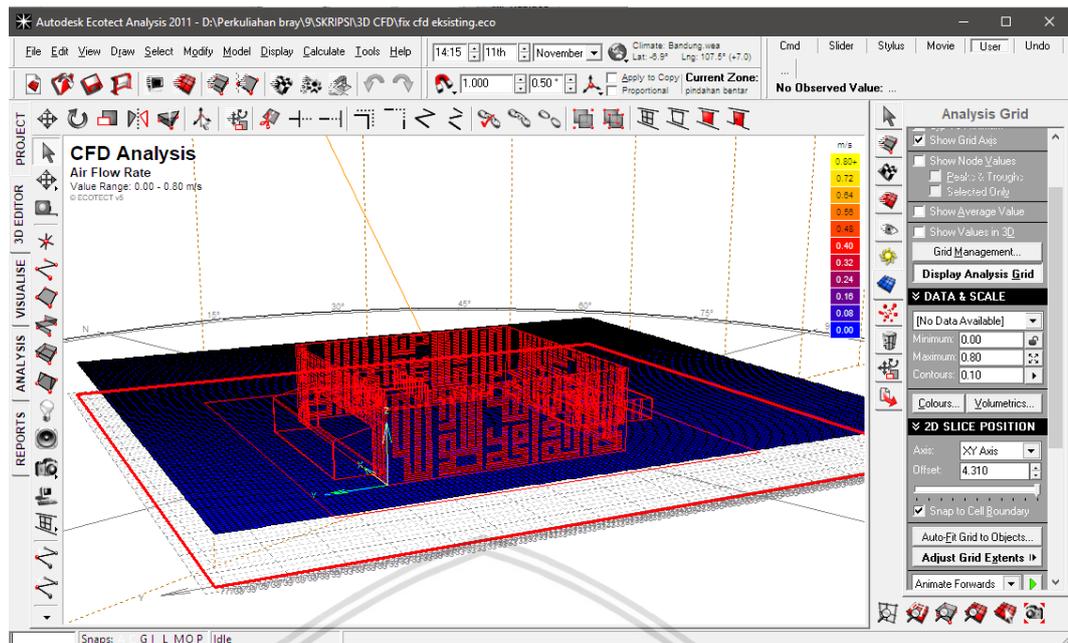
berikut.



**Gambar 3.8 Penambahan Detail Bukaannya**  
**Sumber: Dokumen Pribadi**

Memberikan bukaan konfigurasi yang telah ditentukan dapat dibuat dengan menggunakan pilihan penuh yang terdapat pada toolbar, yaitu *Add Window* untuk membuat jendela, *Add Void* untuk membuat bukaan, dan *Add Door* untuk membuat pintu.

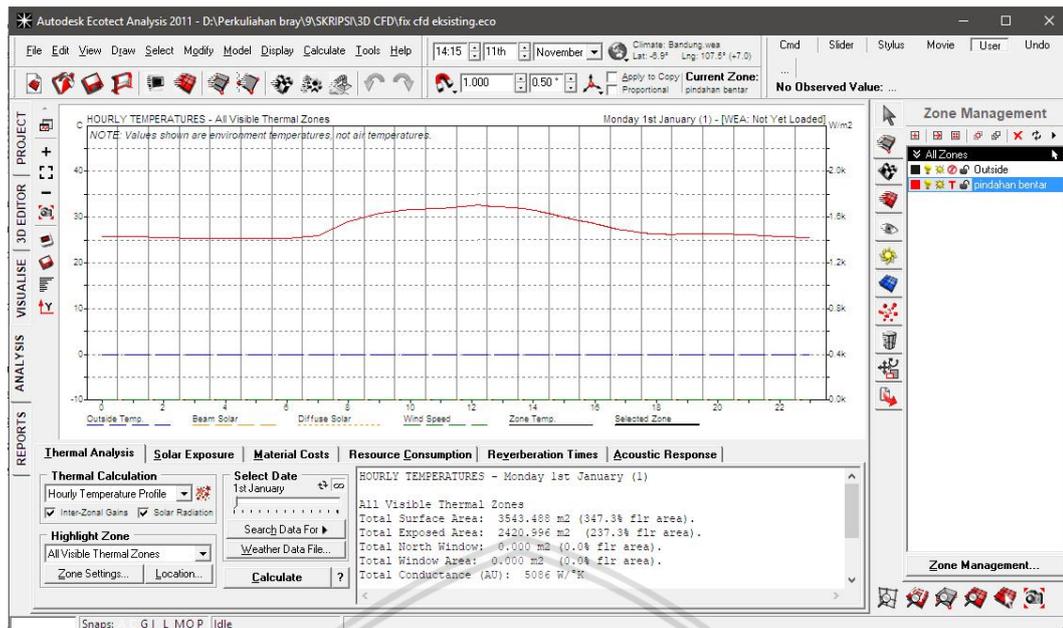
Tahapan berikutnya adalah membuat *Grid Analysis*, tahapan ini memiliki fungsi untuk memberikan batasan area mana saja yang ingin dianalisis nantinya, baik untuk keperluan analisis suhu maupun analisis angin.



**Gambar 3.9 Pembuatan Grid Analysis**  
**Sumber: Dokumen Pribadi**

*Grid Analysis* pada simulasi ini tidak dibatasi didalam bangunan, melainkan hingga ke area luar bangunan radius 5-7 meter. Dikarenakan pengukuran yang akan dilakukan bukan hanya suhu melainkan analisis CFD atau *Computational Fluid Dynamics* sehingga memerlukan ruang lebih untuk memetakan arus angin. *Grid Analysis* sendiri digambarkan di ketinggian 1.20 meter diatas permukaan lantai, untuk menyesuaikan kebutuhan utama bangunan ini, yaitu sholat.

Setelah pembuatan *Grid Analysis*, hal yang dilakukan adalah kalkulasi suhu, dilakukan agar dapat mengetahui kesesuaian data antara suhu dilapangan dengan suhu 3D model dari *Ecotect*. Setelah menentukan zona mana yang akan dianalisis, hal yang dilakukan adalah menuju *Analysis Tab*, lalu pilih *Thermal Calculation* dan pilih *Calculate*. Setelah beberapa lama, akan muncul rata rata temperatur per jam atau *Hourly Temperature Profile* dari zona yang dipilih. Setelah itu akan muncul seperti gambar dibawah. Untuk mengatur waktu dan tanggal yang sesuai dengan tanggal survey, dapat dengan mengguynakan menu *Select Date* dan mengganti dengan kebutuhan.



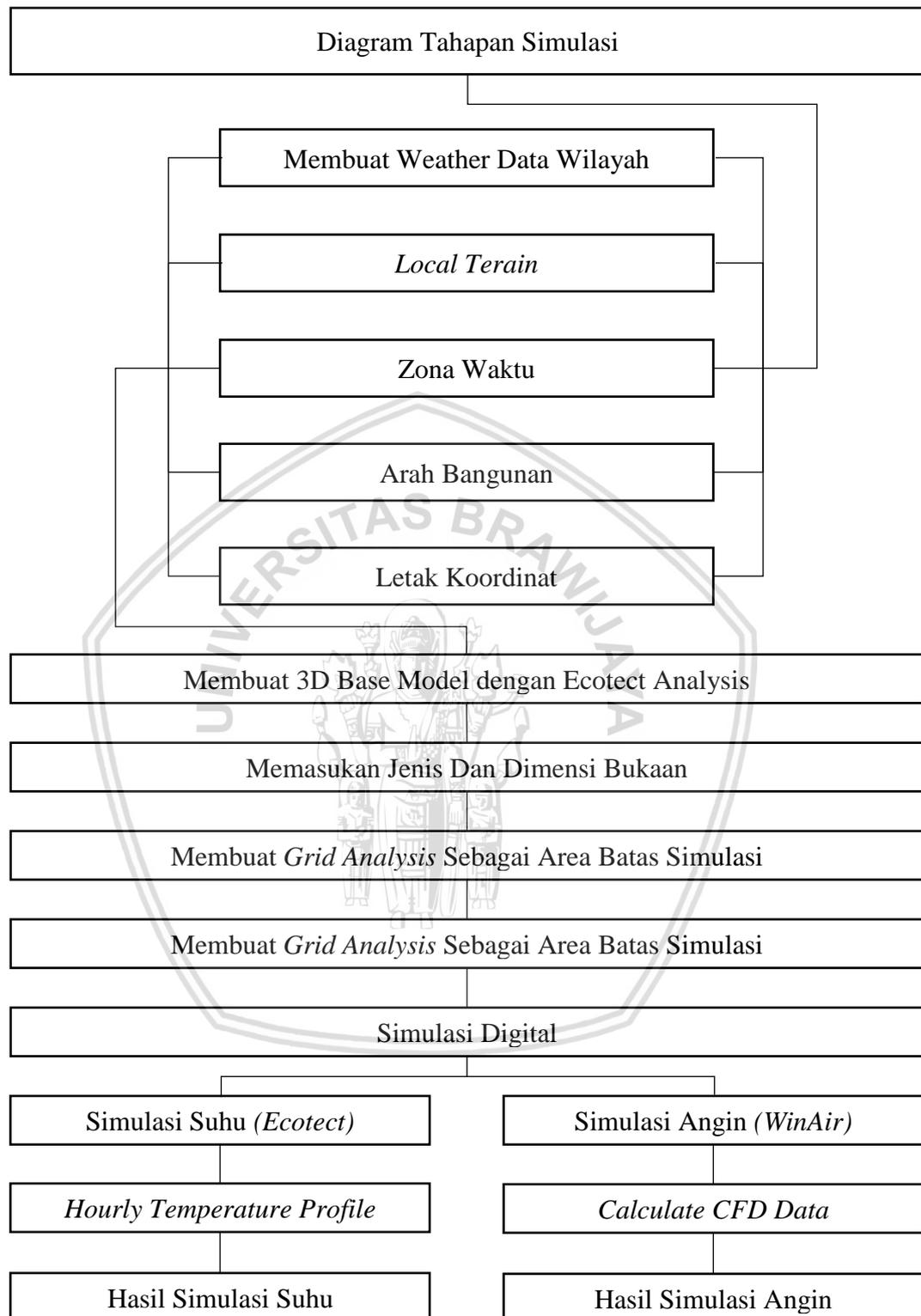
**Gambar 3.10 Analysis Hourly Temperature**  
**Sumber: Dokumen Pribadi**

Simulasi yang dilakukan setelah pengukuran dan pemetaan adalah dengan membuat 3D bangunan Masjid Al-Irsyad yang kemudian di simulasikan pada software pengukur termal ataupun angin. Terdapat 2 analisis simulasi yang digunakan, yaitu:

- Alternatif ke-1 dengan menutup bukaan kecil, mengukur kondisi termal. Lalu menutup bukaan besar dan kemudian menutupnya, simulasi dilanjutkan dengan mengumpulkan data seberapa besar / kecil kenaikan suhu di dalam ruangan apabila salah satu bukaan ditutup. Bukaan yang kurang optimal dapat diketahui setelah melihat bukaan dengan efek terkecil
- Alternatif ke-2 adalah dengan pengukuran angin, dengan simulasi angin, terlihat bagian selubung mana yang sedikit terlewat angin, dan terlihat kekurangan optimalan dari objek tersebut, setelah mengetahui hasilnya, penelitian dapat dilanjutkan dengan fase berikutnya dalam penelitian ini.

Fase berikutnya dalam penelitian ini yaitu memberikan sebuah output berupa rekomendasi alternatif bukaan yang memiliki dampak lebih besar terhadap kondisi termal. Sehingga membuat kondisi di dalam ruang Masjid Al-Irsyad menjadi lebih baik dan nyaman.

### 3.2.3 Diagram Tahapan Simulasi



**Gambar 3.11 Alur Tahapan Simulasi**  
**Sumber: Dokumen Pribadi**

### 3.3 Jenis Dan Metode Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini diambil berdasarkan kebutuhan dengan faktor-faktor yang diperlukan untuk mengukur suhu pada selubung Masjid Al-Irsyad Satya. Dibagi menurut jenis data dan metode pengumpulannya sebagai berikut:

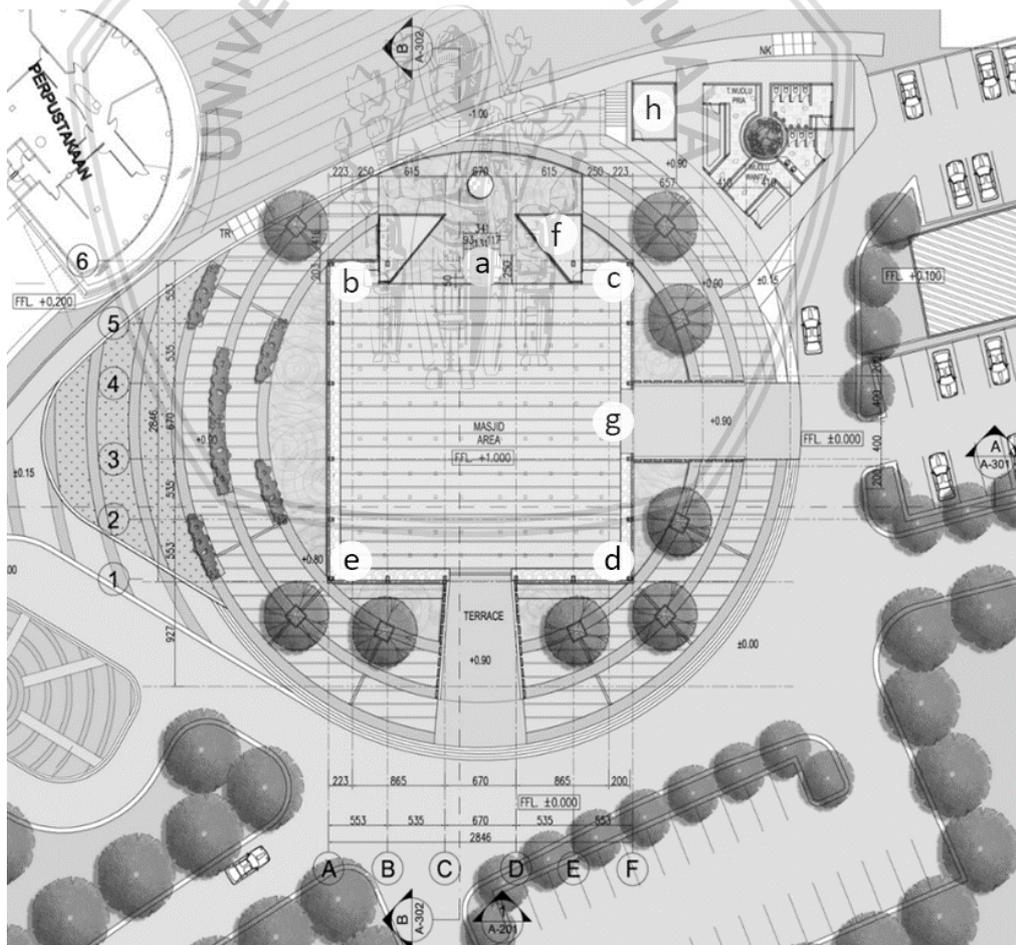
**Tabel 10 Jenis dan Metode Pengumpulan data**

Jenis dan Metode Pengumpulan Data			Metode Pengumpulan
Jenis Data	Nama Data	Fungsi Data	
<b>Primer</b>	Arah Bangunan	Menentukan bukaan sisi yang diperlukan rekomendasi akibat panas matahari berlebih	Observasi Lapangan
	Kondisi Selubung Bangunan	Menggambarakan kondisi visual keadaan pada lapangan, berupa foto dokumentasi untuk kelengkapan kebutuhan penelitian	
	Kondisi Temperatur Dan Kelembaban	Sebagai acuan kondisi suhu pada bangunan. Dijambil sekaligus dalam periode 1 hari di 8 titik area utama masjid	
	Data Fisik Masjid	Berupa pengukuran dimensi ruang, pengukuran dimensi bukaan, variasi bentuk, dan juga variasi ketinggian sebagai acuan simulasi 3D.	
<b>Sekunder</b>	Gambar Kerja Bangunan	Berupa gambar kerja bangunan, zonasi bangunan, komposisi dan bentuk bangunan utama beserta lingkungan. Berfungsi sebagai komparasi data primer dan pembantu simulasi 3D	Sumber Internal
	Kondisi Kecepatan Angin	Sebagai acuan simulasi eksisting untuk menghitung total kecepatan angin yang masuk menuju area sholat. Berupa kondisi kecepatan angin secara kumulatif di sekitar area objek, yaitu Kota Baru Parahyangan, Bandung.	Sumber Eksternal
	Data Geografis Lingkungan	Digunakan pada pembuatan Weather Data untuk mempertajam keakurasian simulasi. Berupa tata letak lingkungan, kondisi ruang luar objek utama dan lingkungan, iklim Kabupaten Bandung, ketinggian objek dari permukaan laut & titik koordinat.	
	Teori Bangunan Masjid	Digunakan sebagai acuan dalam mendesain selubung bangunan. Bersumber dari literatur berupa teori-teori desain bangunan masjid secara umum.	Literatur
	Teori Pendukung	Berupa filosofi dari Masjid Al-Irsyad Satya. Merupakan data pelengkap yang berfungsi sebagai pembatas dan penguat rekomendasi.	

Sumber: Dokumen Pribadi

Data primer berupa kondisi temperatur dan kelembaban masjid dilaksanakan pada 28 Oktober 2017. Data ini diambil sekaligus dalam periode per 1 hari di 8 titik area utama masjid yaitu area sholat. Berikut adalah nama lokasi pengambilan beserta titik letak pengukuran pada denah (lihat gambar 3.12). Untuk analisis pengambilan lokasi pengukuran dapat dilihat pada bab IV.

- a. Area mimbar (TP 1)
- b. Sisi barat mimbar (TP 2)
- c. Sisi Timur mimbar (TP 3)
- d. Area solat wanita (TP 4)
- e. Sisi Selatan mimbar (TP 5)
- f. Ruang staff mimbar (TP 6)
- g. Side entrance (TP 7)
- h. Area pengelola (TP 8)



Gambar 3.12 Titik Pengukuran Lapangan  
Sumber: Dokumen Pribadi

### 3.4 Populasi Dan Sampel

Populasi merupakan kumpulan dari beberapa subjek ataupun objek penelitian dengan kualitas atau karakteristik tertentu untuk kedepannya dipelajari dan dianalisis sehingga menghasilkan kesimpulan. Sedangkan sampel merupakan bagian dari populasi dengan kualitas dan karakteristik serupa dengan populasi terkait, Sugiono (2011).

#### A. *Populasi*

Populasi pada penelitian ini adalah keseluruhan area Masjid Al-Irsyad Satya yang berada pada Kota Baru Parahyangan. Jumlah bangunan pada area ini adalah 3 bangunan yaitu masjid, area pengelola dan minaret.

#### B. *Sampel*

Dari ketiga bangunan, bangunan yang diteliti adalah bangunan utama masjid. Sampel yang diambil merupakan beberapa titik sudut dalam ruang utama masjid, terdapat delapan titik sudut sampel masjid yang diteliti.

### 3.5 Variabel Penelitian

Menurut Sugiono (2013), variabel adalah kontrak (*constructs*) atau sifat yang akan dipelajari. Variabel merupakan sifat yang diambil dari suatu nilai yang berbeda. Dapat disimpulkan bahwa variabel penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang diterapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya.

Variabel pada penelitian ini dibagi menjadi variabel terikat dan variabel bebas. Variabel dibagi berdasarkan jenis objek yang diukur. Berikut adalah variabelnya:

#### A. *Variabel bebas*

Variabel bebas yang dipilih pada penelitian ini adalah besaran bukaan. Memiliki fungsi utama sebagai acuan untuk mengetahui perbedaan pengaruhnya terhadap variabel terikat.

B. *Variabel terikat*

Variabel terikat pada penelitian ini adalah kondisi suhu dan distribusi serta kecepatan aliran angin pada selubung bangunan Masjid Al-Irsyad. Variabel ini dipilih berdasarkan hasil akibat yang ditimbulkan oleh variabel pertama yaitu besaran bukaan.

### 3.6 Metode Analisis Data

Metode analisis data yang diterapkan pada penelitian ini adalah analisis deskriptif dengan pendekatan kuantitatif dan eksperimen. Proses penelitian ini dimulai dari menganalisis keadaan lingkungan beserta objek utama penelitian yang dijelaskan melalui narasi hingga analisis dan rekomendasi melalui narasi dan simulasi digital. Metode yang digunakan dalam menganalisis data pada penelitian ini dibagi menjadi tiga jenis metode, yaitu:

A. *Analisis Visual*

Analisis visual dilakukan dengan cara deskriptif. Metode ini digunakan untuk mengetahui kondisi fisik bangunan Masjid Al-Irsyad Satya, terkait pola pembayangan didalam bangunan, sehingga dapat diketahui bukaan mana yang perlu diperbaiki dan bukaan mana yang dirasa sudah cukup untuk tidak diperbaiki, selain itu analisis visual juga bisa menjadi patokan bagaimana rekomendasi desain yang tidak boleh merubah filosofi dari bangunan Masjid Al-Irsyad Satya.

B. *Analisis Komparasi*

Analisis komparasi digunakan untuk mengetahui titik terpanas dalam bangunan berdasarkan hasil pengukuran 8 titik suhu. Analisis komparasi juga dipakai setelah melakukan rekomendasi. Ketiga hasil rekomendasi dikomparasi untuk mengetahui desain mana yang paling baik berdasarkan suhu dan aliran anginnya.

### 3.7 Metode Sintesis Data

Pada Metode sintesis data, hasil yang diharapkan adalah memperoleh tanggapan dari proses analisis yang sudah dilakukan sebelumnya. Proses ini diharapkan dapat memberikan sebuah rekomendasi desain berupa desain konfigurasi selubung bangunan yang efektif dan lebih tanggap terhadap iklim di lingkungan objek, sehingga dapat menurunkan suhu didalam ruangan bangunan utama. Sintesis data dilakukan dengan metode deskriptif untuk mengetahui bagaimana desain konfigurasi bukaan selubung bangunan dapat menurunkan suhu.

Hasil rekomendasi berupa desain bukaan diseleksi berdasarkan suhu terendah untuk mengetahui konfigurasi mana yang paling efektif. Selanjutnya dibandingkan dengan keadaan awal sebelum rekomendasi untuk mengetahui total penurunan suhu.

### 3.8 Waktu Penelitian

Tahapan penelitian dibagi menjadi tiga tahap, penelitian pertama dikerjakan pada bulan Oktober 2017 untuk mengukur suhu kondisi eksisting dan pengumpulan data fisik bangunan berupa foto bukaan, detail bangunan dan kondisi lingkungan.

Tahapan berikutnya dilaksanakan pada bulan November 2017, yaitu berupa pengukuran dimensi bangunan, beserta pengambilan suhu kondisi eksisting tambahan. Penelitian kedua melengkapi kekurangan pada tahap sebelumnya.

Tahapan ketiga dilaksanakan pada bulan Februari hingga bulan April dimana penelitian dilanjutkan pada tahapan analisis. Eksperimen menggunakan 2 buah *software* yang berkaitan, yaitu *Ecotect Analysis 2011 & WinAir 4* sebagai pengukur suhu dan juga aliran angin.

### 3.9 Instrumen Penelitian

Alat yang dibutuhkan pada saat pengamatan lapangan adalah sebagai berikut:

- Alat tulis

Alat tulis digunakan sebagai media sementara untuk mencatat hasil pengukuran bangunan dan juga digunakan saat mencatat perubahan suhu pada proses pengukuran dilapangan. Rincian alat tulis yang digunakan adalah pensil dan buku catatan.

- Kamera

Kamera digunakan untuk mendokumentasikan foto bangunan utama dan lingkungan sekitar, serta dokumentasi mengenai detail material dan *marking* selubung berupa solid void. Selain itu digunakan juga untuk mendokumentasikan proses pengukuran suhu.

- Meteran

Pada penelitian ini, kamera digunakan untuk mengukur luas objek yang diteliti, dalam hal ini dipakai meteran laser bosch agar mempermudah pengukuran dilapangan.

- HOBO Data Logger and Humidity

Alat ini dipakai untuk mengukur kondisi temperatur didalam objek utama.

- Kajian pustaka

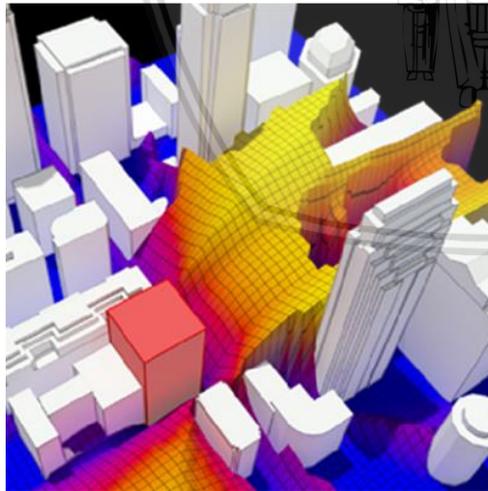
Pada penelitian ini, kajian pustaka digunakan sebagai acuan untuk penelitian yang sedang dilakukan.

- *Software Ecotect Analysis 2011*

Pada penelitian ini, *Software Ecotect Analysis 2011* dipakai dalam melakukan simulasi suhu ruangan, pada saat kondisi eksisting, maupun saat simulasi alternatif desain berupa konfigurasi dan desain selubung bangunan berupa batu kerawang. Selain itu, perangkat ini juga berfungsi sebagai database suhu yang dibutuhkan untuk penelitian tanpa harus melakukan pengukuran suhu secara langsung.

- *Software Sketchup*

Pada penelitian ini, perangkat ini digunakan untuk mengetahui konfigurasi cerlang bayang yang dilihat dari simulasi digital, serta digunakan untuk visualisasi alternatif desain pada saat akhir simulasi agar dapat membayangkan bagaimana hasil jadi dari rekomendasi desain terpilih.

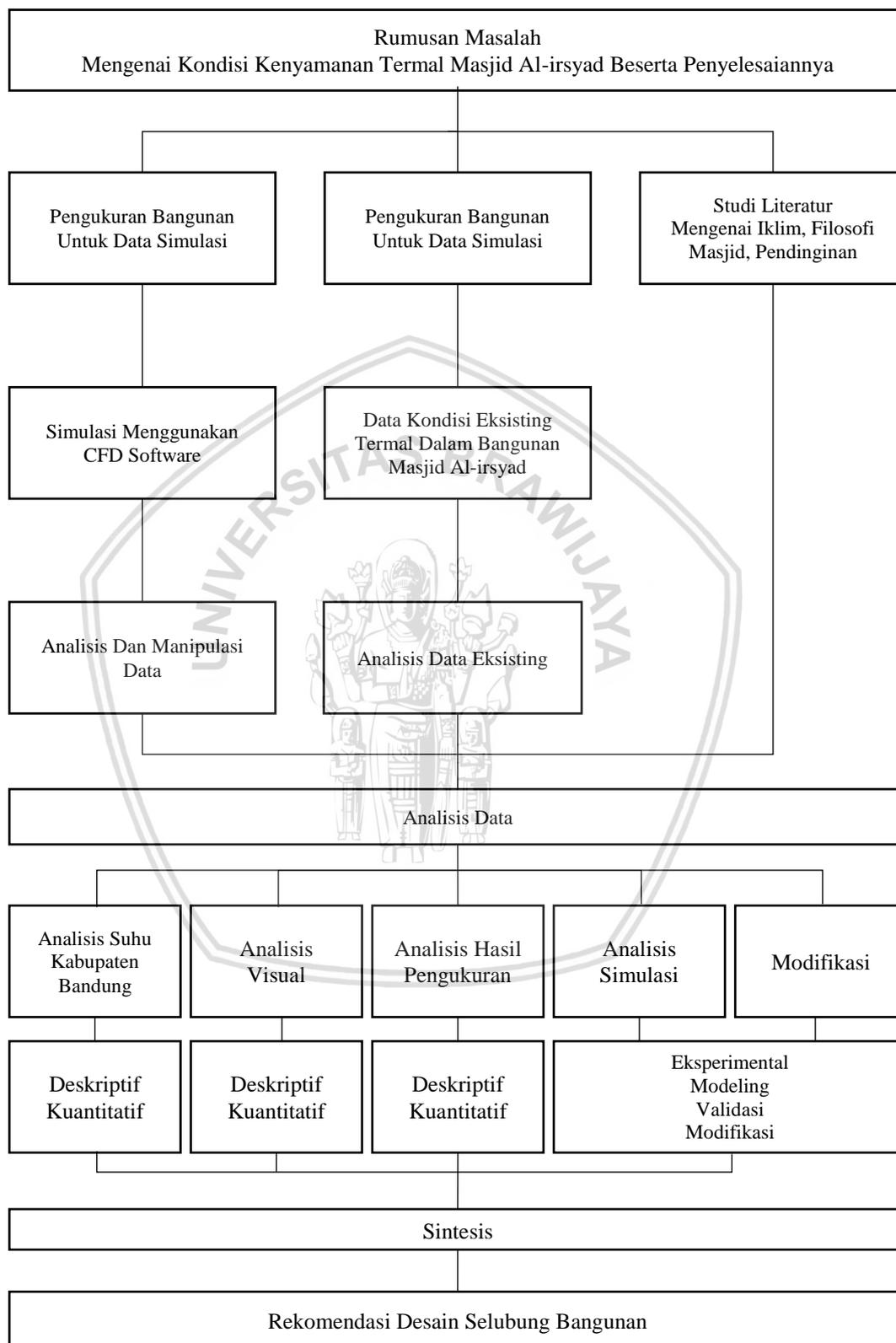


Gambar 3.13 Instrumen Penelitian  
Sumber: Google Images



### 3.10 Kerangka Penelitian

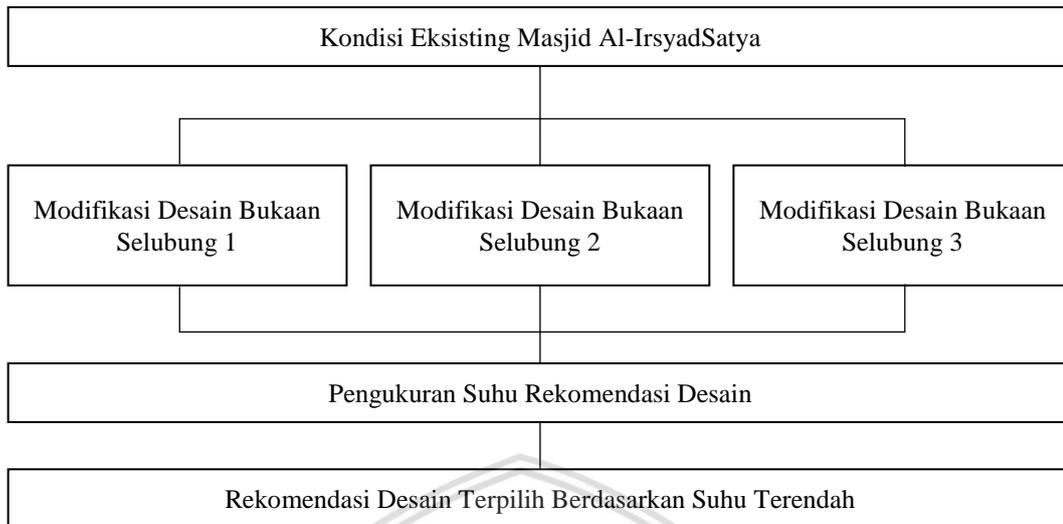
#### 3.10.1 Alur Penelitian



Gambar 3.14 Alur Penelitian

Sumber: Dokumen Pribadi

### 3.10.2 Alur Modifikasi



**Gambar 3.15 Alur Modifikasi**  
**Sumber: Dokumen Pribadi**



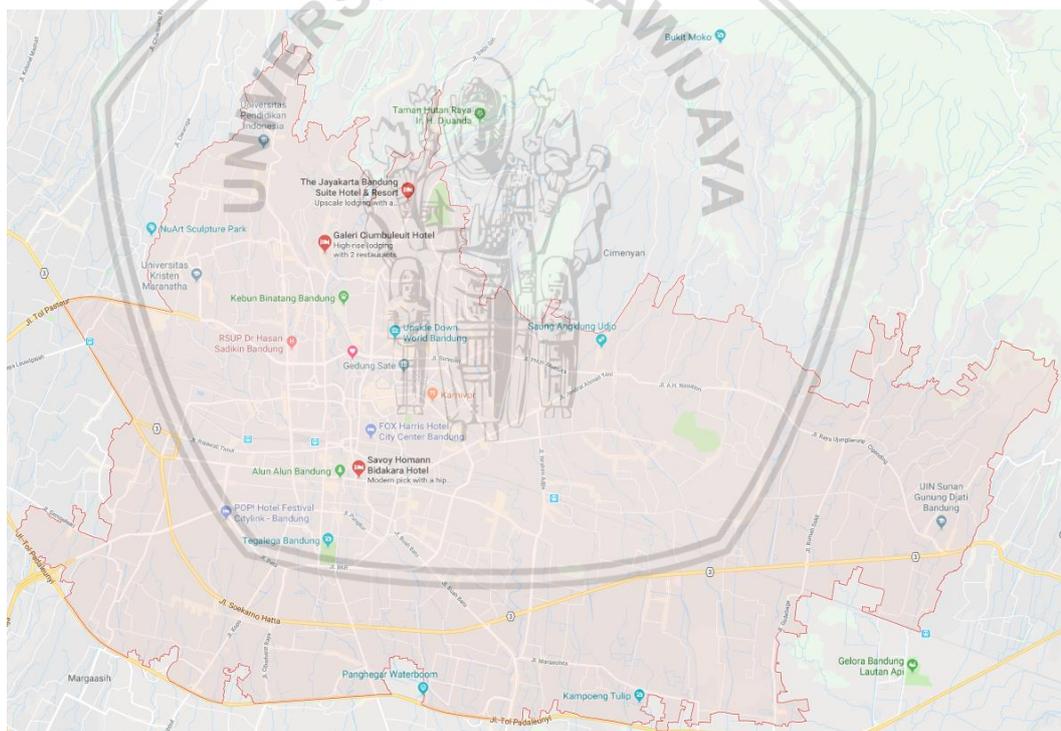
## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Deskripsi Umum Objek dan Lokasi Penelitian

##### 4.1.1 Kabupaten Bandung

Kabupaten Bandung merupakan pembagian wilayah dari Kota Bandung, yang merupakan kota metropolitan terbesar di Provinsi Jawa Barat, sekaligus menjadi ibu kota provinsi tersebut. Daerah ini terletak 140 km sebelah tenggara Jakarta. Wilayah Bandung Raya (Wilayah Metropolitan Bandung) merupakan metropolitan terbesar kedua di Indonesia setelah Jabodetabek. Berikut merupakan cakupan kota Bandung beserta kabupaten terlihat dari peta (lihat gambar 4.1).



**Gambar 4.1 Wilayah Bandung Secara Keseluruhan**  
Sumber: Google Maps

Kata Bandung berasal dari kata bendung atau bendungan karena terbendungnya sungai Citarum oleh lava Gunung Tangkuban Parahu yang lalu membentuk telaga. Legenda yang diceritakan oleh orang-orang tua di Bandung mengatakan bahwa nama Bandung diambil dari sebuah kendaraan air yang terdiri



dari dua perahu yang diikat berdampingan yang disebut perahu Bandung yang digunakan oleh Bupati Bandung, R.A. Wiranatakusumah II, untuk melayari Ci Tarum dalam mencari tempat kedudukan kabupaten yang baru untuk menggantikan ibukota yang lama di Dayeuhkolot.

Berdasarkan filosofi Sunda, kata Bandung juga berasal dari kalimat Nga-Bandung-an Banda Indung, yang merupakan kalimat sakral dan luhur karena mengandung nilai ajaran Sunda. Nga-Bandung-an artinya menyaksikan atau bersaksi. Banda adalah segala sesuatu yang berada di alam hidup yaitu di bumi dan atmosfer, baik makhluk hidup maupun benda mati. Sinonim dari banda adalah harta. Indung berarti Ibu atau Bumi, disebut juga sebagai Ibu Pertiwi tempat Banda berada.

Lembang merupakan sebutan lain untuk wilayah ini, karena pada zaman dulu wilayah ini dinilai sangat cantik dengan banyaknya pohon-pohon dan bunga-bunga yang tumbuh di sana. Selain itu Bandung dahulunya disebut juga dengan Parijs van Java karena keindahannya. Selain itu Bandung juga dikenal sebagai tempat wisata belanja, dengan mall dan factory outlet yang banyak tersebar di wilayah ini, dan saat ini berangsur-angsur Bandung juga menjadi kota wisata kuliner. Dan pada tahun 2007, konsorsium beberapa LSM internasional menjadikan kota Bandung sebagai pilot project kota terkreatif se-Asia Timur. Saat ini kota Bandung merupakan salah satu kota tujuan utama pariwisata dan pendidikan.

Sama dengan kota, kabupaten Bandung dikelilingi oleh pegunungan, sehingga bentuk morfologi wilayahnya bagaikan sebuah mangkok raksasa, secara geografis Kabupaten ini terletak di tengah-tengah provinsi Jawa Barat, serta berada pada ketinggian  $\pm 768$  m di atas permukaan laut, dengan titik tertinggi di berada di sebelah utara dengan ketinggian 1.050 meter di atas permukaan laut dan sebelah selatan merupakan kawasan rendah dengan ketinggian 675 meter di atas permukaan laut.



**Gambar 4.2 Suasana Kabupaten Bandung**

Sumber: <https://alaurang.com/2015/01/menikmati-kabupaten-Bandung-dari-atas-menara-masjid-raja.html/>

Kabupaten Bandung dialiri dua sungai utama, yaitu Sungai Cikapundung dan Sungai Citarum beserta anak-anak sungainya yang pada umumnya mengalir ke arah selatan dan bertemu di Sungai Citarum. Dengan kondisi yang demikian, Bandung selatan sangat rentan terhadap masalah banjir terutama pada musim hujan.

Keadaan geologis dan tanah yang ada di Kabupaten Bandung dan sekitarnya terbentuk pada zaman kwartier dan mempunyai lapisan tanah alluvial hasil letusan Gunung Tangkuban Parahu. Jenis material di bagian utara umumnya merupakan jenis andosol begitu juga pada kawasan dibagian tengah dan barat, sedangkan kawasan dibagian selatan serta timur terdiri atas sebaran jenis alluvial kelabu dengan bahan endapan tanah liat.

#### **4.1.2 Kondisi Lingkungan Objek (Secara Lingkungan Keseluruhan)**

##### **A. Lokasi dan Batasan Wilayah**

Lokasi objek penelitian yaitu Masjid Al-Irsyad Satya berada di kota satelit, Kabupaten Bandung, tepatnya di Kota Baru Parahyangan. Terletak di koordinat  $6^{\circ}51'53.4''S$   $107^{\circ}28'38.6''E$ . Kota Baru Parahyangan sendiri merupakan suatu kota yang dikembangkan oleh PT. Lyman Property (Lyman Group) yang terbentuk pada tahun 2002. Awalnya, lokasi ini terletak di Padalarang, Kabupaten Bandung Barat,

namun saat ini memiliki daerah sendiri yang dinamakan Kota Baru Parahyangan. Kabupaten Bandung Barat sendiri memiliki batasan wilayah, yaitu:

- Sebelah Barat : berbatasan dengan kabupaten Cianjur
- Sebelah Utara : berbatasan dengan Kabupaten Purwakarta dan Kabupaten Subang.
- Sebelah Timur : berbatasan dengan Kabupaten Bandung, Kota Bandung, & Kota Cimahi.
- Sebelah Selatan : berbatasan dengan Selatan Kabupaten Bandung dan Kab. Cianjur.



**Gambar 4.3 Lokasi Kabupaten Bandung Barat pada Peta Bandung**  
Sumber: Google Maps

Selain batasan secara letak geografis, secara administrasi batas wilayah Kabupaten Bandung Barat adalah sebagai berikut:

- Batas Administratif Utara: Kecamatan Cikalong Kulon (Kabupaten Cianjur); Kecamatan Maniis, Darang, Bojong &, Kecamatan Wanayasa (Kab. Purwakarta); Kec. Sagalaherang, Jalancagak & Cisalak (Kab. Subang), dan Kab. Sumedang;
- Batas Administratif Timur: Kecamatan Cilengkrang, Kec. Cimenyan, Kecamatan Margaasih, Kecamatan Soreang (Kabupaten Bandung); Kecamatan Cidadap, Kecamatan Sukasari (Kota Bandung); Kec. Cimahi Utara, Kec. Cimahi Tengah, dan Kecamatan Cimahi Selatan (Kota Cimahi);

- Batas Administratif Selatan: Kecamatan Ciwidey dan Rancabali (Kabupaten Bandung); Kecamatan Pagelaran (Kabupaten Cianjur);
- Batas Administratif Barat: Kecamatan Campaka, Kecamatan Cibeber, Kecamatan Bojongpicung, Kecamatan Ciranjang dan Kecamatan Mande (Kabupaten Cianjur).

Cakupan wilayah Kabupaten Bandung Barat, meliputi 15 (lima belas) kecamatan yang terdiri dari: Padalarang, Cikalongwetan, Cililin, Parongpong, Cipatat, Cisarua, Batujajar, Ngamprah, Gununghalu, Cipongkor, Cipeundeuy, Lembang, Sindangkerta, Cihampelas dan Rongga.

Kabupaten Bandung Barat memiliki ketinggian berada di titik lebih dari 700m diatas permukaan laut, dan semakin tinggi di daerah Padalarang, khususnya Kota Baru Parahyangan. Maka dari itu, suhu rata-rata juga mencapai 21 derajat pada pagi dan lebih dingin ketika malam hari. Sedangkan wilayah tertinggi pada daerah Kabupaten Bandung Barat terletak pada daerah pegunungan, dikarenakan sebagian besar wilayah Kabupaten Bandung adalah pegunungan, kecuali wilayah utara yang merupakan dataran rendah yang sering terendam banjir. Di antara puncak-puncaknya adalah: Gunung Patuha (2.334 m), Gunung Malabar (2.321 m), serta Gunung Papandayan (2.262 m) dan Gunung Guntur (2.249 m), semuanya berada di perbatasan dengan Kabupaten Garut dan Kabupaten Cianjur.

#### B. *Lingkungan Sekitar Masjid Al-Irsyad Satya*

Lingkungan disekitar masjid didominasi oleh tanah kosong dan fasilitas umum, dikarenakan merupakan area entrance dari perumahan mewah yang terletak dibelakangnya. Selain itu terdapat juga Hote Mason Pine, merupakan hotel bintang 4 yang terletak di seberang lingkungan kompleks Masjid Al-Irsyad Satya. Berikut adalah beberapa foto lingkungan sekitar objek penelitian, Masjid Al-Irsyad Satya.



**Gambar 4.4 Kondisi jalan disekitar objek lokasi**  
**Sumber: Google Street Nov 2016**  
 (diakses tanggal 5 Maret 2018)



**Gambar 4.5 Kondisi Main Entrance Lingkungan Objek**  
**Sumber: Google Street Nov 2016**  
 (diakses tanggal 5 Maret 2018)



**Gambar 4.6 Lingkungan Sisi Barat Objek Penelitian**  
**Sumber: Google Street Nov 2016**  
 (diakses tanggal 5 Maret 2018)



**Gambar 4.7 Fasilitas Umum Hotel Mason Pine**  
Sumber: Google Street Nov 2016  
(diakses tanggal 5 Maret 2018)



**Gambar 4.8 Fasilitas Umum Entrance Town House**  
Sumber: Google Street Nov 2016  
(diakses tanggal 5 Maret 2018)



**Gambar 4.9 Fasilitas Umum Puspa Iptek Studial**  
Sumber: Google Street Nov 2016  
(diakses tanggal 5 Maret 2018)



**Gambar 4.10 Townhouse Sekitar Objek Penelitian**  
**Sumber: Google Street Nov 2016**  
 (diakses tanggal 5 Maret 2018)



**Gambar 4.11 Fasilitas umum RS. Cahya Kawaluan**  
**Sumber: Google Street Nov 2016**  
 (diakses tanggal 5 Maret 2018)

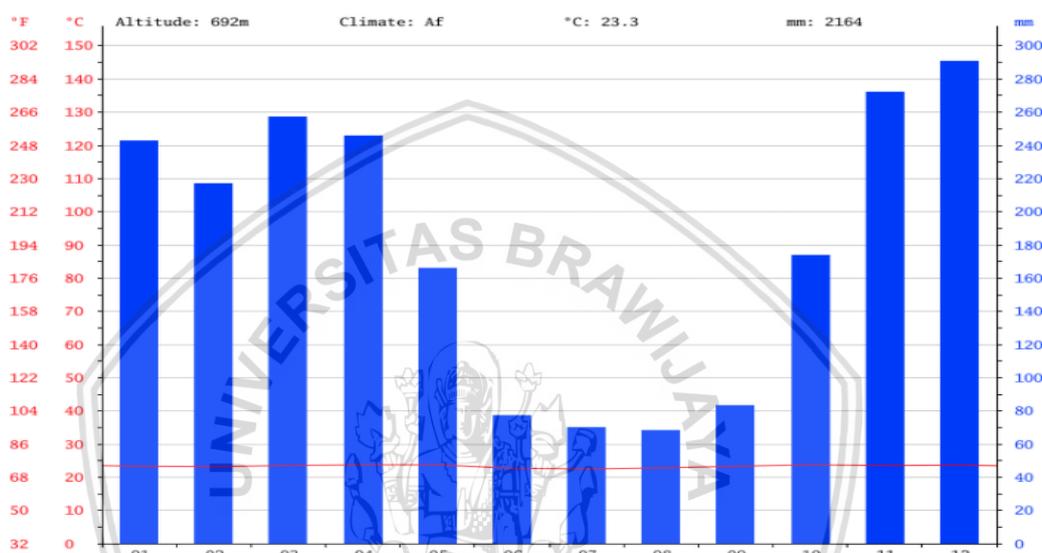
### C. *Iklm Wilayah*

Iklm Kabupaten Bandung dipengaruhi oleh iklim pegunungan yang lembab dan sejuk, dengan suhu rata-rata 23.5 °C, curah hujan rata-rata 200.4 mm dan jumlah hari hujan rata-rata 21.3 hari per bulan. Berikut adalah data iklim tahunan Kota dan Kabupaten Bandung dari Kantor Stasiun Geofisika Klas I Bandung, yang beralamat di Jl. Cemara No. 66 Sukajadi – Kota Bandung, 17Km dari lokasi penelitian. Data ini direkapitulasi oleh *Climate Data Organization*.

Tabel 11 Tabel Data Suhu Kabupaten Bandung

Data iklim Bandung, Jawa Barat													
Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	Tahun
Rata-rata tertinggi °C (°F)	27.1 -80.8	27.3 -81.1	27.9 -82.2	28.3 -82.9	28.4 -83.1	28 -82	28 -82	28.6 -83.5	29.2 -84.6	29.2 -84.6	28.3 -82.9	27.9 -82.2	28.18 -82.66
Rata-rata harian °C (°F)	23.3 -73.9	23.2 -73.8	23.5 -74.3	23.7 -74.7	23.7 -74.7	22.7 -72.9	22.5 -72.5	22.8 -73	23.3 -73.9	23.7 -74.7	23.5 -74.3	23.6 -74.5	23.29 -73.93
Rata-rata terendah °C (°F)	19.5 -67.1	19.2 -66.6	19.2 -66.6	19.2 -66.6	19 -66	17.5 -63.5	17 -63	17 -63	17.4 -63.3	18.3 -64.9	18.8 -65.8	19.3 -66.7	18.45 -65.26

Sumber: Climate Data Organization

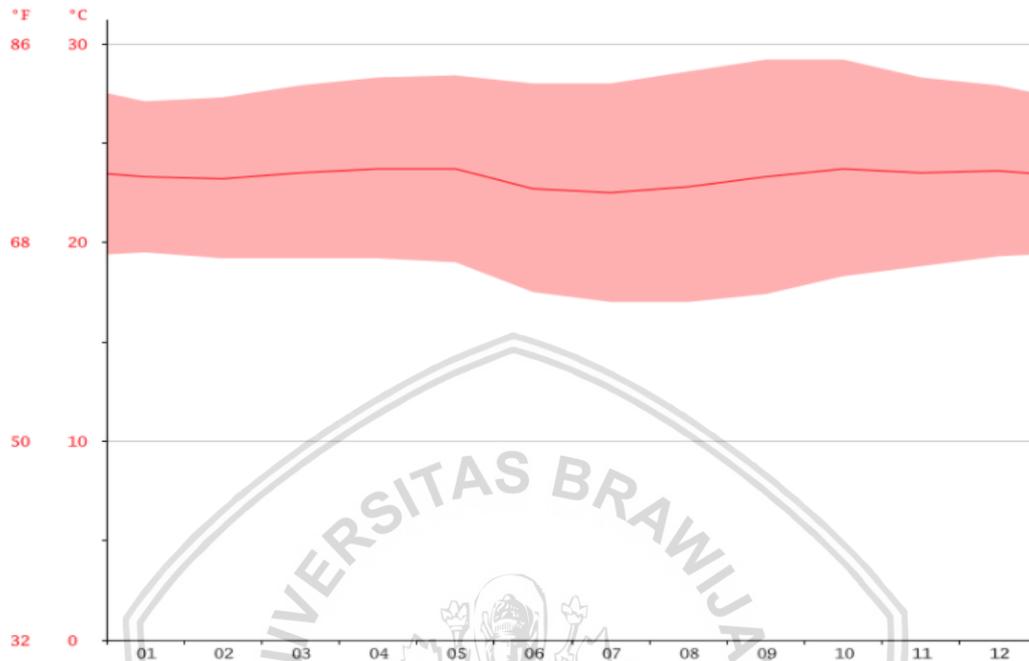


Gambar 4.12 Grafik Curah Hujan Kabupaten Bandung  
Sumber: Climate Data Organization

Kondisi iklim lingkungan objek pada saat penelitian dilaksanakan (akhir bulan Oktober - pertengahan November) menunjukkan curah hujan yang cukup tinggi dan memuncak di bulan November. Terlihat pada grafik curah hujan Kabupaten Bandung (lihat gambar 4.12), bahwa semakin tinggi grafik, semakin tinggi pula curah hujan yang terjadi pada rentang waktu yang tertera di kolom bawah. Sehingga apabila survey dilaksanakan pada akhir Oktober yaitu pada tanggal 28, dan selesai pada pertengahan November, terlihat bahwa curah hujan mencapai sekitar 270mm dengan kondisi cuaca terlihat pada garis merah dibawah dengan rata rata suhu dibawah 23 derajat celsius. Melalui data tersebut, dapat disimpulkan bahwa penelitian dilakukan saat musim hujan dan cuaca dingin.

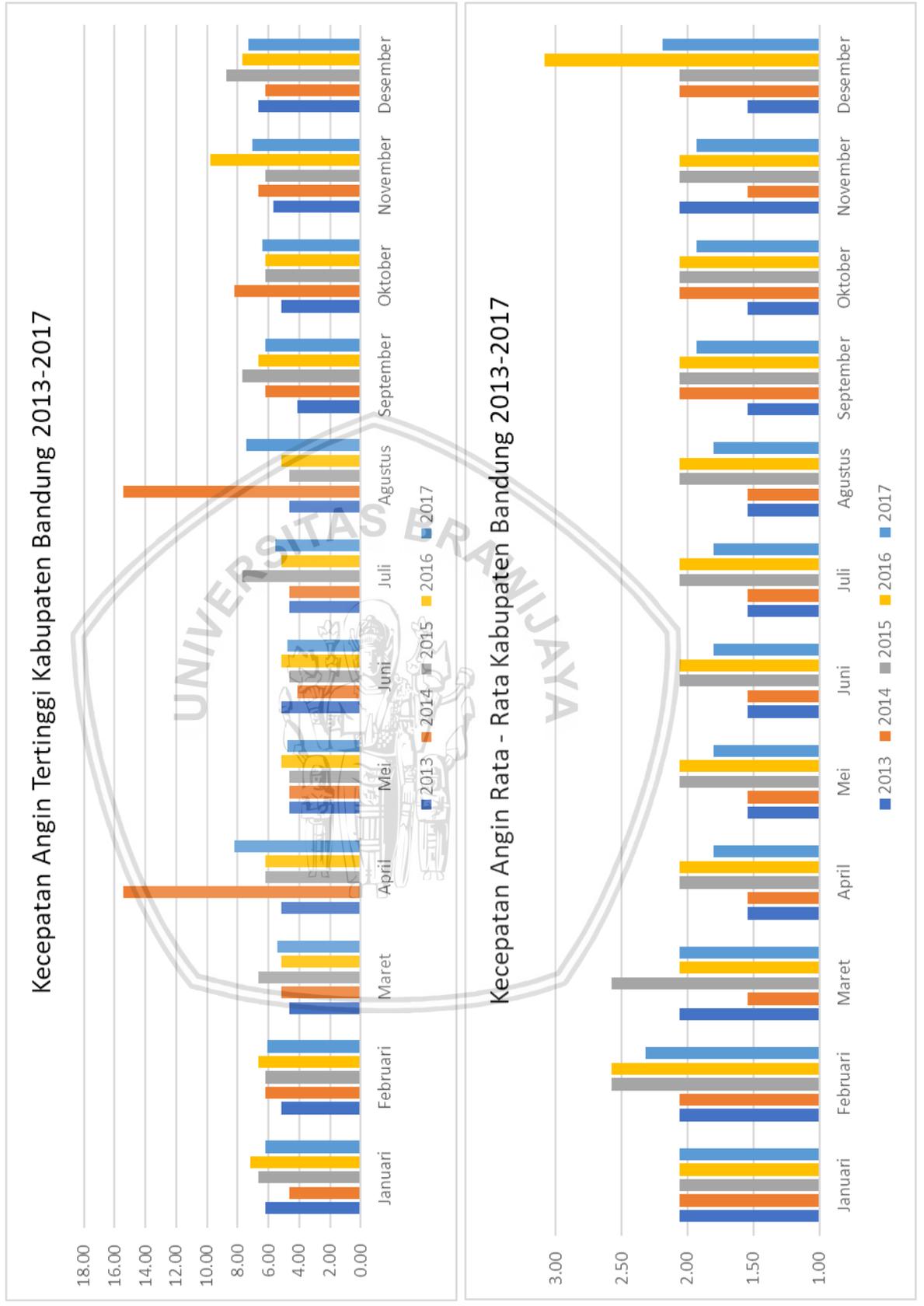
Selain data berupa grafik curah hujan, terdapat pula grafik suhu yang menunjukkan bahwa kondisi cuaca pada saat dilaksanakannya survey merupakan musim dingin, terlihat pada grafik dibawah bahwa suhu terhangat sepanjang tahun

adalah pada bulan April, dengan suhu rata-rata 22.7 °C. Sedangkan bulan Juli memiliki suhu rata-rata terendah dalam rentang waktu setahun, yaitu berada pada titik 21.5 °C (lihat gambar 4.13).



**Gambar 4.13 Grafik Suhu Iklim Kabupaten Bandung**  
**Sumber: Climate Data Organization**

Pengukuran kecepatan angin tidak dilakukan pada penelitian lapangan, maka data yang dipakai adalah data dari Kantor Stasiun Geofisika Klas I Bandung dan data online yang bersumber dari Badan Pusat Statistik Pemerintah Kabupaten Bandung. Kecepatan angin tiap tahunnya dirangkum menjadi rata – rata perbulan dan menjadi patokan dalam pembuatan *Weather Data* dalam simulasi digital baik itu simulasi eksisting maupun rekomendasi. Rata – rata kecepatan angin perbulannya juga dipakai untuk mendapatkan gambaran umum kondisi kecepatan angin saat pengukuran pada Masjid Al-Irsyad Satya. Berikut adalah rangkuman hasil pengukuran kecepatan angin masing – masing setiap bulannya pada tahun 2013 – 2017 berdasarkan Badan Pusat Statistik Pemerintah Kabupaten Bandung.



Gambar 4.14 Kecepatan Angin Maksimal dan Rata – Rata Kabupaten Bandung 2013-2017  
Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Bandung

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik mengenai pengukuran kecepatan angin di Kabupaten Bandung, pada saat pengukuran yaitu bulan Oktober dan November, kecepatan angin berada pada angka 4 knot atau 2.05778 m/s. dan 4.2 knot atau 2.16067 m/s (lihat gambar 4.14). dengan angin tertinggi mencapai 13.7 knot atau 7.07 m/s. Keadaan angin di Kabupaten Bandung berdasarkan data ini dirasa cukup untuk memenuhi kebutuhan kenyamanan suhu dalam suatu bangunan, dikarenakan kecepatan angin di Indonesia terutama pada daratan rendahnya dan wilayah Indonesia Barat berkisar antara 1.4 m/s – 1.6 m/s, berbeda dengan wilayah Indonesia bagian Timur seperti NTT, NTB, Sulawesi Selatan dan Pantai Selatan Jawa yang mempunyai kecepatan angin rata – rata yang lebih tinggi yaitu mencapai 5 m/s atau 9.71922 Knot.

#### **4.1.3 Objek Penelitian (Area Bangunan Utama)**

##### **A. Sejarah Masjid Al Irsyad Satya**

Masjid Al-Irsyad Satya berada di jalan utama Kota Baru Parahyangan, tepatnya di Jalan Wangsa Niaga Kulon. Awal mula berdirinya Masjid ini adalah sebagai fasilitas penunjang yang dimiliki oleh Yayasan Parahyangan Satya. Yayasan Parahyangan Satya sendiri adalah yayasan non-profit yang mengelola beberapa unit pendidikan di Kota Baru Parahyangan. Saat ini Yayasan Parahyangan Satya mengelola Puspa Iptek Sundial, Bale Seni Barli, Al-Irsyad Satya Islamic School dan Masjid Al-Irsyad Satya. Pada Tahun 2007, Yayasan Parahyangan Satya bekerja sama dengan Madrasah Al-Irsyad Al-Islamiah Singapore untuk mendirikan Al-Irsyad Satya Islamic School. Kerja sama terjalin dengan ditandatanganinya Memorandum of Understanding pada tanggal 16 Januari 2007 di Jakarta yang disaksikan Menteri Pengairan Singapura, Dr. Yacoob Ibrahim dan Menteri Pertahanan Indonesia saat itu, Bapak Yuwono Sudharsono. Kerja sama ini dijalin untuk membangun sekolah nasional yang memiliki muatan plus keagamaan yang mengacu pada kurikulum yang telah digunakan di Madrasah Al-Irsyad Al-Islamiah Singapore yang dikelola oleh MUIS (Majlis Ugama Islam Singapore). Madrasah Al-Irsyad Al-Islamiah Singapore sendiri dikenal sebagai madrasah terbaik yang mampu memadukan kurikulum duniawi dengan ukhrawi (keagamaan) sehingga

menghasilkan lulusan yang berkualitas. Kurikulum yang diadopsi dari MAIS adalah untuk mata pelajaran :

- Science
- Matematika
- Islamic Studies
- Bahasa Arab
- Qur'anic Studies
- Bahasa Inggris

Diharapkan melalui kerja sama ini Al-Irsyad Satya Islamic School akan menghasilkan lulusan yang beriman, bertaqwa, berbudi luhur serta memiliki pengetahuan akademis yang unggul untuk menjadi khalifah fil Ard di Indonesia.

Setelah diterapkannya kurikulum tambahan keagamaan, Al-Irsyad Satya Islamic School diharuskan untuk memiliki fasilitas untuk pelaksanaan program keagamaan harian. Sedangkan pada waktu tersebut belum memiliki sarana prasarana, maka dari itu, dibuatlah Masjid Al-Irsyad Satya. Sebuah fasilitas penunjang Yayasan dalam menerapkan kurikulum tambahan keagamaan.



**Gambar 4.15 Masjid Al-Irsyad Satya**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Selain kurikulum keagamaan, sesuai dengan undang-undang kependidikan yang telah ditetapkan Pemerintah, Al-Irsyad Satya Islamic School menerapkan kurikulum nasional dan mewajibkan siswa mengikuti Ujian Nasional untuk tingkat SD, SMP dan SMA. Sekolah berupaya maksimal agar siswa memiliki jiwa nasionalisme yang tinggi dengan memperingati hari-hari besar Nasional seperti Peringatan HUT RI, Hari Pahlawan, Hari Pendidikan, Hari Guru, Hari Kartini dan lain sebagainya. Penguatan jiwa nasionalisme juga dilakukan setiap hari dengan melakukan upacara pagi hari di mana siswa membaca Pancasila bersama-sama serta melakukan upacara bendera di setiap Senin pagi. Melalui pelajaran Pendidikan Kewarganegaraan, Ilmu Pendidikan Sosial serta Bahasa Sunda, sekolah senantiasa menanamkan nilai-nilai patriotisme serta cinta budaya lokal.

Pembentukan karakter siswa melalui program cinta tanah air dan penambahan kurikulum materi keagamaan dilakukan sebagai upaya mewujudkan misi untuk menciptakan generasi muda yang tidak hanya memiliki intelektual yang tinggi tetapi juga memiliki karakter mulia dan budi pekerti luhur. Selain dari Ujian Nasional, sekolah menyediakan program ujian IGCSE (International General Certificate for Secondary Education) bagi siswa SMA.

Pembangunan Masjid Al-Irsyad Satya dimulai pada hari Senin, 7 Oktober 2009 bertepatan dengan 17 Ramadhan 1430 H (Nuzulul Quran), dan diresmikan pada bulan Agustus 2010. Masjid tersebut dibangun di atas lahan seluas 1.8 Ha yang menjadi satu kesatuan yang tak terpisahkan dengan Al Irsyad Satya Islamic School (berafiliasi dengan Madrasah Al-Irsyad Al-Islamiyah of Singapore). Bangunan masjid dapat menampung 1500 jamaah. Menurut Ridwan Kamil, arsitek mesjid Al-Irsyad ini, bentuk mesjid berupa kubus sederhana tersebut terinspirasi oleh Ka'bah yang ada di Masjidil Haram. Selubung Masjid ini merupakan susunan concrete block yang membentuk kaligrafi kalimat As-Syahadah.

Masjid Al-Irsyad Satya ini sendiri menjadi daya Tarik tersendiri karena bentuknya yang kurang lazim, sehingga memancing turis lokal maupun mancanegara dan berujung meraih Penghargaan "The Best 5 World Building of The Year 2011" untuk kategori Bangunan Religi, versi Archdaily & Green Leadership Award tahun 2011 dari BCI Asia.

B. *Nilai Arsitektur Masjid Al Irsyad Satya*

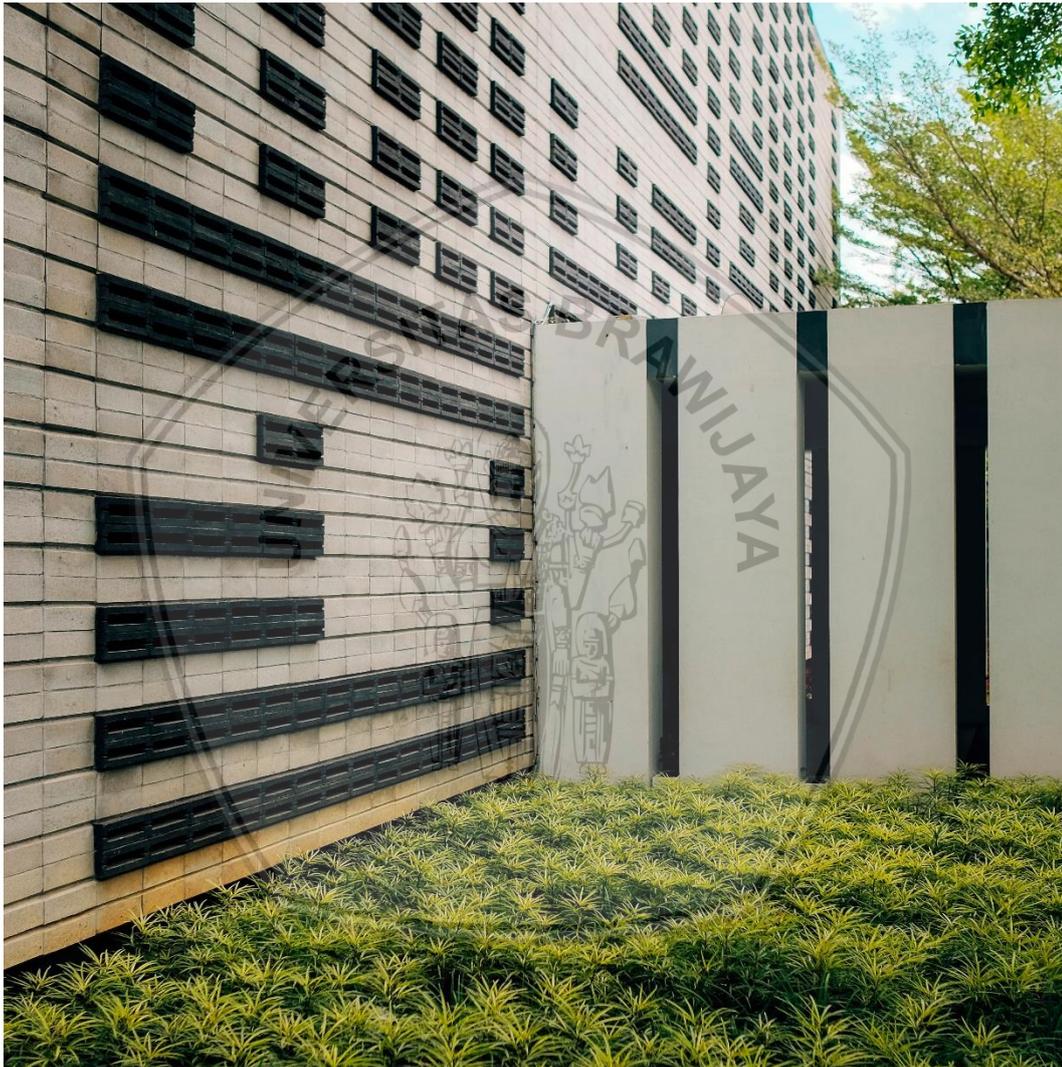
Memenangkan Penghargaan "The Best 5 World Building of The Year 2011" untuk kategori Bangunan Religi, versi Archdaily & Green Leadership Award tahun 2011 dari BCI Asia bukanlah tanpa sebab. Masjid ini sendiri memiliki banyak daya tarik tersendiri yang tidak dijumpai pada masjid pada umumnya.

Sang arsitek yang juga merupakan Walikota dari Kota Bandung yaitu Ridwan Kamil mengungkapkan bahwa filosofi dari sebuah masjid adalah fungsi utamanya, yaitu sebuah masjid adalah tempat pemujaan bagi umat Islam - sebuah tempat untuk berlutut, membungkukkan kepala dan berdoa dengan sungguh-sungguh. Seringkali, ini juga digunakan untuk melakukan berbagai kegiatan keagamaan lainnya.



**Gambar 4.16 Masjid Tanpa Kubah**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Hal pertama yang mungkin menarik perhatian para pengunjung tentang masjid ini di Kota Baru Parahyangan adalah tidak adanya kubah (lihat gambar 4.16) yang hampir selalu merupakan ciri khas dari sebuah Masjid. Namun, para arsitek telah menginformasikan bahwa kubah tersebut bukanlah merupakan identitas budaya / religius, maka bukan suatu keharusan ketika harus merancang tempat ibadah Islam.



**Gambar 4.17 Foto Batu Susun**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Selain memiliki atap tanpa kubah, detail arsitektur pada selubung bangunan Masjid Al Irsyad Satya memiliki cara yang cukup unik karena menggunakan batu susun sebagai façade utama untuk menciptakan efek tektonik, sekaligus menyematkan teks / kaligrafi Islami di atas selubung bangunan

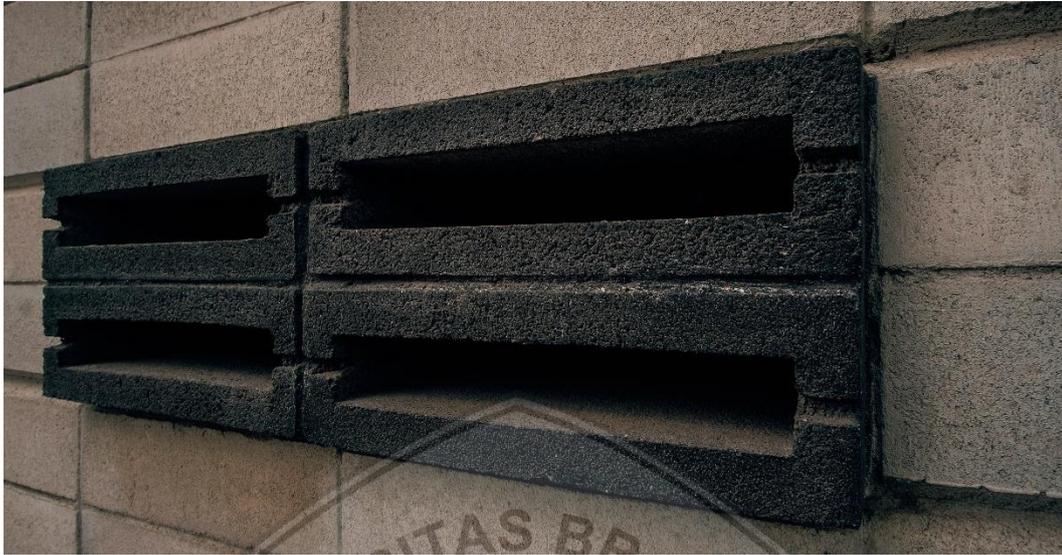
bertuliskan dua kalimat tauhid sebagai elemen grafis dan doa pengingat (lihat gambar 4.17).



**Gambar 4.18 Foto Kalimat Tauhid**  
**Sumber: Dokumentasi Pengelola**

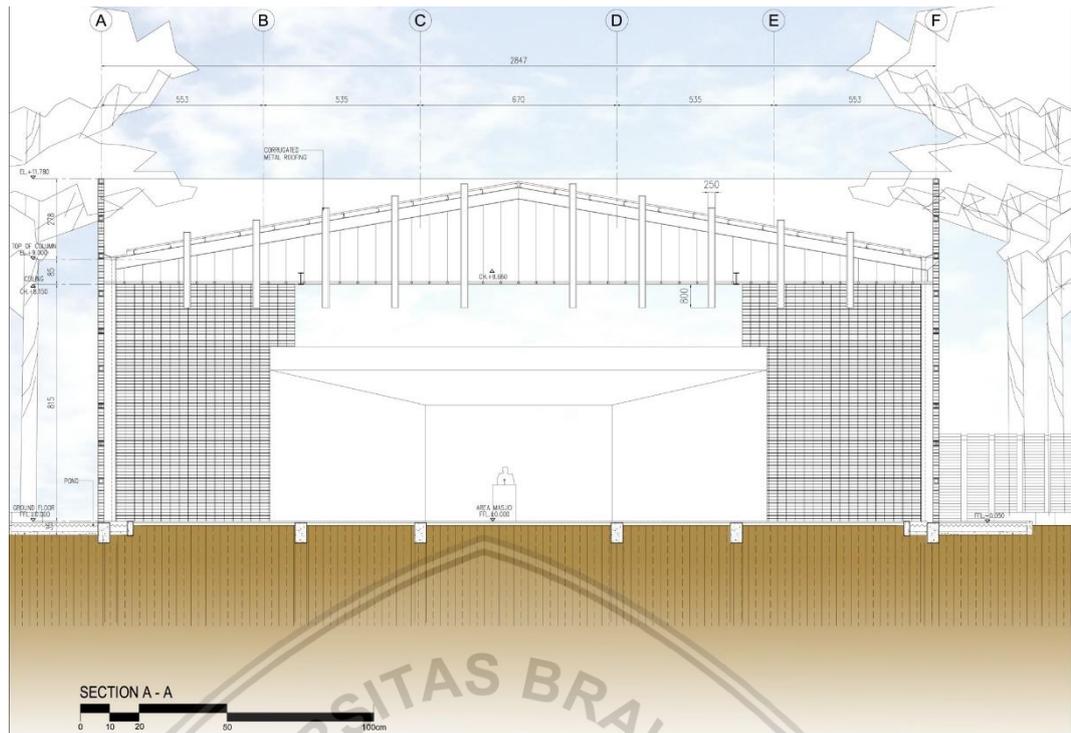
Batu ini sendiri merupakan jenis batu Kerawang, yang memiliki ciri menyerap panas sehingga dapat membuat ruang dalam, secara teori, jauh lebih dingin. Dinding yang terbuat dari batu ini disusun sedemikian rupa menjadi detail bangunan yang membentuk identitas keIslamannya menjadikan sebuah rangkaian huruf Arab berbunyi kalimat syahadat (lihat gambar 4.18). Susunan dinding seperti

ini menciptakan suasana pandangan manusia dari arah luar berskala agung, menandakan kebesaran dari sebuah masjid itu sendiri.



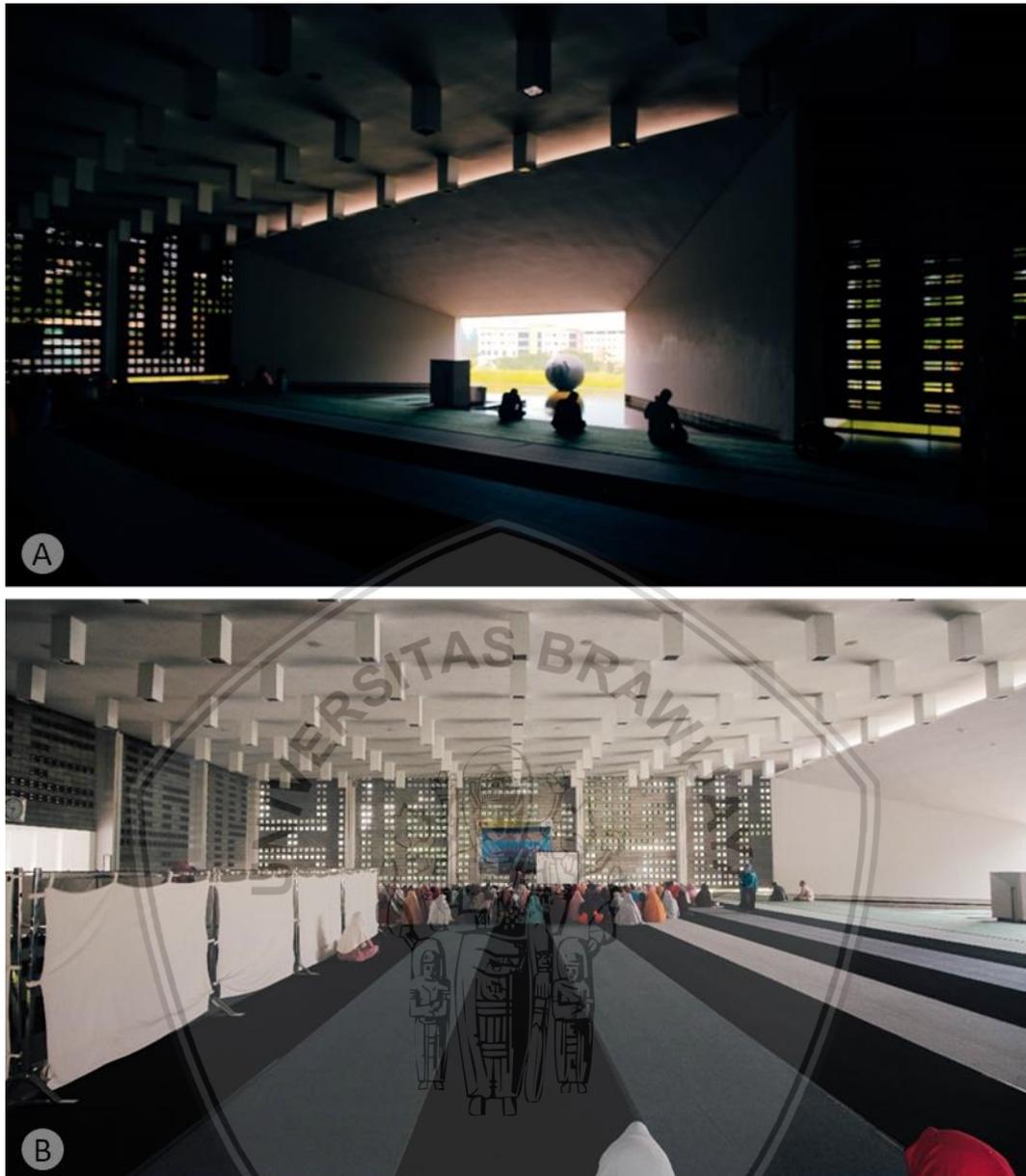
**Gambar 4.19** Foto susunan pola batu pembentuk dinding bangunan  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Batu yang digunakan untuk membuat detail selubung bangunan pada Masjid Al-Irsyad Satya ini sendiri terdiri dari bermacam macam bentuk dan juga ukuran, penyusunan disesuaikan berdasarkan dengan fungsinya sebagai detail pada dinding, dapat berupa batu sisipan, batu massif ataupun batu penghantar udara (lihat gambar 4.19).



**Gambar 4.20 Foto Potongan Melintang Talang**  
**Sumber: Dokumentasi Pengelola**

Bentukan dinding berupa persegi sering menjadi pertanyaan dan perbincangan masyarakat dikarenakan iklim tropis yang membuat cuaca di area masjid didominasi oleh musim hujan dan panas, memerlukan atap yang memiliki kemiringan. Hal ini disiasati oleh sang Arsitek dengan adanya atap berbentuk pelana dibalik dinding (lihat gambar 4.20), agar tetap mengesankan bahwa bangunan Masjid Al-Irsyad berbentuk kubus dari luar, namun tetap miring di dalam agar air hujan tidak tergenang di atap dan memiliki talang sebagai wadah mengalirnya air hujan di pinggir dinding selubung.



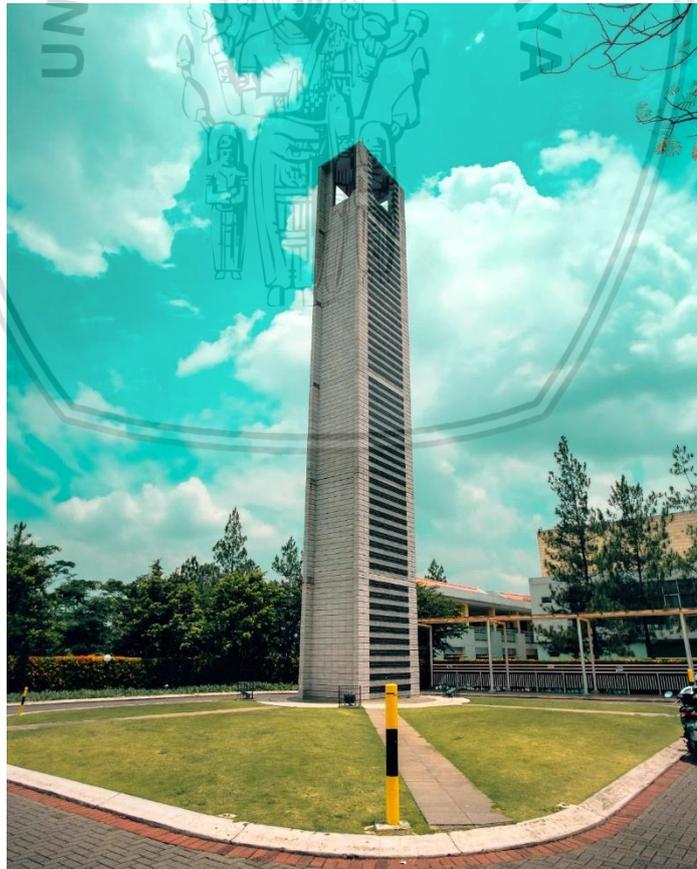
**Gambar 4.21 Foto Interior Masjid (A: Area Mimbar & B: Area Seminar)**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Bentuk utama masjid berbentuk persegi, menurut arsitek, bentukan dasar persegi diambil dikarenakan paling efisien karena umat Islam berdoa dalam barisan lurus menghadap ke arah tertentu atau kiblat. Kolom struktural disusun sedemikian rupa sehingga façadanya sepertinya tidak didukung oleh bingkai apapun (lihat gambar 4.21). Bentuk ini juga diadopsi dari bentukan Ka'bah, struktur terpenting di dunia Islam, yang mana semua do'a umat Islam diarahkan.



**Gambar 4.22 Konfigurasi Lampu Dalam Bangunan**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Selain bentukan eksterior yang sarat akan filosofi islam, pada bagian interior, terutama langit-langit Masjid Al-Irsyad Satya juga dihiasi dengan symbol keIslaman lainnya, yaitu terdapat 99 lampu yang menyimbolkan nama bagi Allah SWT, terdapat foto dokumentasi bagaimana lampu disusun dan menyinari dengan bentukan nama Allah (lihat gambar 4.22).



**Gambar 4.23 Minaret Masjid**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Selain bangunan utama, terdapat pula bangunan penunjang Masjid Al-Irsyad Satya (lihat gambar 4.23) yaitu struktur mirip tiang di samping bentuk bangunan utama yang memiliki fungsi sebagai menara, elemen penting untuk masjid. Ini digunakan di masa lalu untuk seseorang memanggil semua Muslim untuk sholat dari atas menara setiap saat waktu sholat telah tiba. Saat ini, minaret masih melayani fungsi yang sama, kecuali pada era modern, pemanggilan para kaum Muslimin menggunakan Loudspeaker yang digunakan sebagai gantinya. Di satu sisi, menara itu telah menjadi ikon masjid; Siapa pun yang mencari masjid bisa satu dari kejauhan.



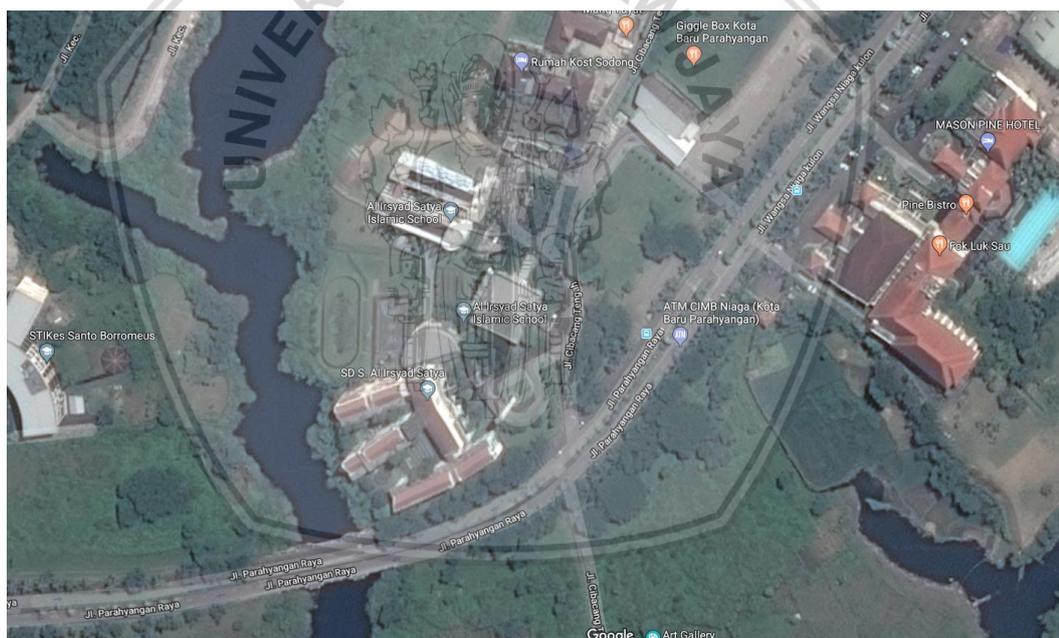
**Gambar 4.24 Suasana Interior Menuju Gunung**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Dengan kapasitas menampung sekitar 1.000 orang, masjid ini juga dirancang untuk 'berbaur' dengan alam. Batu-batu yang ditumpuk memungkinkan

ventilasi alami tanpa perlu AC terpasang setiap waktu. Dikelilingi oleh air, suhu di sekitar masjid akan lebih rendah selama musim panas secara teori. Begitu masuk, orang bisa melihat keluar dan menghargai pemandangan luar (lihat gambar 4.24) dikarenakan lahan sekitar yang masih hijau dan dipenuhi dengan pepohonan dan pegunungan Kabupaten Bandung sebagai backgroundnya

### C. *Kondisi Eksisting Masjid Al Irsyad Satya*

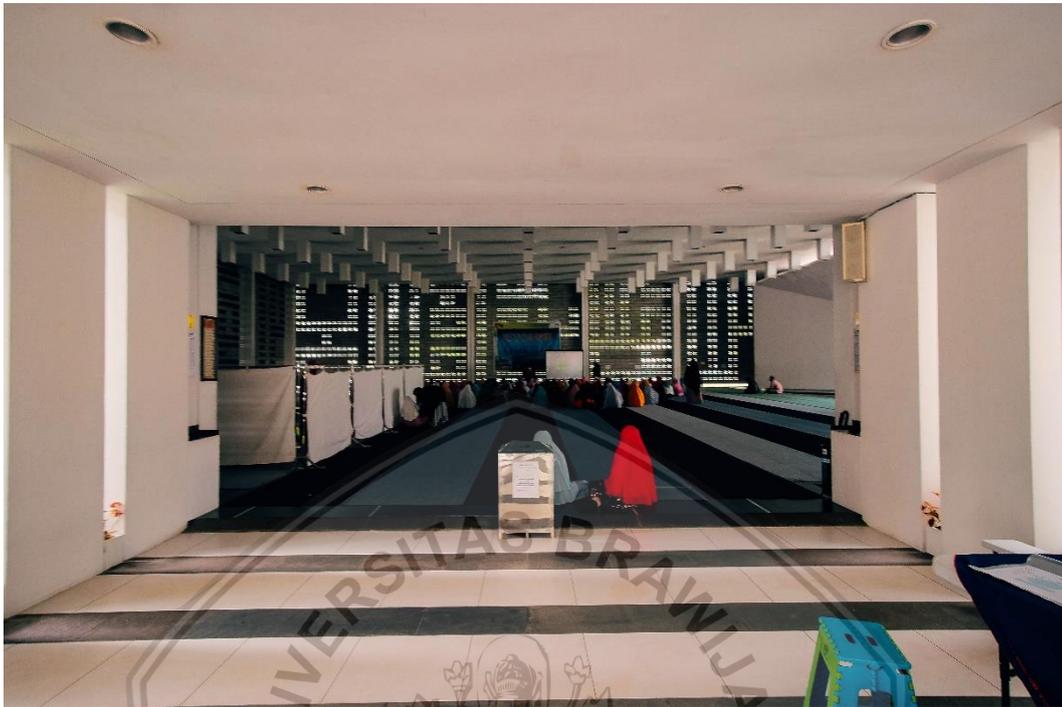
Masjid Al-Irsyad Satya berada di Jalan Wangsa Niaga Kulon bersebelahan dengan Sekolah Al-Irsyad Satya Islamic School. Kondisi eksisting Masjid ini berdiri di area lahan yang luasnya 1.871 meter persegi yang menjadi satu kesatuan yang tak terpisahkan dengan Al Irsyad Satya Islamic School yaitu sebuah sekolah Islam internasional yang ada di Kota Baru Parahyangan. Berikut adalah letak masjid berdasarkan peta elektronik Google.



**Gambar 4.25 Letak Masjid**  
**Sumber: Google Maps Jan 2018**  
 (diakses tanggal 7 Maret 2018)

Kondisi bangunan eksisting masih terbilang cukup baik dikarenakan baru dibangun beberapa tahun silam. Namun tetap ada beberapa bagian cat yang mengelupas dan beberapa titik rembesan air. Bangunan ini terdiri dari beberapa bagian bangunan. Bagian utama adalah area shalat, kedua adalah area pengelola, ketiga adalah area outdoor dan area menara masjid. Area pengelola terletak

dibelakang bangunan, dapat diakses melalui pintu samping masjid (lihat gambar 4.26), berikut adalah pintu masuk samping masjid.



**Gambar 4.26 Pintu Samping Masjid**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Area pengelola terdiri dari area penitipan barang, area kantor pengelola, area istirahat imam masjid dan area gudang peralatan masjid. Setelah melewati pintu samping masjid, pengunjung harus melewati selasar samping untuk sampai di area pengelola, area ini juga bercampur dengan area wudhu, maka dari itu terdapat perbedaan jalan antara pria dan wanita. Berikut adalah foto selasar samping masjid.



**Gambar 4.27 Selasar Samping Masjid**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Area selanjutnya setelah area pengelola adalah area outdoor, area ini terletak di depan masjid, berdekatan dengan pintu masuk utama. Area ini berisikan area istirahat outdoor bagi pengunjung, area parkir, area foto dan *main entrance / exit*. Berikut adalah foto dokumentasi area istirahat outdoor dan area masuk utama (Gambar 4.28 & 4.29)



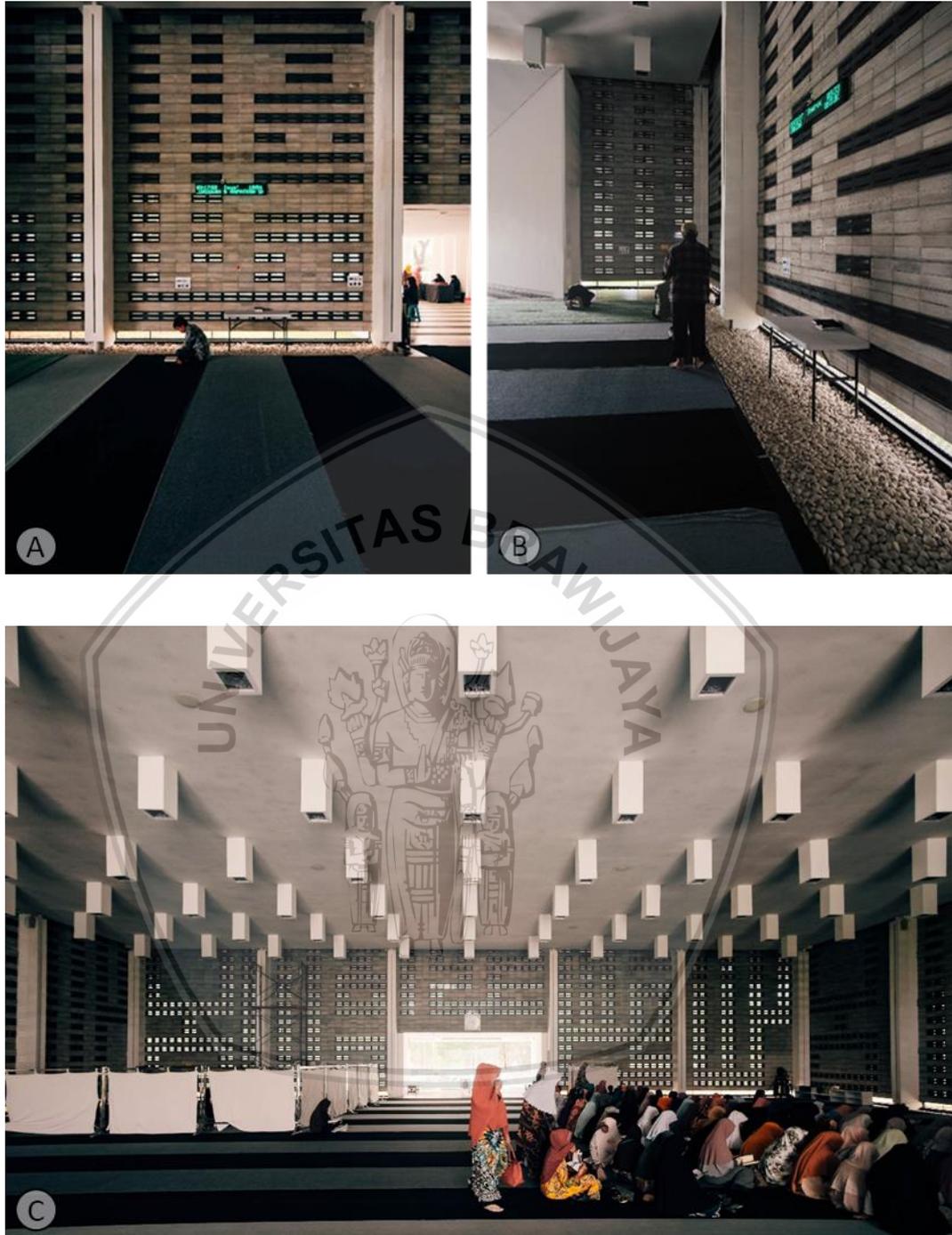
**Gambar 4.28 Area Pintu Masuk Utama Masjid dan Area Istirahat Outdoor**  
Sumber: Dokumentasi Pribadi



**Gambar 4.29 Area Pintu Masuk Utama Masjid**  
Sumber: Dokumentasi Pribadi



#### 4.1.4 Kondisi Eksisting Area Shalat



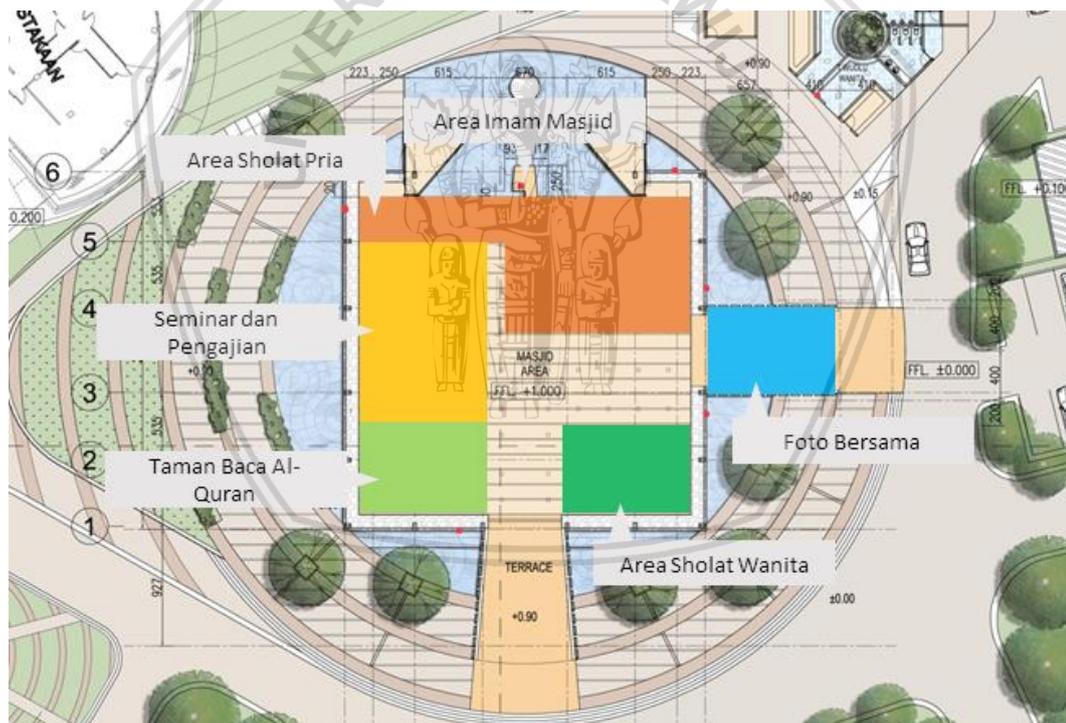
**Gambar 4.30 Kondisi Eksisting Area Sholat (A&B: Area Sholat Tanpa Sekat & C: Area Pengajian Tanpa Sekat)**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Ruang sholat pada Masjid Al-Irsyad Satya memiliki luas 809.97 m<sup>2</sup> berdasarkan hitungan dari simulasi 3D eksisting. Ruang sholat pada bangunan ini tidak memiliki sekat berupa tembok masiv (lihat gambar 4.30), hanya pembatas

ruang berupa kain untuk pembagi pria dan wanita. Selubung bangunan pada bangunan ini didominasi oleh material batu kerawang disetiap sisinya, namun di area barat, bukaan berupa void besar. Terdapat entrance pada sisi timur laut dan tenggara yang langsung menghubungkan menuju area shalat. Terdapat 99 lampu yang mensyaratkan 99 nama Allah, dan terdapat beberapa penghawaan buatan berupa *Standing AC* di beberapa sudut area shalat.

#### 4.2 Analisis Aktivitas Pengunjung

Secara keseluruhan, area utama Masjid Al-Irsyad Satya adalah area umum, dimana semua pengunjung maupun pengelola dapat beraktifitas didalamnya. Kegiatan yang terjadi di area utama yaitu area shalat juga terbilang cukup fleksibel, berikut adalah beberapa kegiatan yang dijumpai pada saat peneliti melakukan penelitian dilapangan berikut adalah pengelompokan area kegiatannya.



**Gambar 4.31 Denah Sebaran Aktivitas**  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Selain kegiatan harian, ada beberapa kegiatan berkala yang dilakukan di Masjid ini yaitu:

- Acara Studi Tour
- Pernikahan

- Bermalam

Selain beribadah dan berdoa, aktivitas paling sering dilakukan adalah pengajian dan juga seminar, pada saat ini lah beberapa AC central tambahan sering digunakan, selain itu kegiatan pada malam hari adalah bermalam atau itikaf. Berikut adalah dokumentasi aktifitas pengunjung pada saat penelitian berlangsung.



**Gambar 4.32 A&B: Aktifitas Seminar dan Pengajian**  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

### 4.3 Analisis Visual Bangunan Utama

Analisis visual pada bangunan utama dilakukan untuk mengetahui kondisi fisik bangunan secara visual. Pendekatan yang dilakukan dengan cara kuantitatif. Analisis visual yang dilakukan pada Masjid Al-Irsyad Satya bertujuan untuk mengetahui kondisi bangunan utama, kondisi selubung bangunan, serta konfigurasi selubung bangunan. Batasan dari rekomendasi desain yang diberikan tidak dapat merubah konfigurasi selubung bangunan agar tidak merubah filosofi dari selubung bangunan Masjid Al-Irsyad Satya.

#### 4.3.1 Filosofi Bentuk Bangunan

Batasan utama pada penelitian ini adalah bahwa rekomendasi desain yang dihasilkan untuk mengurangi suhu didalam ruang utama area sholat tidak boleh merubah filosofi dari bentuk bangunan, sehingga perlu diketahui terlebih dahulu konsep dari bentukan keseluruhan bangunan.

Konsep bentuk keseluruhan dari Masjid Al-Irsyad ini diambil dari bentuk Ka 'bah yang berada di Masjidil Haram. Sang arsitek, Ridwan Kamil, menghilangkan bentuk kubah yang biasanya terlihat di masjid-masjid pada umumnya. Dengan desain bangunan yang berbentuk kubus ini menjadikan masjid ini terlihat modern dan simpel, berkarakter.

##### A. *Denah Bangunan Utama Masjid Al-Irsyad*

Denah dasar bangunan Masjid Al Irsyad ini berbentuk bujur sangkar berukuran 28,47 x 28,5 m dengan pintu masuk di sisi utara dan timurnya. Pada area sirkulasi di sekitar bangunan utama mengambil konsep filosofi dari kegiatan mengelilingi Ka 'bah, atau yang biasa disebut tawaf.

##### B. *Selubung Bangunan Utama Masjid Al-Irsyad*

Sepanjang dinding masjid yang terbuat dari *concrete block* ini merupakan kaligrafi besar bertuliskan 2 kalimat syahadat. Di samping itu lubang-lubang pada juga *concrete block* difungsikan sebagai ventilasi udara.

C. *Langit-Langit Interior Pada Bangunan*

Keindahan tidak hanya terlihat dari luarnya saja, di dalam masjid ini berupa plafon datar dengan aksen berupa lampu berbentuk balok-balok sebanyak 99 buah lampu. Pada tiap lampu ini memiliki simbol berukir Asmaul Husna yang jika dinyalakan, cahaya akan membentuk siluet nama-nama Allah SWT.

D. *Lantai Bangunan*

Pada area ruang Shalat utama Masjid Al Irsyad ini menggunakan karpet sebagai material pelapis keramik. Karpet dengan desain garis-garis dengan warna tua dan muda ini terbentang di seluruh area Shalat utama.

E. *Koridor Bangunan Utama*

Desain yang terdapat pada koridor sebelah Utara masjid ini hampir sama dengan desain koridor sebelah Timur, yaitu sebuah lorong berbentuk kubus dengan lubang-lubang yang selain sebagai aksen desain juga difungsikan sebagai lubang ventilasi di area tersebut.

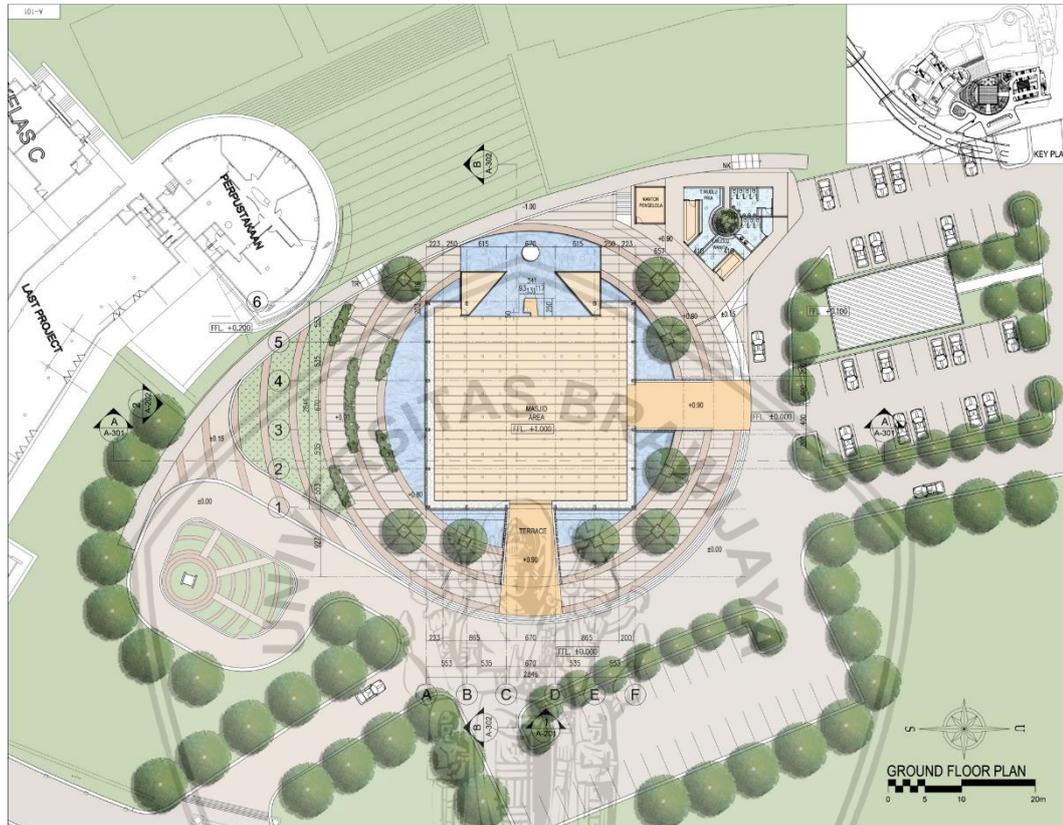
F. *Area Imam / Mihrab*

area mihrab dirancang dengan konsep seperti terapung di air. Konsep ini diimplementasikan dengan adanya kolam setengah lingkaran yang mengelilingi area ini. Kolam ini juga membatasi ruang dalam atau ruang Shalat utama dengan ruang luar. Di samping itu, pada saat siang hari kolam ini berfungsi untuk memantulkan cahaya matahari ke dalam ruang Shalat utama, sehingga ruang dalam menjadi lebih terang. Di tengah tengah kolam tersebut ter gelar lafaz “Allah” pada semacam bola dunia yang terbuat dari tembaga berukuran besar yang berhadapan langsung dengan mimbar

Pada bidang arah kiblat, terdapat desain yang sangat khas dimana tidak terdapat penghalang, tanpa dinding penghalang dan langsung berinteraksi dengan alam berupa jajaran perbukitan di sebelah barat masjid. dilihat dari aspek pencahayaan, pemecahan desain pada area mihrab ini merupakan solusi yang baik untuk memasukkan cahaya alami ke dalam bangunan, mengingat pencahayaan merupakan suatu aspek dari bangunan yang harus ada, di samping menjadi salah

satu faktor di dalam kesehatan juga dianggap sangat penting karena tanpa pencahayaan yang memadai, orang tidak bisa melakukan kegiatan dengan baik (Yudelson, 2007)

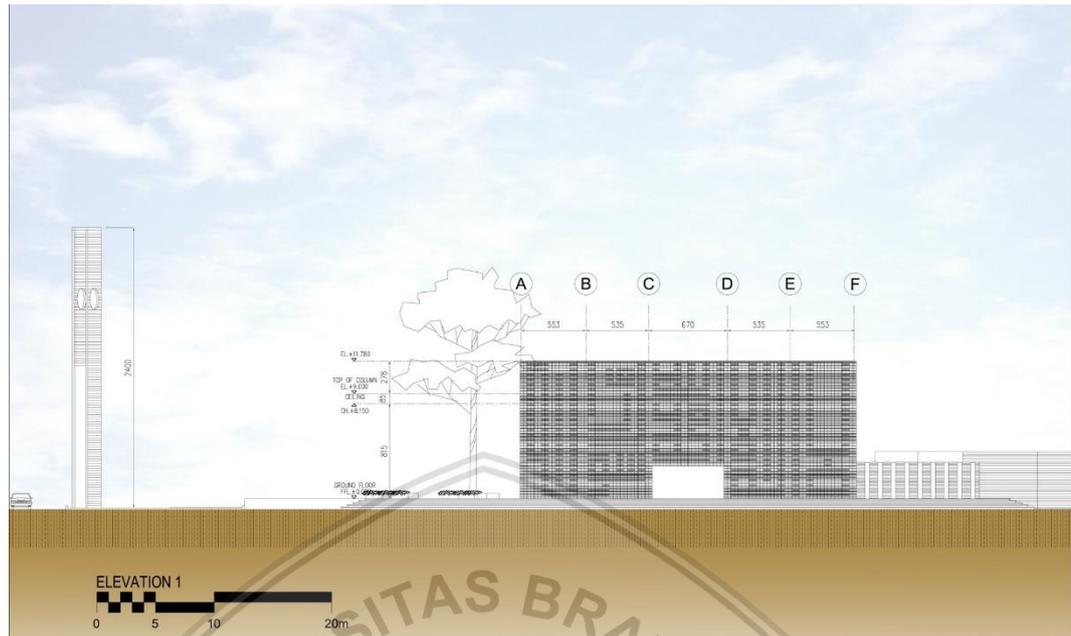
#### 4.3.2 Eksisting Bangunan Utama



**Gambar 4.33 Siteplan Masjid Al-Irsyad**  
**Sumber: Dokumentasi Pengelola**

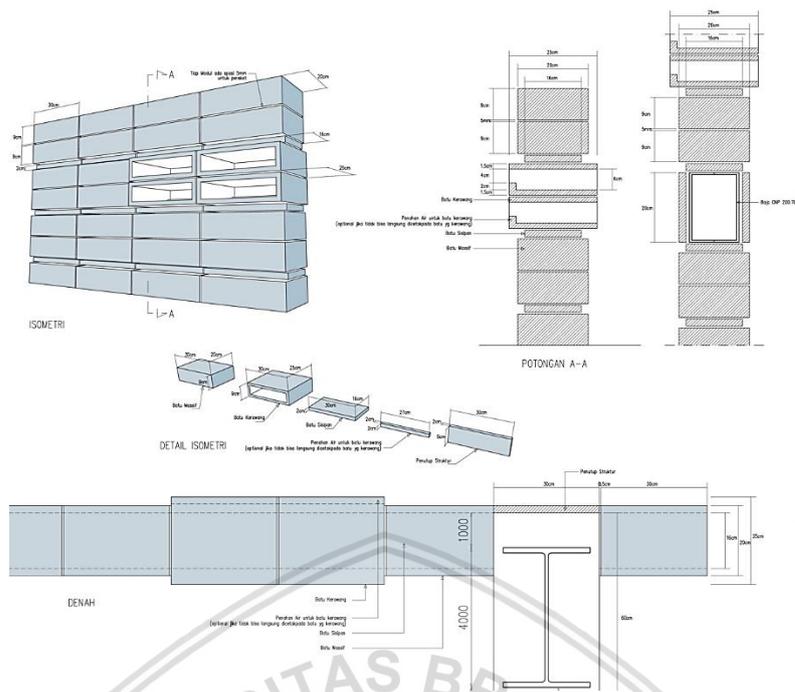
Kawasan dari Masjid Al-Irsyad Satya adalah berupa lahan kosong yang belum diolah, lahan ini adalah milik Sekolah Islam Al-Irsyad Satya. Sedangkan diarah Barat Laut adalah kawasan sekolah dan diarah selatan adalah jalan utama dari Kota Baru Parahyangan. Pada lokasi site, terdapat beberapa pohon baru yang ditanam bersamaan dengan dibangunnya bangunan tersebut, sehingga belum terlalu besar dan rindang. Kondisi Masjid Al-Irsyad Satya sendiri cukup mudah diakses karena berbatasan langsung dengan jalan utama. Bangunan utama ini juga terletak ditengah site, dikarenakan terdapat beberapa bangunan pendukung dikelilingnya seperti gedung pengelola, area wudhu, area parkir dan bangunan minaret yang terdapat di Barat Daya bangunan utama.

### 4.3.3 Kondisi Selubung Bangunan



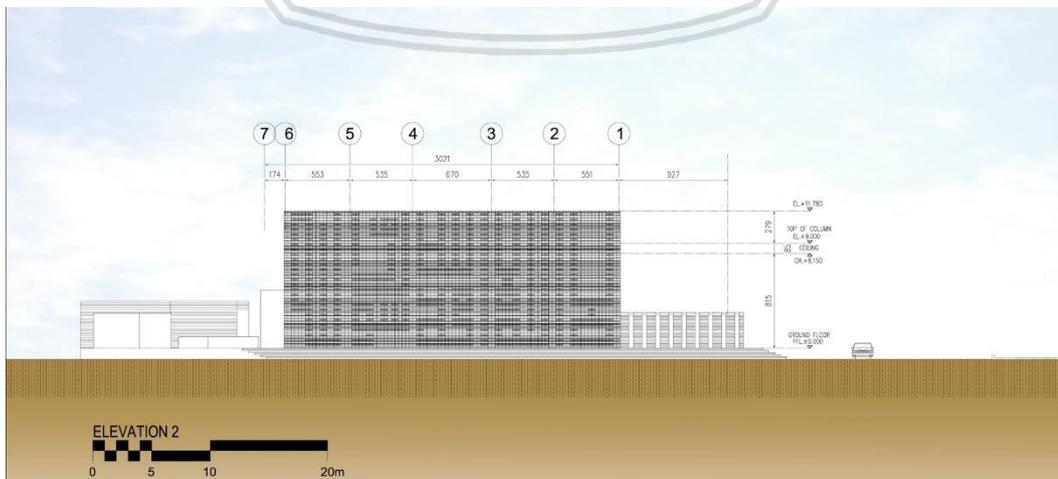
**Gambar 4.34 Elevasi 1 Bangunan**  
**Sumber: Dokumentasi Pengelola**

Bangunan utama Masjid Al-Irsyad Satya merupakan bangunan satu lantai dengan ketinggian  $11,78\text{m}^2$ . Selubung bangunan utama dari bangunan ini adalah berupa kalimat tauhid yang di susun dengan material batu kerawang dan material kongkret. Konfigurasi selubung bangunan ini juga menjadi jalur sirkulasi udara utama sebagai penghawaan silang. Untuk besaran dan detail dari batu kerawang, berikut adalah gambar kerjanya.



**Gambar 4.35 Detail Selubung Batu**  
**Sumber: Dokumentasi Pengelola**

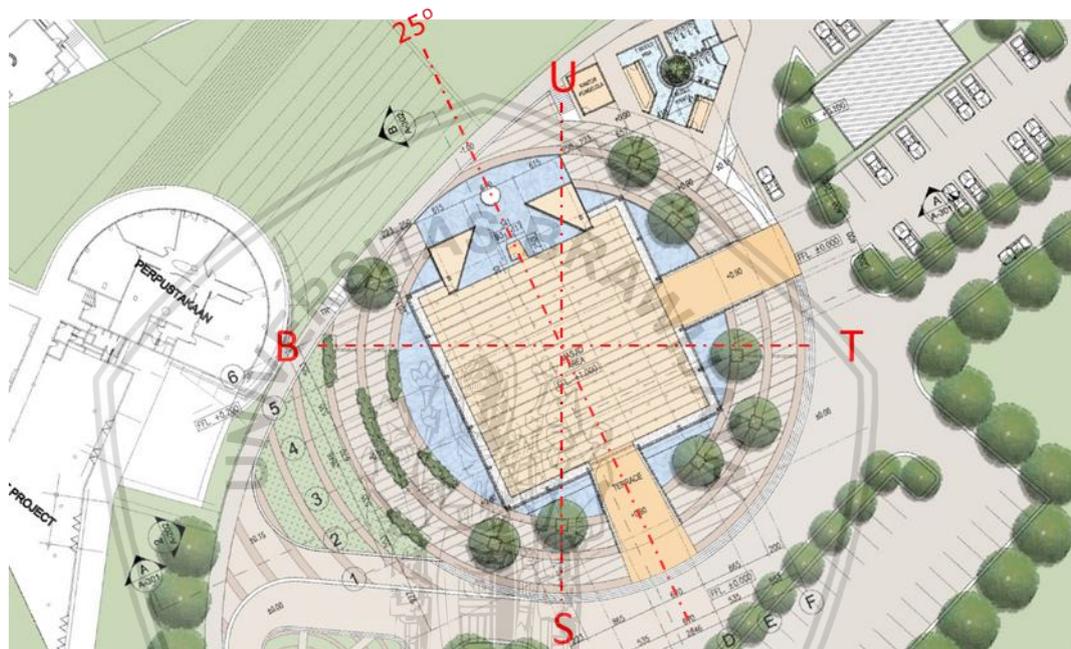
Pada material batu kerawang yang digunakan sebagai bagian *Void* dalam desain selubung bangunan ini memiliki kedalaman yang lebih panjang, hal ini diterapkan karena mencegah air hujan yang masuk apabila hanya dengan ketebalan 16-20cm. total jumlah jenis batu yang digunakan dalam selubung bangunan ini adalah 5 jenis variasi, yaitu batu masif, batu kerawang, batu sisipan, batu penutup struktur dan batu pencegah air hujan pada batu kerawang.



**Gambar 4.36 Elevasi 2 Bangunan**  
**Sumber: Dokumentasi Pengelola**

#### 4.4 Analisis Pembayangan Bangunan

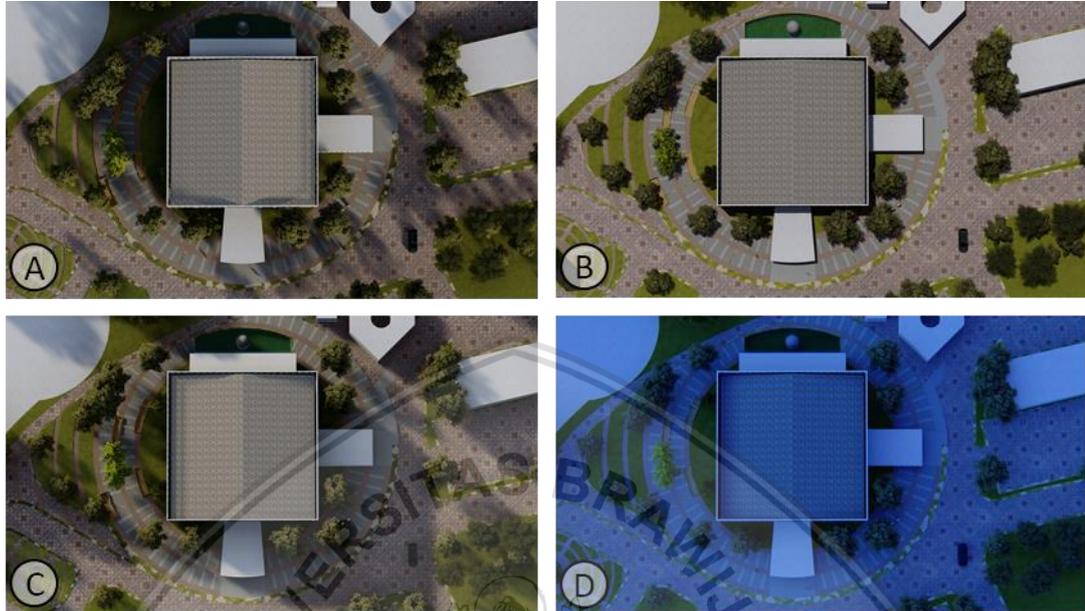
Masjid Al-Irsyad Satya memiliki kemiringan sebesar  $25^\circ$  kearah Barat Laut, mengikuti arah *Kiblat*. Orientasi dari bangunan ini tidak terlalu menonjol karena bentukannya utamanya yang membentuk persegi, namun lebih dominan kepada arah tenggara - barat laut karena bentukannya *main entrance* dan juga bukaan utama diarah barat laut. Berikut gambar yang mewakili kemiringan dan orientasi bangunan.



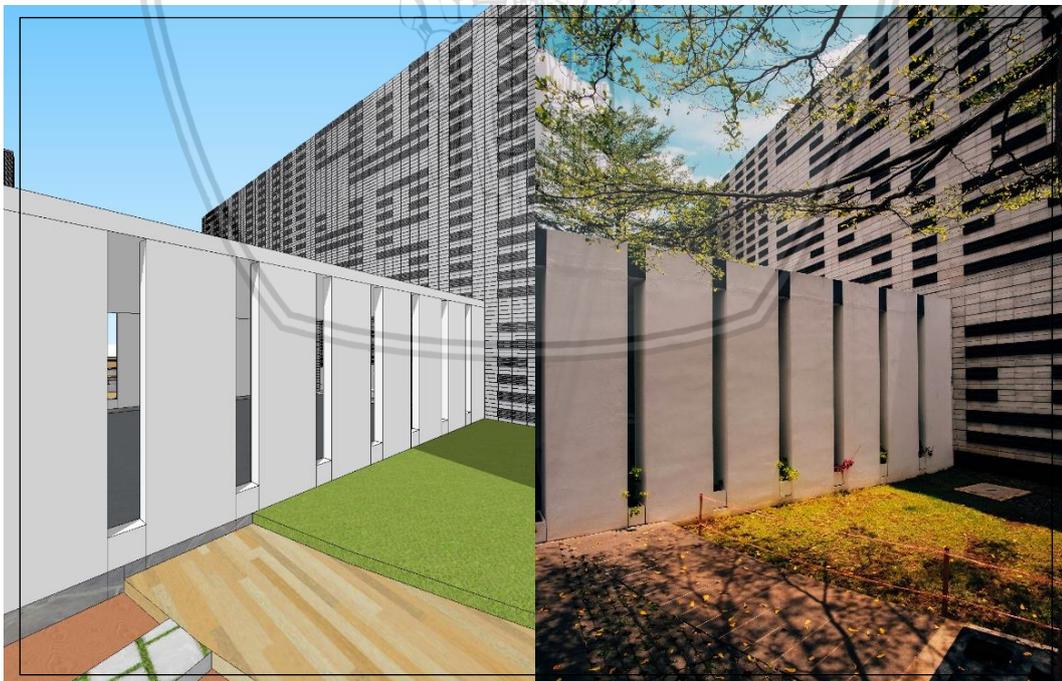
**Gambar 4.37 Kemiringan dan Orientasi Bangunan**  
Sumber: Dokumentasi Pengelola

Analisis pembayang dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *SketchUp* untuk mengetahui bagaimana kondisi pembayang selubung bangunan yang terjadi pada Masjid Al-Irsyad Satya. Validasi penggunaan perangkat lunak *SketchUp* dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan simulasi pembayangan agar hasil simulasi valid untuk digunakan dalam penelitian. Validasi ini membandingkan simulasi dengan hasil dokumentasi penelitian di waktu dan tanggal yang sama ketika foto objek penelitian diambil. Perbandingan ini dilakukan secara kualitatif untuk mengetahui kesamaan hasil simulasi yang dibuat dengan dokumentasi yang dilakukan. Hasil analisis pembayang ini dinyatakan valid apabila hasil simulasi dapat memvisualisasikan area pembayang yang serupa terhadap hasil dokumentasi yang dilakukan.

Berikut adalah hasil simulasi pembayangan objek penelitian pada saat pagi, siang, sore dan malam hari (lihat gambar 4.38) dan validasi dengan perangkat lunak *SketchUp & Lumion*.



**Gambar 4.38 A: Pagi Hari, B: Siang Hari, C: Sore Hari & D: Malam Hari**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**



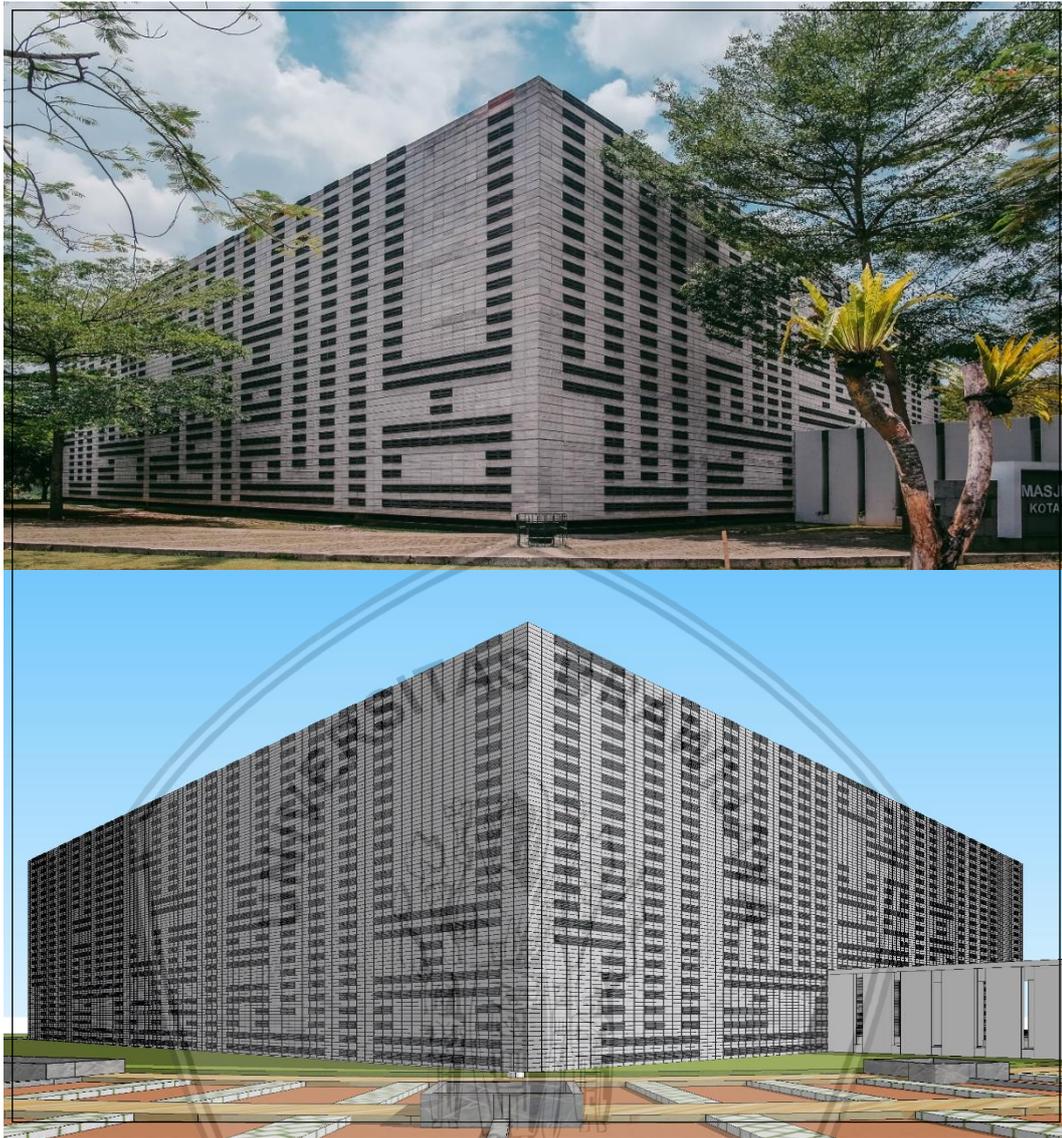
**Gambar 4.39 Analisis Pembayang Bangunan Tanggal 28 Oktober 2017**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Gambar A&B (lihat gambar 4.39) adalah hasil simulasi dan foto dokumentasi dilapangan yang dilakukan pada tanggal 28 Oktober 2017 pada pukul 13.45. Hasil simulasi menunjukkan pembayangan yang serupa dengan foto dokumentasi. Hal ini ditunjukkan pada hasil pembayang yang berada disekitar pintu masuk utama dan bayangan yang menutupi sebagian selubung bangunan. Terlihat pula bayangan pada rumput yang menunjukkan kesamaan hasil simulasi dan foto dokumentasi.



**Gambar 4.40 Analisis Pembayang Bangunan**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Gambar A&B (lihat gambar 4.40) merupakan hasil simulasi yang diambil pada side entrance, pada foto dan simulasi ini juga terlihat posisi pembayang yang sama yaitu selubung bangunan hampir tidak tertutupi bayangan, foto dokumentasi penelitian ini di ambil pada pukul 12.30 pada tanggal 4 November 2017.



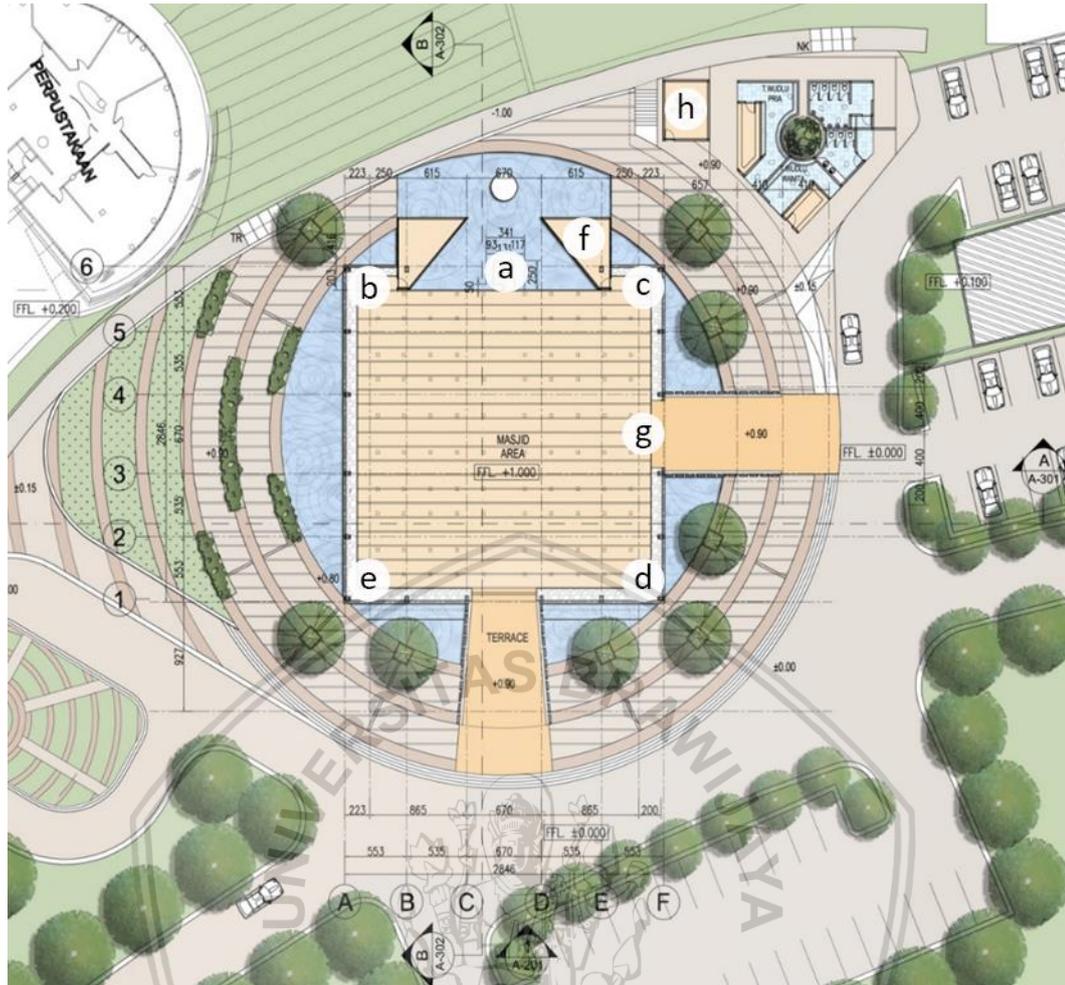
**Gambar 4.41 Analisis Pembayang Bangunan  
Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Gambar A&B (lihat gambar 4.41) juga merupakan hasil perbandingan simulasi dengan foto dokumentasi yang dilakukan pada tanggal 28 Oktober 2017. Foto dokumentasi diambil pada pukul 14.50. Pada hasil pembayangan ini menunjukkan bahwa sisi paling terbayangi dari arah kiri bangunan atau arah timur dikarenakan waktu yang mendekati sore hari ketika pengambilan gambar. Berdasarkan hasil perbandingan simulasi dengan dokumentasi bangunan, dapat diambil kesimpulan bahwa hasil pembayangan serupa dengan area yang terbayangi, hal ini dapat menjadi kongklusi bahwa simulasi pembayangan yang dilakukan dapat dinyatakan valid, sehingga simulasi pembayangan untuk analisis dapat dilakukan selanjutnya.

## **4.5 Analisis Data Pengukuran Suhu, Kelembaban dan Angin**

### **4.5.1 Titik Lokasi Pengukuran**

Sejatinya, kondisi termal bangunan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah suhu udara, kecepatan angin, kelembaban udara, aktivitas didalam bangunan serta perabot ruangan yang digunakan. Namun, faktor utama yang paling berpengaruh dalam penelitian ini adalah mengenai suhu udara. Sehingga, suhu udara bisa digunakan sebagai parameter keberhasilan pendinginan alami dalam bangunan, kecepatan angin juga mempengaruhi kondisi ventilasi dalam bangunan yang mendukung terjadinya pendinginan. Data terpenting yang diperlukan untuk mengetahui bagaimana kondisi penerapan pendinginan alami pada Masjid Al-Irsyad Satya ini adalah data berupa suhu udara, kelembaban udara dan kecepatan angin di sekitar lingkungan. Data berupa pengukuran suhu udara dan kelembaban diperoleh dari hasil survey dilapangan oleh peneliti sendiri pada tanggal 28 Oktober dan 11 November 2017. Data tersebut didapatkan dengan pengukuran selama 24 jam selama beberapa hari, sedangkan data berupa kecepatan angin disekitar lingkungan didapatkan dari literatur dan juga Badan Pusat Statistik Kota Bandung. Seperti yang dijelaskan sebelumnya, titik pengukuran berada di 8 titik utama yaitu area mimbar, keempat sudut area utama ruang sholat, side entrance, area pengelola dan area istirahat imam / khatib. Berikut adalah gambar yang mewakili titik pengambilan suhu dan kelembaban.



**Gambar 4.42 Analisis Data Pengukuran Bangunan**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Titik pengukuran masing masing diletakkan dengan ketinggian 1,8m karena bangunan ini adalah bangunan dengan fungsi publik, sehingga meletakkan di area yang mudah terjangkau dirasa cukup riskan untuk keamanan alat ukur. Berikut adalah titik pengukurannya.

**A. Area mimbar (TP 1)**

Titik pertama ini diambil dikarenakan pada lokasi ini terdapat bukaan masiv diarea imam. Bukaan ini adalah bukaan utama masjid berhadapan langsung menuju barat dan barat laut.

B. *Sisi barat mimbar (TP2)*

Titik kedua diambil dikarenakan berhadapan langsung dengan sisi barat, tempat yang pada umumnya memiliki kondisi suhu terpanas ketika sore hari. Titik ini juga menjadi lokasi utama tempat kajian berlangsung pada siang menuju sore hari ataupun ketika menjelang Maghrib.

C. *Sisi Timur mimbar (TP 3)*

Sisi timur mimbar diambil untuk menjadi pertimbangan titik terdingin bangunan, dikarenakan titik ini memiliki beberapa vegetasi di halaman depannya sehingga menjadikan lokasi ini lebih dingin dari sisi barat mimbar.

D. *Area sholat wanita (TP 4)*

Titik keempat diambil dikarenakan Masjid Al-Irsyad Satya hanya memiliki satu area sholat wanita, sehingga diperlukannya kondisi suhu pada lokasi area sholat wanita.

E. *Sisi Selatan mimbar (TP 5)*

Sisi selatan mimbar merupakan sisi main entrance sehingga diperlukan pengambilan data suhunya untuk mengetahui bagaimana keadaan suhu saat pengunjung pertama kali masuk kedalam ruang utama area sholat pada Masjid Al-Irsyad Satya.

F. *Ruang staff mimbar (TP 6)*

Area staff mimbar berada di arah yang sama dengan sisi barat mimbar, berada disebelah tempat imam, sehingga diperlukan pengukuran untuk mengetahui bagaimana kondisi didalam bangunan yang memiliki ruang tertutup didalamnya.

G. *Side entrance (TP 7)*

Area side entrance juga diperlukan pengukurannya dikarenakan pada lokasi ini para pengunjung paling banyak berlalu lalang setelah mengambil wudhu maupun menunggu giliran sholat. Area side entrance berupa koridor sepanjang 7 meter.

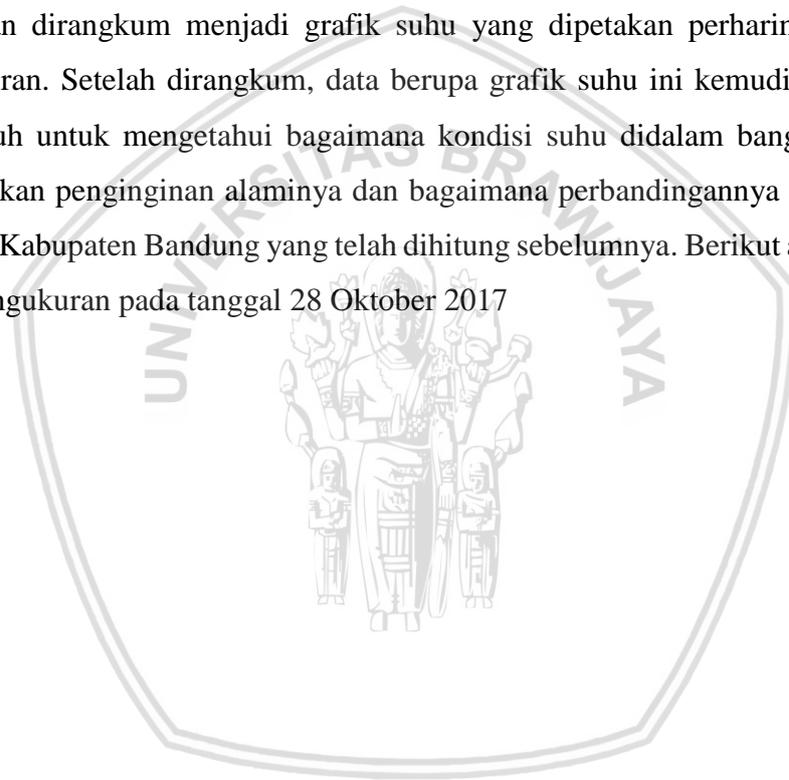
#### H. *Area pengelola (TP 8)*

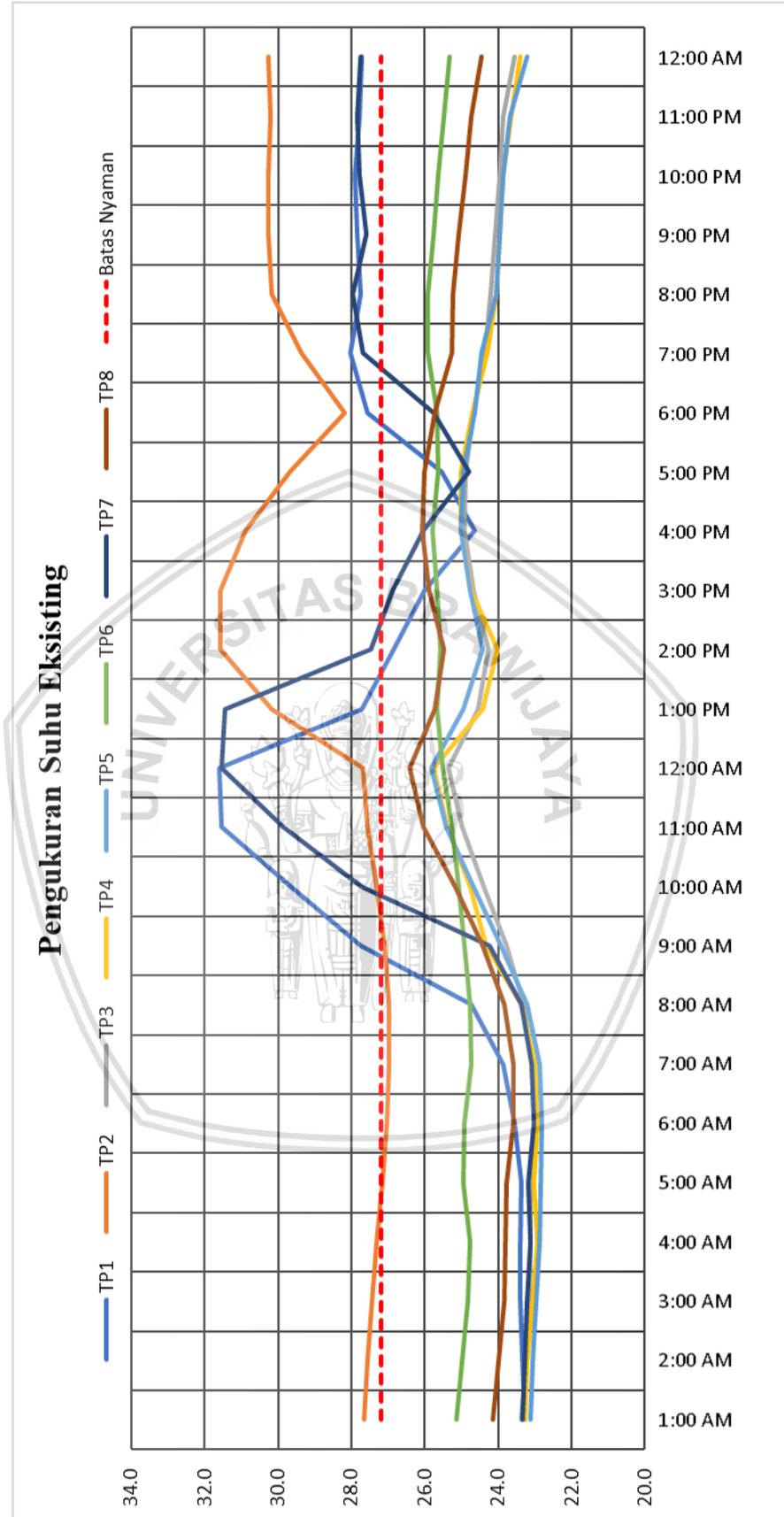
Area pengelola ini diperlukan pengukuran suhunya dikarenakan berada diluar bangunan, dapat menjadi pertimbangan selisih suhu didalam ruang utama area sholat dan diluar ruang utama

### 4.5.2 Analisis Data pengukuran

#### A. *Suhu Udara*

Data pengukuran pertama adalah suhu udara. Pengukuran suhu udara dilakukan di delapan area yang sudah disebutkan sebelumnya. Data pengukuran ini kemudian dirangkum menjadi grafik suhu yang dipetakan perharinya / selama pengukuran. Setelah dirangkum, data berupa grafik suhu ini kemudian dianalisis lebih jauh untuk mengetahui bagaimana kondisi suhu didalam bangunan utama berdasarkan penginginan alaminya dan bagaimana perbandingannya dengan suhu nyaman Kabupaten Bandung yang telah dihitung sebelumnya. Berikut adalah grafik hasil pengukuran pada tanggal 28 Oktober 2017





Gambar 4.43 Suhu Eksisting 8 Titik Pengukuran  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Hasil pengukuran selama 24 jam menunjukkan kenaikan suhu dan penurunannya pada jam jam tertentu. Kenaikan suhu setiap harinya terjadi mulai dari pukul 09.00 hingga mencapai puncak pada pukul 13.00 – 14.00 dan mulai stabil hingga pukul 16.00. Pada waktu tersebut, ruang utama area sholat merupakan area yang paling ramai digunakan, dikarenakan setiap pukul 09.00 Masjid Al-Irsyad Satya memiliki jadwal rutin baik pengajian maupun seminar. Pada pukul 12.00 – 13.30 kegunaan ruang utama area sholat ini berubah fungsi menjadi area sholat. Kenaikan suhu yang terjadi memberikan pengaruh terhadap pengunjung yang melakukan aktifitas di area ini, maka dari itu, penghawaan buatan diberikan pada saat tertentu, terutama pada saat seminar dan pengajian dikarenakan kondisi penghawaan yang dirasa kurang optimal dengan aktifitas yang dilakukan didalamnya. Penurunan suhu mulai berlangsung pada pukul 16.00 hingga pukul 07.00 keesokan harinya, pada saat ini aktifitas pada area ini tidaklah terlalu intens, hanya pada pukul 18.00 pada saat sholat maghrib dan 19.00 pada saat sholat isya. Berikut adalah detail acara tiap jam pada Masjid ini.

Jam	Acara
10/28/17 4:00 AM	Sholat Subuh
10/28/17 5:00 AM	Sholat Subuh
10/28/17 6:00 AM	Kosong
10/28/17 7:00 AM	Pembersihan Masjid
10/28/17 8:00 AM	Pengajian Pagi
10/28/17 9:00 AM	Pengajian Pagi
10/28/17 10:00 AM	Seminar Pagi
10/28/17 11:00 AM	Seminar Pagi
10/28/17 12:00 AM	shola Dzuhur
10/28/17 1:00 PM	shola Dzuhur
10/28/17 2:00 PM	Seminar Siang
10/28/17 3:00 PM	Sholat Ashar
10/28/17 4:00 PM	Sholat Ashar
10/28/17 5:00 PM	Taman Baca Alquran
10/28/17 6:00 PM	Sholat Maghrib
10/28/17 7:00 PM	Sholat Isya
10/28/17 8:00 PM	Kosong
10/28/17 9:00 PM	Itikaf
10/28/17 10:00 PM	Itikaf
10/28/17 11:00 PM	Itikaf

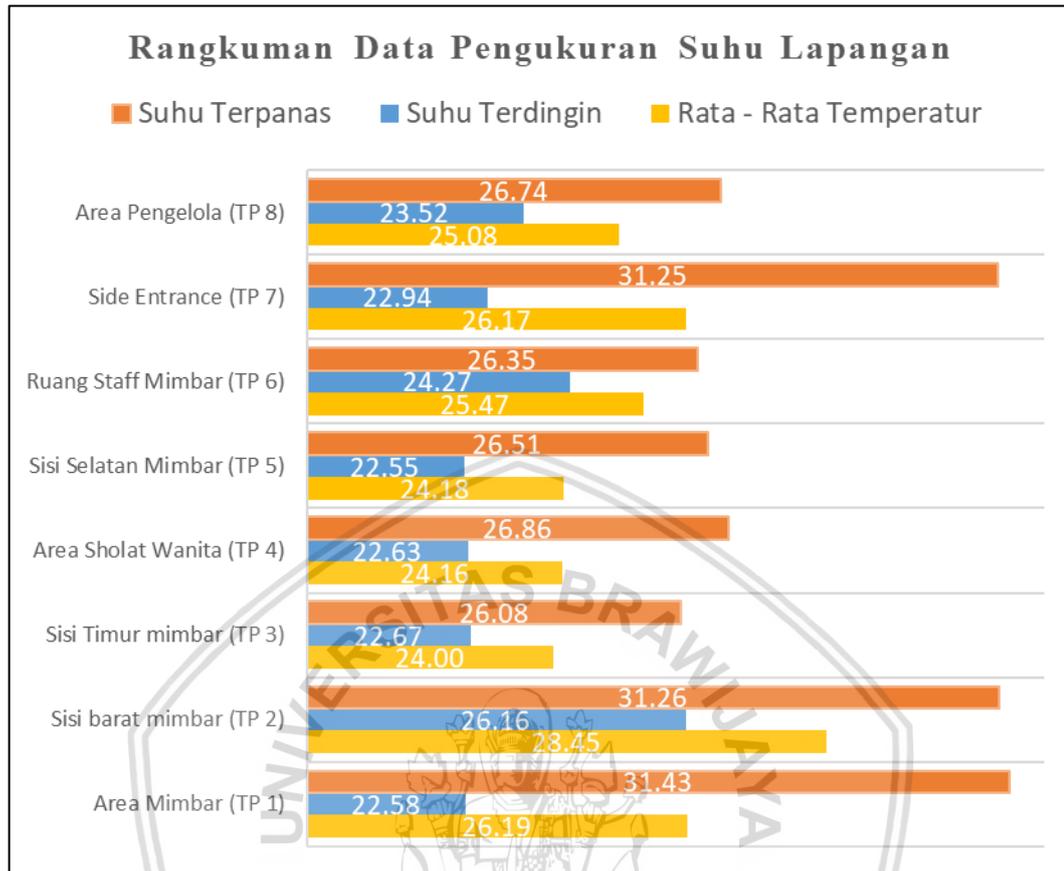
**Gambar 4.44 Pembagian Waktu Kegiatan**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Berdasarkan hasil pengukuran dan penyebaran aktivitas ruang yang telah di jabarkan sebelumnya, kegiatan sholat dzuhur dan ashar, taman baca alquran dan kegiatan seminar siang paling merasakan keadaan panas didalam ruang utama area sholat. Dikarenakan posisinya berada di sekitar area mimbar dan barat masjid pada waktu siang hingga sore hari. Suhu terpanas pada kondisi ini dapat mencapai 32 °C.

Keadaan suhu ruang dalam yang panas pada saat siang menjelang sore hari diperkuat oleh hasil pengukuran suhu diruang utama area sholat. Apabila dibandingkan dengan ruang luar menunjukkan kondisi suhu yang cenderung lebih tinggi dibandingkan suhu luar bangunan pada beberapa titik, terutama pada saat siang menjelang sore hari dimana mata hari langsung masuk kedalam bangunan melewati bukaan utama area mimbar masjid yang memiliki desain arsitektural void yang besar.

Hasil pengukuran menunjukkan suhu tertinggi pada ruang utama area sholat terjadi pada tanggal 28 Oktober 2017 yaitu pada pukul 12.15 siang di titik area mimbar. Suhu yang tercatat pada alat ukur mencapai 32.6 °C sesuai dengan analisis yang dilakukan sebelumnya, bahwa kondisi pembayang selubung bangunan pada pukul 12.00 – 15.30 mengenai area mimbar langsung tanpa pembayang yang berarti dan memberikan area itu terkena beban panas dari radiasi matahari. Sedangkan suhu terendah berkisar pada angka 23.2 °C tercatat pada alat ukur untuk area mimbar, dikarenakan pada sore hingga malam hari area ini terkena langsung dari angin yang berasal dari dataran yang lebih tinggi.

Tahapan selanjutnya adalah menganalisis merangkum hasil pengukuran suhu pada masing-masing titik pengukuran. Setelah dirangkum berdasarkan suhu masing – masing titik pengukuran, langkah selanjutnya adalah membandingkan masing – masing titik pengukuran agar dapat diketahui berapa besar suhu tertinggi dan terendah yang terjadi selama penelitian lapangan berlangsung. Rata – rata suhu per harinya juga dihitung agar dapat diketahui rata – rata suhu terendah dan tertinggi pada saat pengukuran lapangan. Tahapan ini wajib di lakukan agar dapat menggambarkan gambaran umum mengenai kondisi suhu eksisting Masjid Al-Irsyad Satya, terutama pada saat pengukuran di lapangan. Berikut adalah grafik rangkuman hasil pengukuran suhu masing – masing titik pengukuran pada Masjid Al-Irsyad Satya.



**Gambar 4.45 Rangkuman Data Pengukuran Suhu**  
 Sumber: Dokumentasi Pribadi

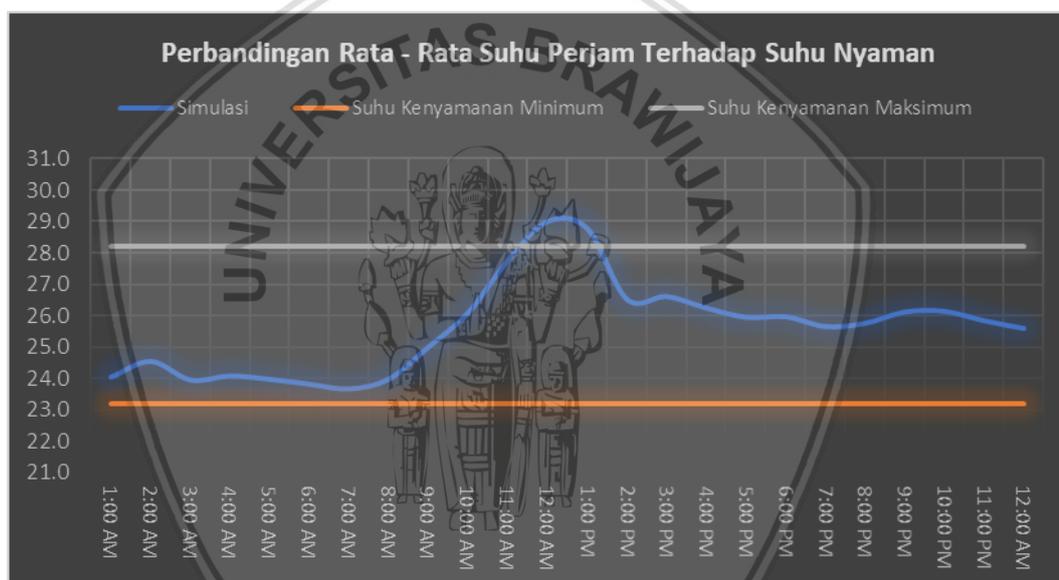
Hasil pengukuran suhu tertinggi ruang luar pada tanggal 28 Oktober 2017 dengan suhu sebesar 31.5 °C. Suhu terendah hasil pengukuran ruang luar berada pada tanggal 28 Oktober sebesar 22.55 °C.

Berdasarkan hasil pengukuran dilapangan mengenai suhu, hasil suhu tertinggi dengan titik puncak 31.45 °C dan 31.26 °C berada pada sisi barat dan timur bangunan pada pukul 12.00 – 13.20.

Hal ini menunjukkan bahwa masih banyak area ruang dalam masjid yang berada diatas suhu 27.2 °C mengingat bahwa berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai kenyamanan termal termasuk dalam kategori panas tidak nyaman (TE) = > 27.2 °C

Selain SNI, suhu nyaman Kabupaten Bandung telah dihitung sebelumnya berdasarkan data rata-rata suhu per bulan selama 3 tahun terakhir Kabupaten

Bandung dan dengan penelitian sebelumnya, hasilnya adalah rentang suhu nyaman sebesar 23.0 - 28.2 °C. Rentang ini merupakan batas kondisi suhu yang masih dapat diterima oleh orang Bandung. Data pengukuran suhu selama 24 jam kemudian dihitung juga rata-rata per jamnya agar dapat dibandingkan dengan rentang suhu nyaman Kabupaten Bandung. Perbandingan tersebut dilakukan untuk mengetahui apakah suhu hasil pengukuran telah masuk kategori suhu nyaman Kabupaten Bandung. Selisih terbesar antara suhu nyaman Kabupaten Bandung dengan rata-rata suhu per jam selama pengukuran dihitung untuk diketahui seberapa besar suhu yang perlu diturunkan agar dapat mencapai kategori suhu nyaman. Berikut ini adalah grafik hasil perbandingan rata-rata suhu per jam hasil pengukuran dengan suhu nyaman Kabupaten Bandung



**Gambar 4.46 Perbandingan Rata Rata Suhu Perjam Terhadap Suhu Nyaman**  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Perbandingan rata – rata suhu selama 24 jam hasil pengukuran dengan suhu nyaman Kabupaten Bandung menunjukkan bahwa rata – rata suhu ruang utama area Sholat berada pada zona suhu nyaman Kabupaten Bandung, namun dibebberapa titik waktu masih belum berada di zona suhu nyaman Kabupaten Bandung.

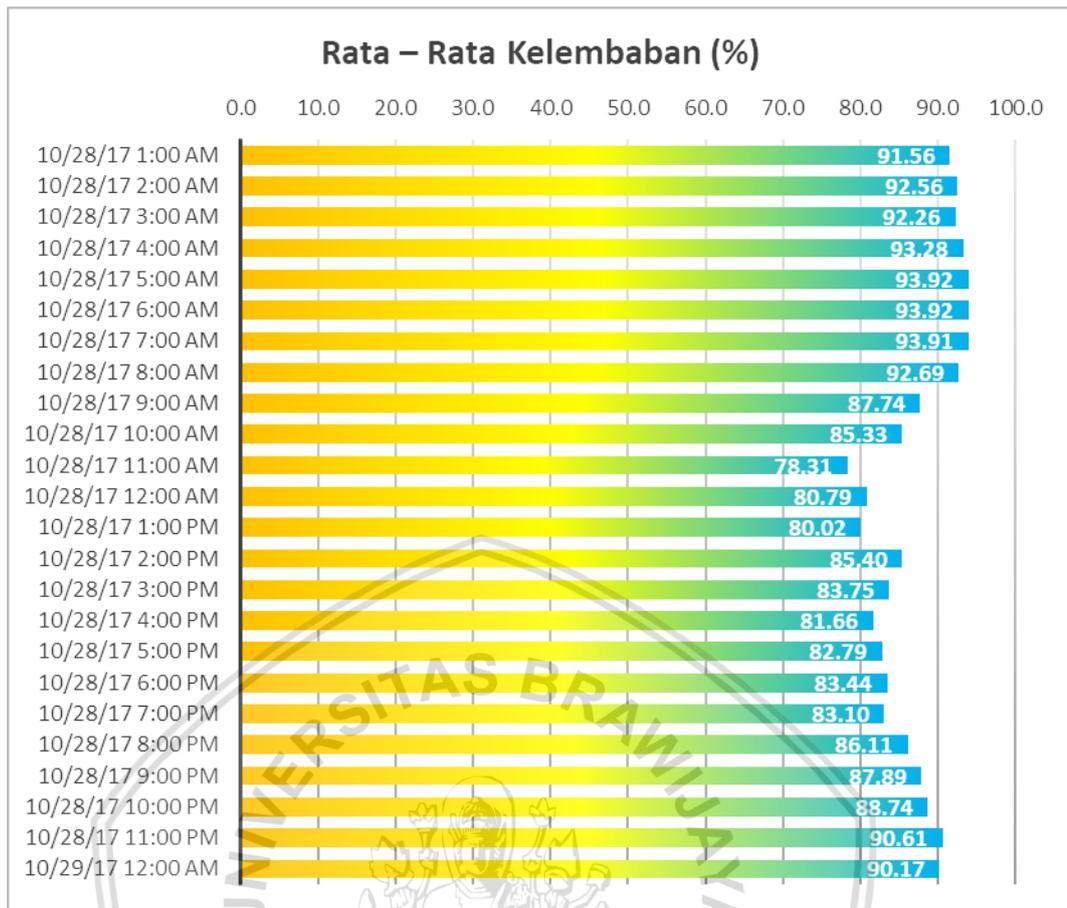
Hal ini mengartikan bahwa dibebberapa area sholat, bangunan ini memiliki suhu diluar zona nyaman pada waktu siang hari dengan suhu maksimal zona nyaman sebesar 28.2 °C sehingga memiliki selisih sebanyak 4.5 °C dan 4.4 °C

dengan selisih terbesar berada pada titik area mimbar. Dengan kondisi area sholat yang berada di luar zona nyaman pada pukul 12.00 – 13.20 dapat mengganggu aktifitas pengunjung mengingat pada waktu – waktu tersebut adalah saat paling ramai dalam aktifitas masjid, yaitu sholat dzuhur.

Perbandingan rata – rata suhu perjam selama 24 jam hasil pengukuran dengan suhu nyaman Kabupaten Bandung juga menunjukkan bahwa suhu rata – rata didalam ruang utama area sholat berada dalam zona suhu nyaman Kabupaten Bandung, kecuali pada beberapa titik area pengukuran dan waktu tertentu yang sudah dijelaskan sebelumnya. Hal ini juga menunjukkan bahwa bukaan serta penghawaan alami di arah barat dan timur bangunan masih belum tercapai dengan baik. Kondisi bukaan pada area ini khususnya mimbar dan juga beberapa bukaan pada area timur sudah sesuai dengan kebutuhan penghawaan namun kurang efektif sehingga kondisi suhu didalam ruang tetap tinggi di beberapa titik dan berada di luar zona nyaman.

#### B. *Kelembaban*

Data pengukuran kedua adalah kelembaban udara. Pengukuran kelembaban udara dilakukan pada 8 titik yang sama dengan pengukuran suhu. Pengukuran ini digunakan sebagai acuan untuk mengetahui kondisi termal dalam bangunan. Analisis lebih lanjut mengenai kelembaban udara tidak dilakukan dikarenakan untuk mengetahui kondisi kenyamanan termal dengan pendinginan alami, parameter yang dibutuhkan adalah suhu dan kecepatan angin. Berikut adalah hasil pengukuran kelembaban udara yang dilakukan pada tanggal 28 Oktober 2017



**Gambar 4.47 Data Pengukuran Kelembaban Rangkuman 8 Titik**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

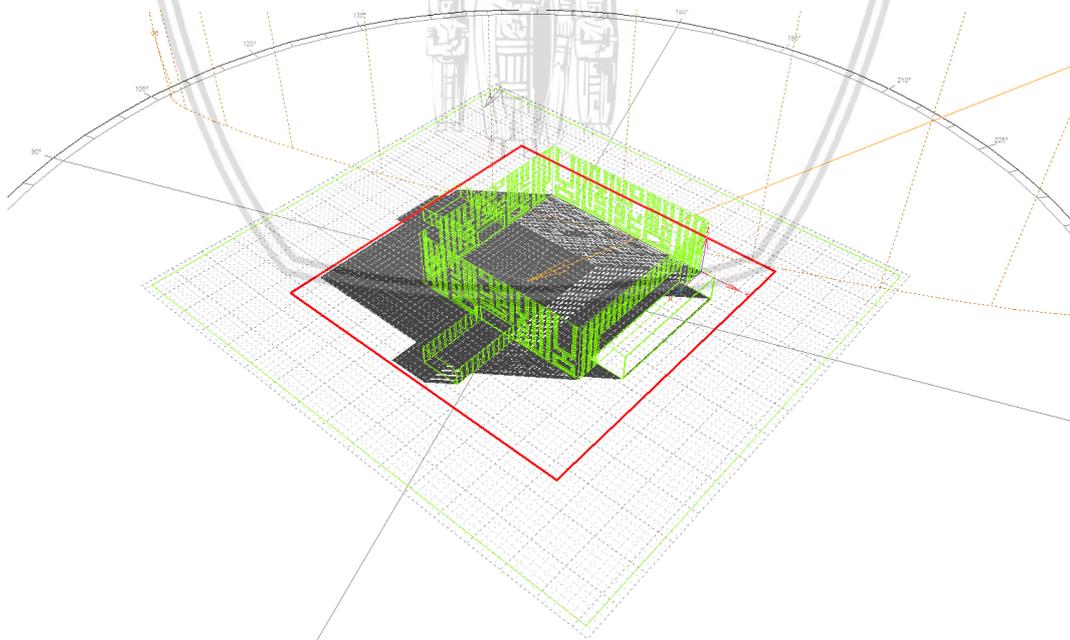
Berdasarkan hasil dari pengukuran dilapangan selama 24 jam, menunjukkan kenaikan dan penurunan kelembaban udara kenaikan kelembaban udara tiap harinya terjadi pada pukul 16.00 hingga pukul 08.00. Kondisi kelembaban udara pada ruang utama area sholat bila dibandingkan dengan area luar terbilang lebih rendah, namun ada beberapa titik dimana mencapai kelembaban yang lebih tinggi dibanding area luar. Hasil pengukuran kelembaban udara pada ruang utama area sholat dapat mencapai hampir 94.0% pada pukul 04.19 - 04.40 di beberapa titik dan pada siang hari, sekitar pukul 11.00 – 12.12 dapat mencapai kelembaban terendah sebesar 72.1 - 79.05%.

#### 4.6 Analisis Simulasi

Analisis simulasi menggunakan perangkat lunak *Ecotect Analysis 2011* dengan *plug-ins WinAir4* untuk mengukur dan memvisualisasikan kecepatan angin dan temperatur udara. Simulasi suhu dan kecepatan angin dilakukan mengikuti hari pengukuran dengan hasil berupa visualisasi arah angin dan grafik suhu. Hasil yang

didapat adalah suhu tertinggi secara rata – rata pada area utama ruang sholat pada pagi hingga malam hari. Sedangkan untuk mengukur kecepatan angin dan visualisasi, diperlukan geometri khusus untuk membentuk area *Inlet & Outlet* pada bangunan utama dan juga *Weather Data* yang telah dibuat berdasarkan data iklim yang didapatkan sebelumnya.

Setelah pembuatan geometri bangunan utama, kemudian analisis simulasi diambil berdasarkan iklim mikro. Iklim mikro pada penelitian ini dibuat berdasarkan suhu dan kecepatan angin yang ada dilingkungan sekitar bangunan. Iklim mikro dibuat dengan cara menambahkan bidang geometri yang dibuat persegi disekitar bangunan. Iklim mikro ini berisikan data berupa *Inlet* (bidang masuk angin) dan *Outlet* (bidang keluar angin). Setelah adanya iklim mikro maka simulasi digital ini dapat diambil datanya secara keseluruhan karena sudah berisikan data suhu, iklim dan angin disekitar bangunan. Berikut adalah salah kondisi pengaturan *Inlet & Outlet* untuk simulasi bangunan utama Masjid Al-Irsyad Satya. Bidang merah merupakan batasan untuk aliran angin dan suhu udara terukur yang terjadi pada simulasi.

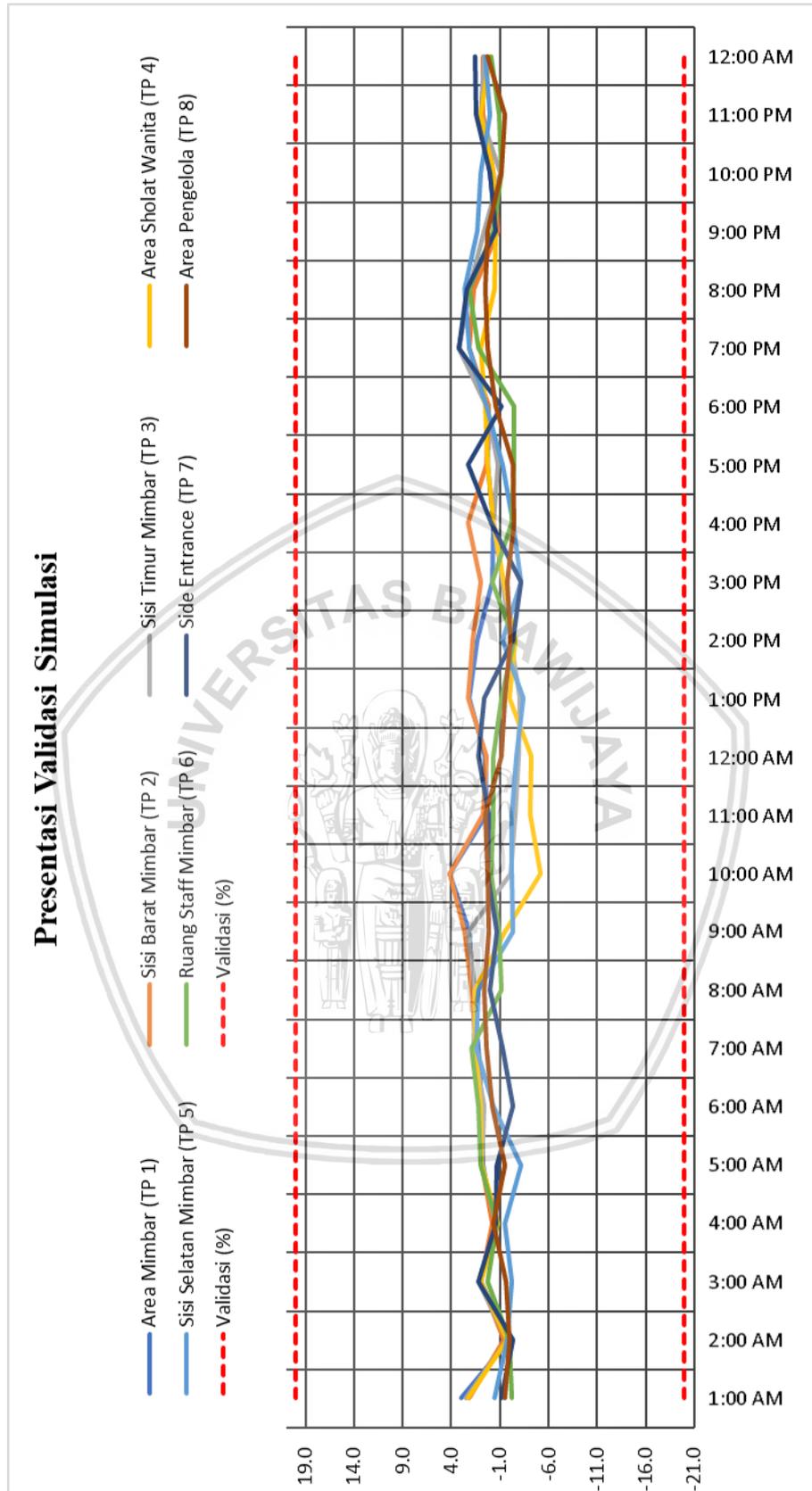


**Gambar 4.48** Posisi Bidang *Inlet & Outlet*  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Hasil pengukuran simulasi angin berada pada ketinggian 0.8m hingga 6.5m. sehingga dapat mengetahui rata – rata kekuatan angin didalam bangunan secara keseluruhan dan dapat mengambil sampel dengan ketinggian 1.2m dikarenakan ketinggian standar dalam aktivitas manusia. Dikarenakan hasil simulasi kondisi eksisting menghasilkan area mimbar dengan bukaan utama selubung bangunan dan beberapa titik diarea bukaan sekunder selubung bangunan mendapatkan jumlah angin yang kurang, maka penelitian difokuskan kepada beberapa titik tersebut agar dapat menghasilkan rekomendasi yang dapat mengubah aliran angin menjadi lebih efisien serta menurunkan temperatur udara di dalam bangunan.

#### **4.6.1 Validasi Simulasi**

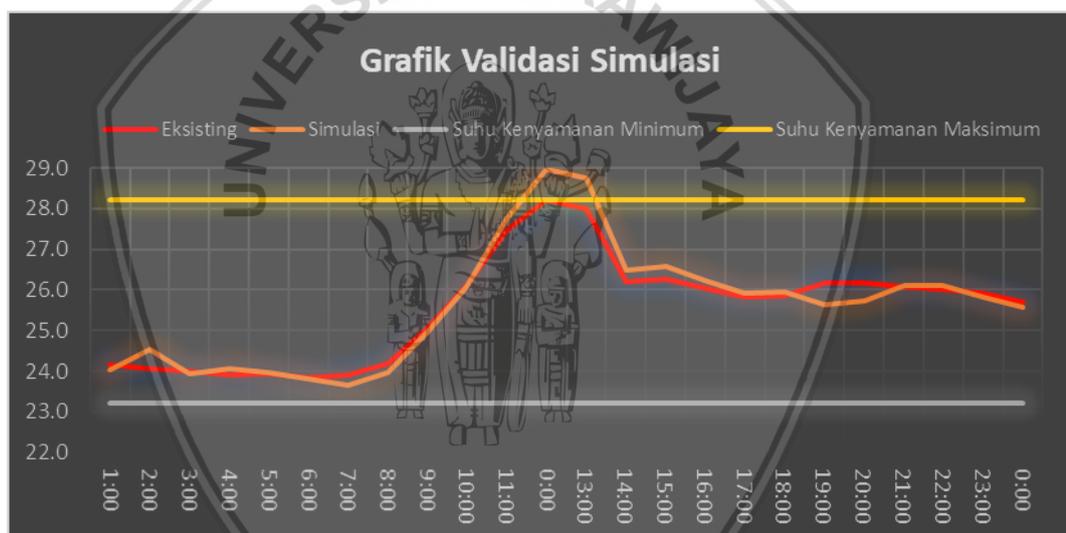
Validasi dilakukan dengan menghitung persentase persentase selisih dari perbedaan suhu hasil pengukuran dilapangan dengan hasil simulasi. Pada penelitian ini, digunakan persentase sebesar 20% sebagai batas selisih untuk validasi simulasi dengan kondisi eksisting. Validasi dilakukan dengan memasukkan data pengukuran suhu selama 24jam pada tanggal 28 Oktober 2017. Berikut adalah hasil dari validasi simulasi dengan penelitian dilapangan.



Gambar 4.49 Validasi Simulasi Secara Keseluruhan  
 Sumber: Dokumentasi Pribadi

Hasil validasi simulasi yang telah dilakukan terhadap pengukuran suhu pada kondisi eksisting menunjukkan bahwa persentasi tiap titiknya adalah valid (detail angka secara keseluruhan dapat dilihat pada lampiran). Hal ini dapat dilihat dari selisih yang ditunjukkan pada hasil simulasi berada pada selisih 0.1% - 5.2%. hasil simulasi yang dilakukan mengikuti kondisi pada saat pengukuran yaitu tanggal 28 Oktober 2017 selama 24 jam sebagai acuan dari simulasi digital.

Setelah validasi dari hasil simulasi sebelumnya. Hal berikutnya yang dilakukan adalah membandingkan suhu pengukuran dan suhu nyaman pada Kabupaten Bandung. Hal ini dilakukan untuk menjadi acuan seberapa jauh penurunan suhu yang dapat dihasilkan pada saat simulasi rekomendasi desain selubung bangunan. Berikut adalah grafik perbandingan suhu simulasi, suhu eksisting, dan suhu nyaman Kabupaten Bandung.

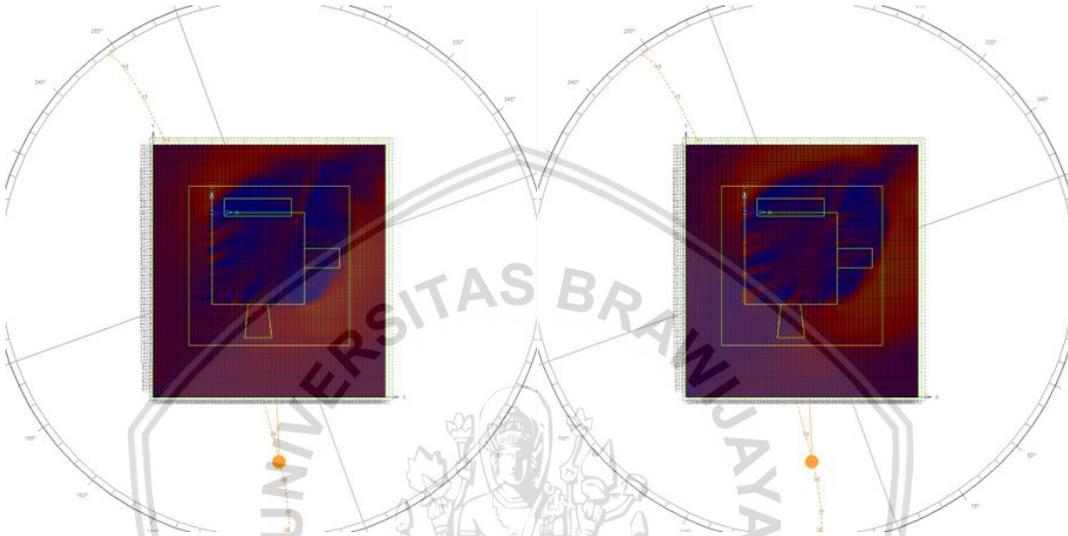


**Gambar 4.50 Grafik Validasi Simulasi**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Perbandingan suhu eksisting, hasil simulasi digital dengan rata – rata suhu nyaman Kabupaten Bandung menunjukkan bahwa di beberapa titiknya, khususnya pada siang hari hingga sore hari suhu didalam bangunan Masjid Al-Irsyad Satya berada diluar zona nyaman Kabupaten Bandung. Suhu simulasi berada di atas zona suhu nyaman dengan selisih suhu tertinggi pada area mimbar dan juga beberapa titik di area sholat wanita dan beberapa area lain. Meskipun terdapat perbedaan suhu, namun suhu hasil simulasi bangunan eksisting ini dapat digunakan untuk mengetahui selisih suhu dengan simulasi pada bangunan rekomendasi dikarenakan

hasil sebelumnya pada validasi simulasi yang dinyatakan memiliki perbedaan dibawah batas toleransi.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa suhu tertinggi berada pada pukul 12.11 dengan suhu  $32.7^{\circ}\text{C}$  dan  $32.6^{\circ}\text{C}$  dan suhu terendah berada pada pukul 04.00 dengan suhu  $23.1^{\circ}\text{C}$  berikut adalah simulasi berupa kontur suhu dan kecepatan angin dengan waktu terendah dan tertinggi.



**Gambar 4.51** Kontur Suhu dan Kecepatan Angin Terendah dan Tertinggi Bangunan Utama  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Pada gambar diatas, kontur suhu dan kecepatan angin memiliki perbedaan warna kontur, terlihat warna biru adalah area yang paling kurang terkena aliran udara dan memiliki temperatur yang cukup panas di beberapa titiknya sedangkan warna oranye dan merah adalah area yang paling banyak terkena aliran udara dan memiliki intensitas yang lebih tinggi. Distribusi suhu dan angin didalam ruang mengikuti aliran angin, sehingga besaran bukaan dan konfigurasi berpengaruh terhadap suhu didalam ruangan.

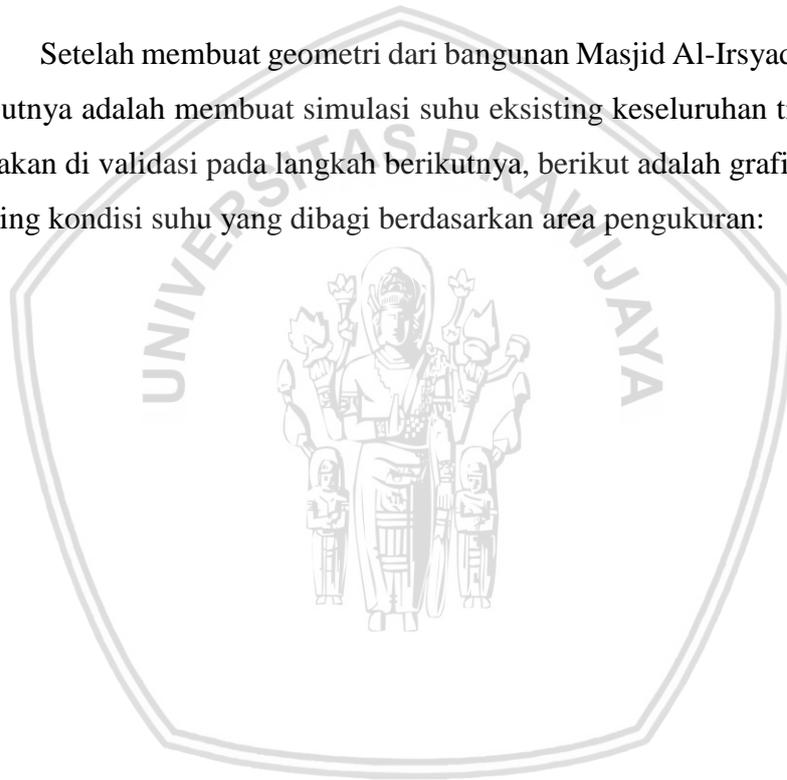
Simulasi pergerakan angin juga dilakukan pada waktu suhu terpanas yaitu pada pukul 12.00 – 14.00. hasil dari simulasi menunjukkan bahwa pada saat inilah bangunan ini memiliki angin yang paling sedikit dan lemah. Sehingga pada waktu ini hampir seluruh area ruangan kurang dilalui aliran udara. Hal ini menyebabkan penghawaan alami pada bangunan ini menjadi kurang efektif dan temperatur udara menjadi kurang nyaman. Namun, pada beberapa sisinya, penghawaan silang cukup membantu dalam menyesuaikan kondisi suhu dan aliran angin pada bangunan ini.

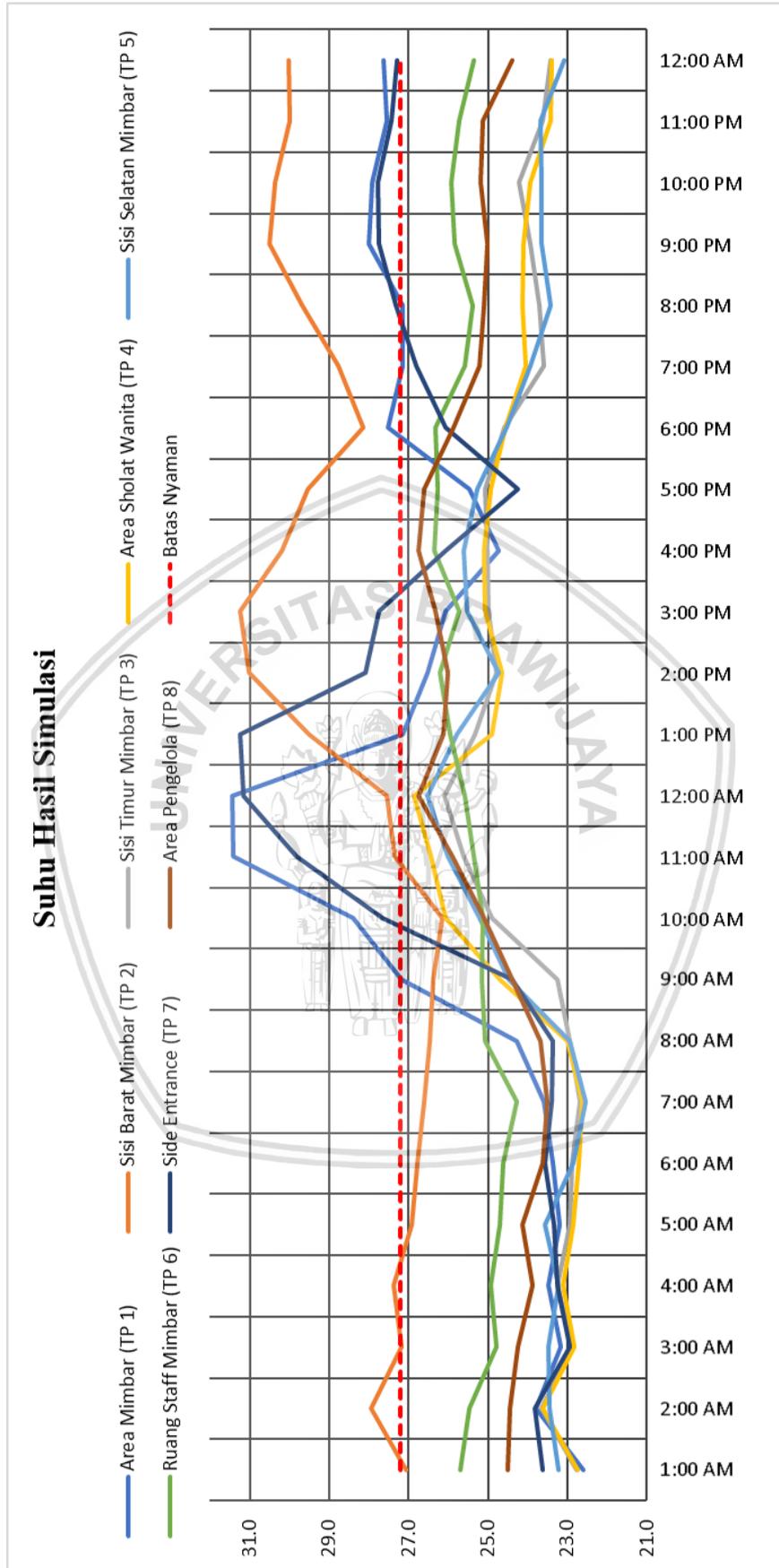
Hasil simulasi suhu dan aliran udara apabila dibandingkan memiliki hubungan yang erat. Terlihat bahwa area yang memiliki suhu lebih tinggi pada simulasi suhu tidak dilalui oleh aliran udara pada simulasi angin. Hal ini menunjukkan bahwa angin mempengaruhi penyebaran suhu di dalam ruang. Penyebaran angin yang tidak merata memberikan dampak yang sama terhadap penyebaran suhu. Area yang dilalui oleh angin memiliki suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan area yang tidak dilalui angin.

#### 4.6.2 Hasil Simulasi Eksisting

##### A. *Suhu Udara*

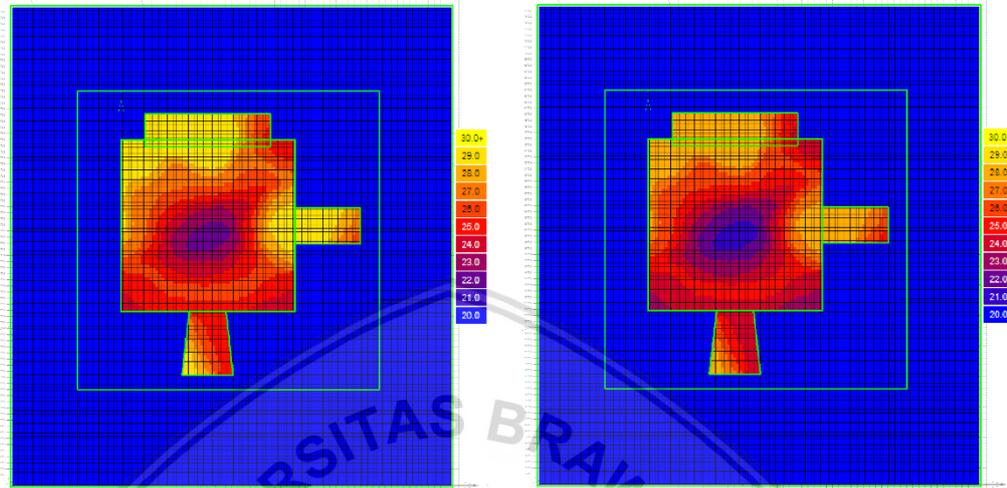
Setelah membuat geometri dari bangunan Masjid Al-Irsyad Satya, langkah selanjutnya adalah membuat simulasi suhu eksisting keseluruhan titik pengukuran yang akan di validasi pada langkah berikutnya, berikut adalah grafik hasil simulasi eksisting kondisi suhu yang dibagi berdasarkan area pengukuran:



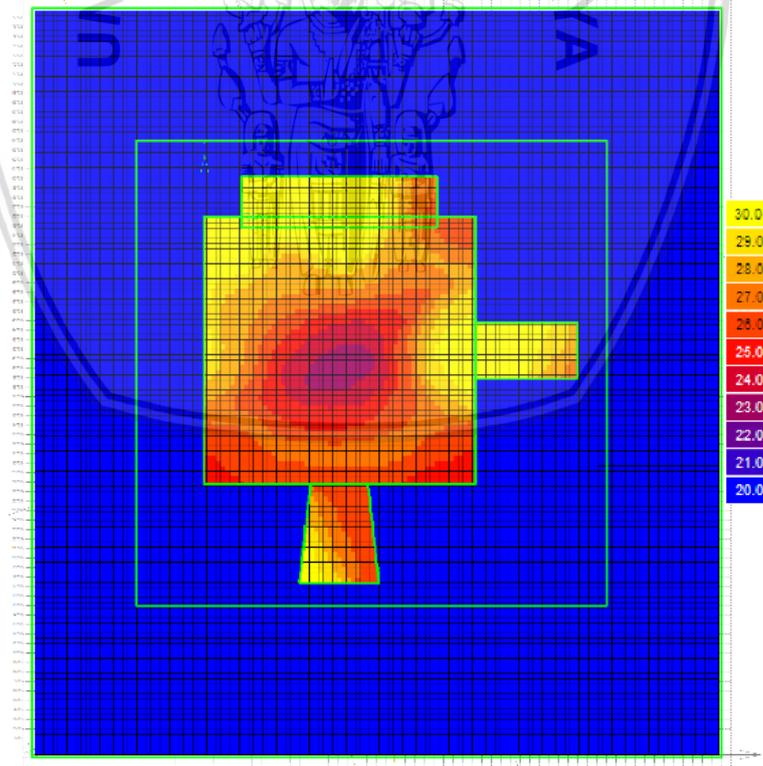


Gambar 4.52 Hasil Suhu Simulasi  
 Sumber: Dokumentasi Pribadi

Setelah data berupa hasil simulasi kondisi eksisting setiap titiknya, data berikutnya adalah berupa heat map secara keseluruhan bangunan. Heat map dibagi menjadi 3 bagian, yaitu pagi hari, siang hari, dan sore-malam hari. Berikut adalah data heatmap yang dihasilkan oleh aplikasi digital *Ecotect Analysis 2011*.



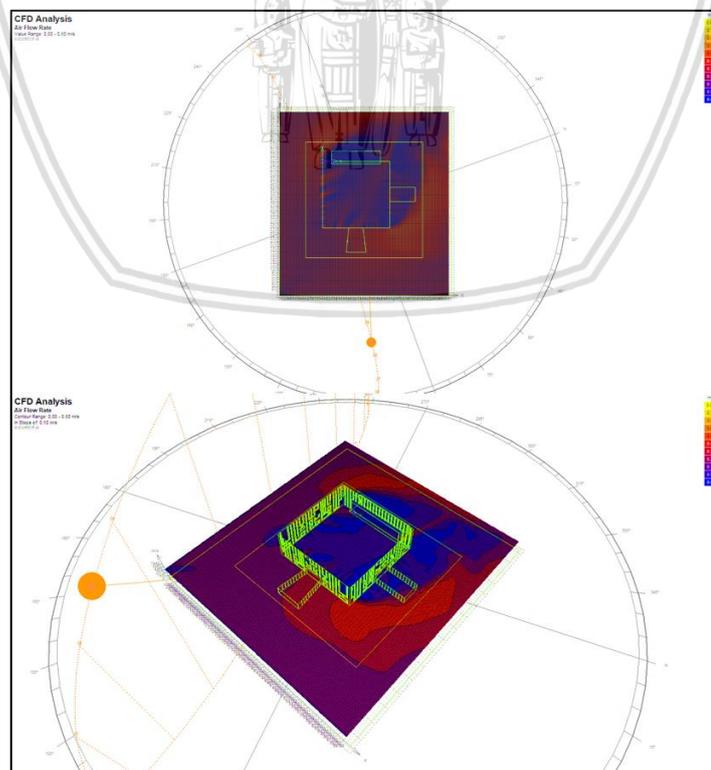
**Gambar 4.53 Heatmap Pagi Dan Sore Hari**  
Sumber: Dokumentasi Pribadi



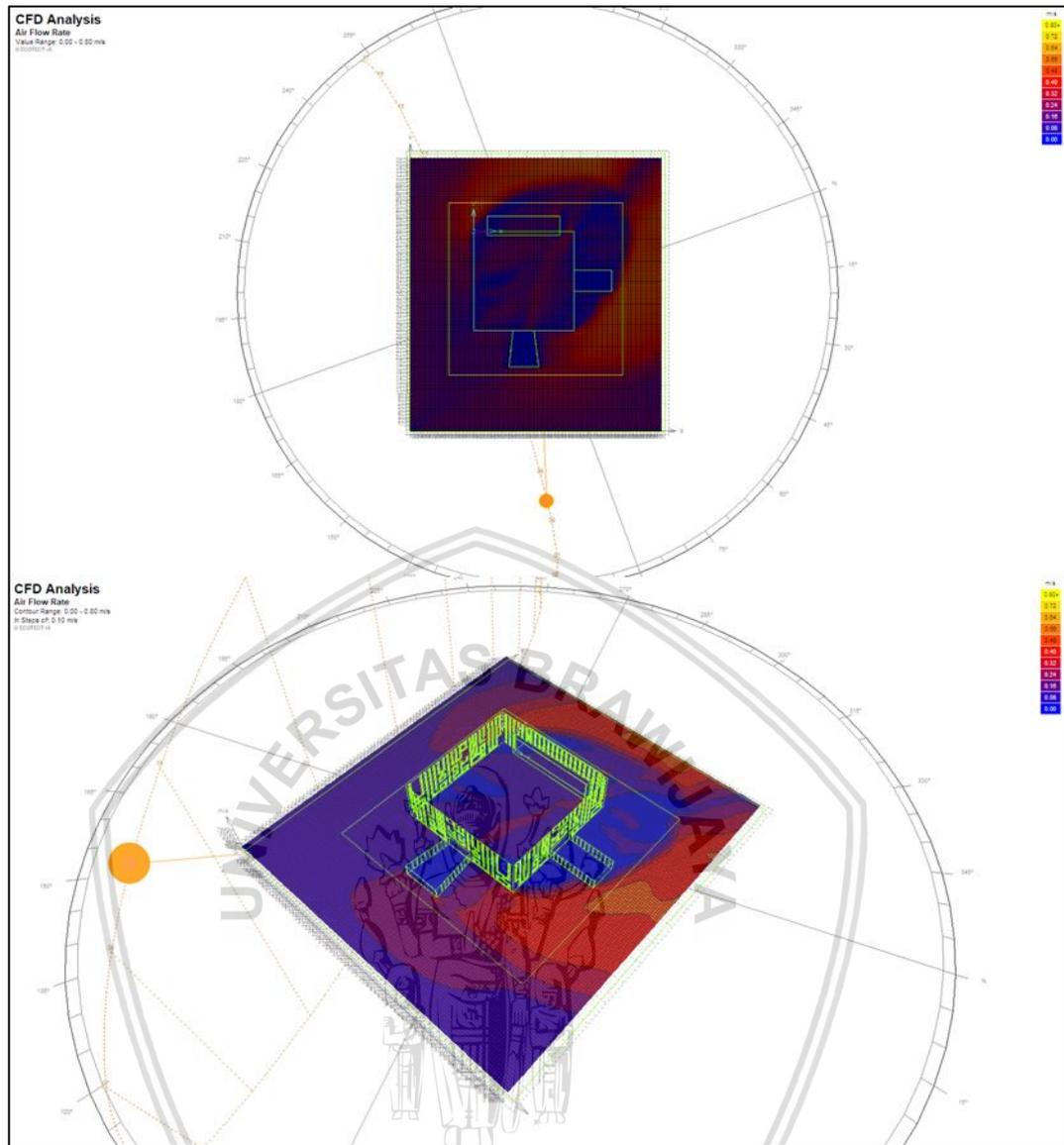
**Gambar 4.54 Heatmap Siang Hari**  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

## B. Kecepatan Angin

Berdasarkan hasil rangkuman mengenai kecepatan angin rata – rata pada saat penelitian lapangan, maka data yang dapat diambil adalah kecepatan angin rata – rata sebagai acuan dasar simulasi yaitu 2.05 m/s. Selain acuan kecepatan angin, acuan lainnya adalah kenyamanan kecepatan angin sebagai ventilasi yang dapat diterima oleh manusia menurut Frick & Mulyani pada tahun 2006 berkisar antara 0.25 m/s – 1.5 m/s. Setelah mengetahui data ini, maka langkah berikutnya adalah simulasi digital dengan menggunakan perangkat lunak *Ecotect Analysis 2011* dengan objek bangunan eksisting. Simulasi digital diperlukan sebagai data acuan utama sebelum rekomendasi diberlakukan agar mengetahui area ruang mana yang kurang menerima aliran angin dan area mana yang sudah cukup dalam menerima aliran angin. Selain itu, hasil yang didapatkan dengan cara simulasi kemudian dapat dibandingkan dengan rentang kenyamanan ventilasi. Perbandingan tersebut kemudian dilakukan untuk mengetahui apakah kecepatan angin dengan simulasi digital kondisi eksisting ini telah masuk didalam kategori kenyamanan ventilasi. Berikut adalah hasil simulasi digital bangunan eksisting Masjid Al-Irsyad Satya dalam visualisasi distribusi angin dengan perangkat lunak *Ecotect Analysis 2011*.

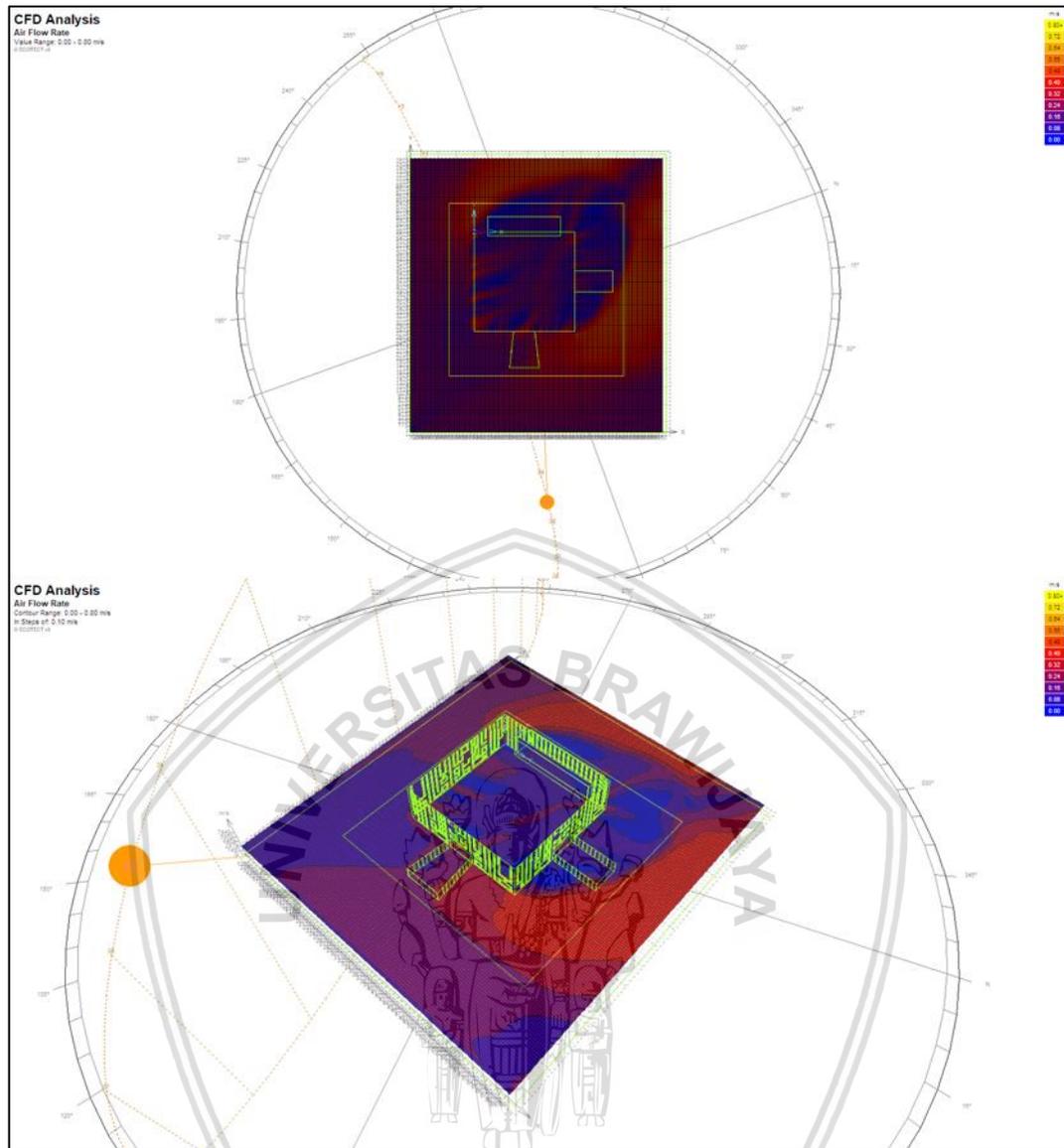


Gambar 4.55 Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Eksisting Pagi Hari  
Sumber: Dokumentasi Pribadi



**Gambar 4.56 Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Eksisting Siang Hari**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Visualisasi bangunan eksisting pada pagi dan siang hari memiliki kondisi kontur udara yang hampir sama pada beberapa sisi bangunan, dikarenakan perbedaan angin yang tidak terlalu jauh. Sedangkan pada malam hari perbedaan kontur angin mulai terlihat di bagian sisi sisi bukaan sekunder masjid. Berikut adalah visualisasi distribusi angin pada malam hari.



**Gambar 4.57 Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Eksisting Sore Hari**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Berdasarkan hasil visualisasi bangunan eksisting, dapat diketahui bahwa kekuatan aliran angin yang didapat dari selubung bangunan rata – rata berada didalam zona nyaman, namun tidak sedikit juga yang berada diluar zona kenyamanan angin, yaitu pada titik yang memiliki warna biru pada hasil visualisasi. Rata – rata kecepatan angin berada pada kecepatan 0.32 pada titik tertingginya hingga di beberapa titik mencapai 0.08 pada titik terendahnya sehingga kecepatan angin berada di luar zona kenyamanan angin.

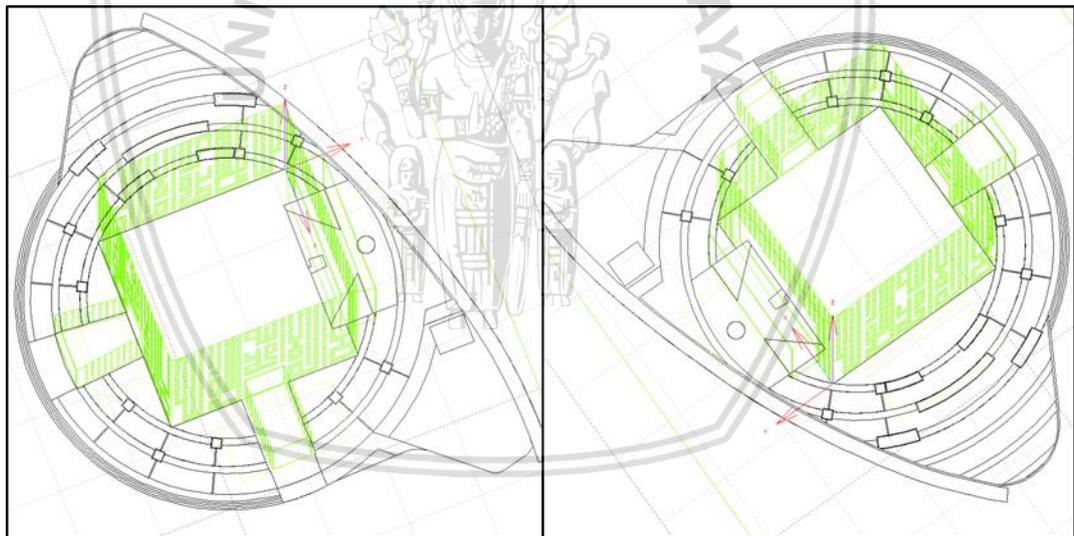
Hasil visualisasi menunjukkan titik area mimbar dan area sholat wanita cenderung kurang mendapatkan aliran angin yang cukup. Hal ini dikarenakan arah

angin yang berjalan dari arah selatan menuju utara, arah gunung menuju dataran yang lebih rendah.

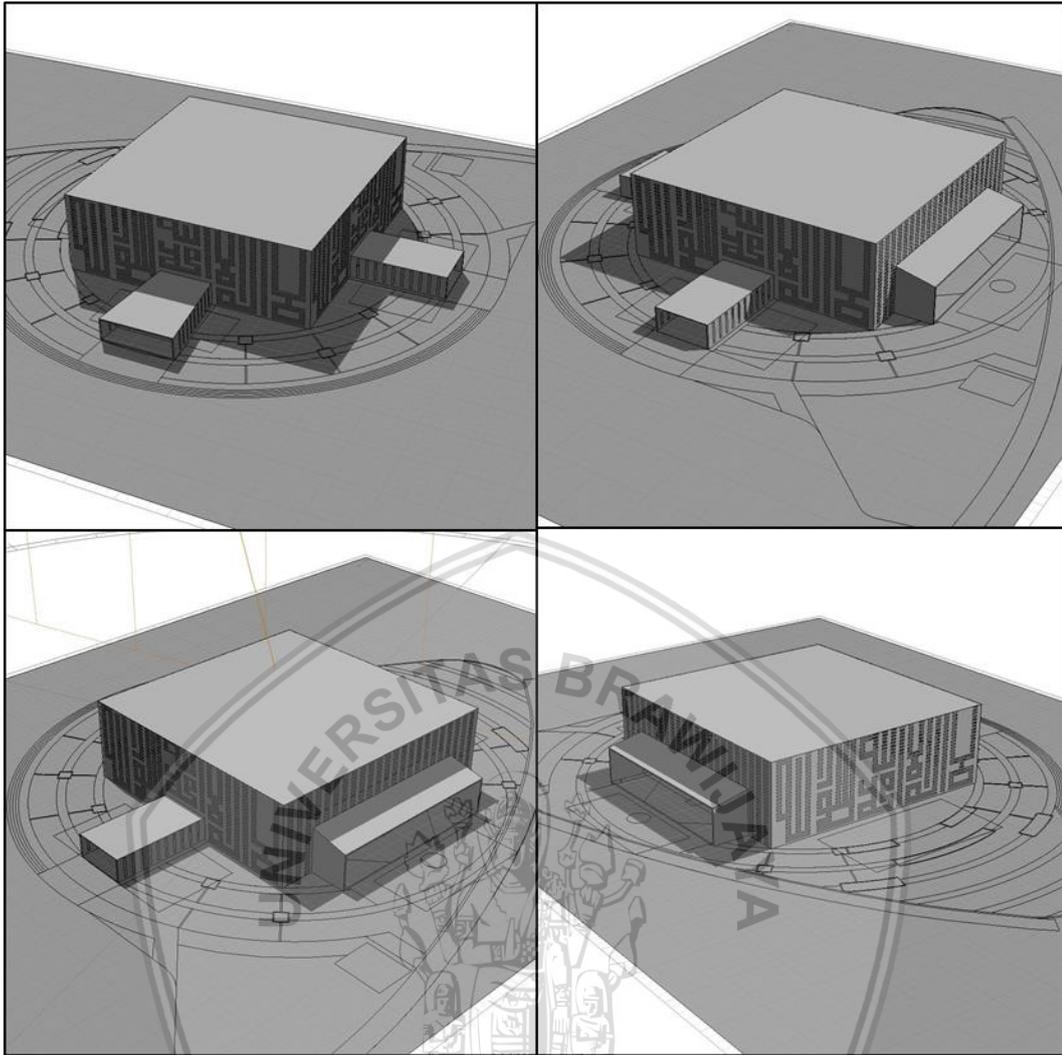
Hasil visualisasi juga menunjukkan perbandingan bahwa kecepatan angin luar bangunan yang cenderung lebih tinggi dibandingkan kecepatan angin didalam bangunan terutama ruang utama area sholat, selisih terbesar antara kecepatan angin luar ruang dengan dalam ruang adalah 1.97 m/s.

#### 4.6.3 Pembagian Titik Pengukuran Luar

Hasil simulasi eksisting yang valid dapat dipakai sebagai *Base 3D model* dengan penambahan peletakan titik pengukuran luar bangunan. Titik pengukuran dibagi menjadi 4 bagian yaitu utara, selatan, timur dan barat. Titik pengukuran luar bangunan ini dipakai sebagai acuan perubahan suhu dari luar bangunan menuju dalam bangunan. Hasil pengukuran luar bangunan juga dipakai sebagai acuan penurunan suhu dari luar bangunan dengan rekomendasi desain dalam bangunan.

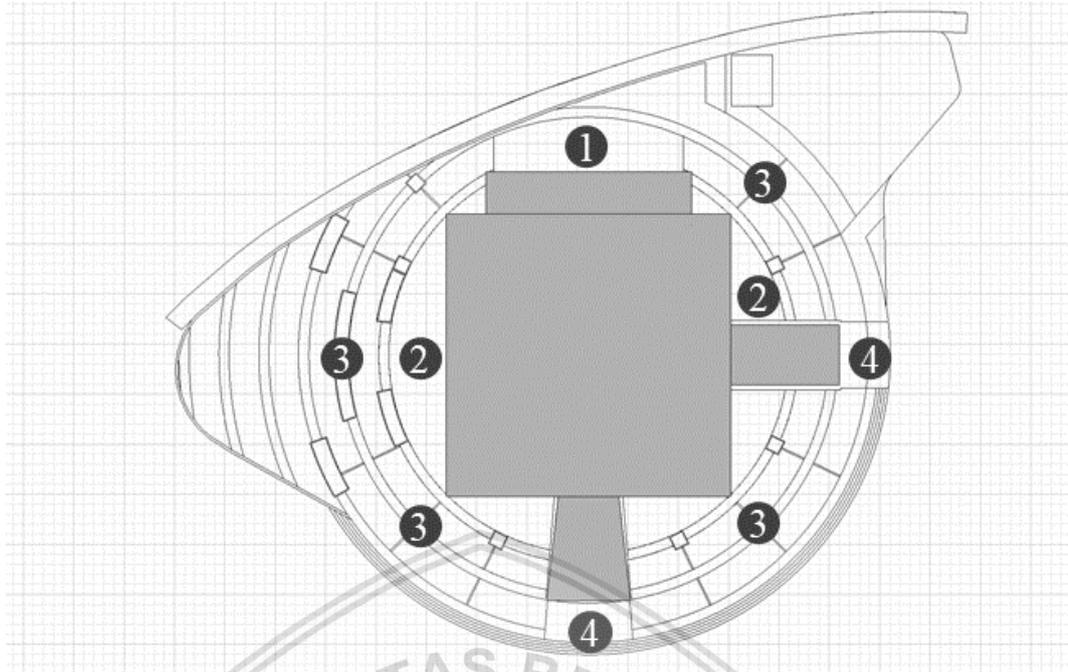


**Gambar 4.58 Pembuatan Area Luar dari Bangunan**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**



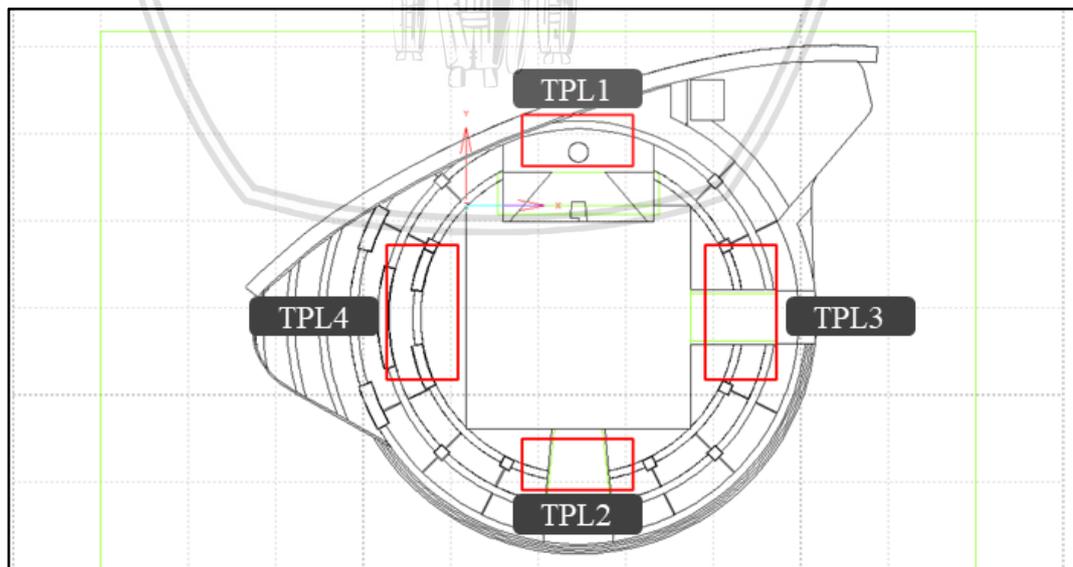
**Gambar 4.59 Perspektif Area Luar dari Bangunan**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Sebelum pembagian titik pengukuran, area luar dari bangunan dibuat semirip mungkin dengan lingkungan asli, lalu diberikan termal properties sesuai dengan material aslinya, seperti paving, rumput dan air. Tujuan dari pembuatan area luar adalah untuk menambah akurasi dari simulasi temperatur luar bangunan. Termal properties seperti air dapat menghasilkan refleksi yang berpengaruh dengan suhu disekitarnya, begitu juga material lainnya.



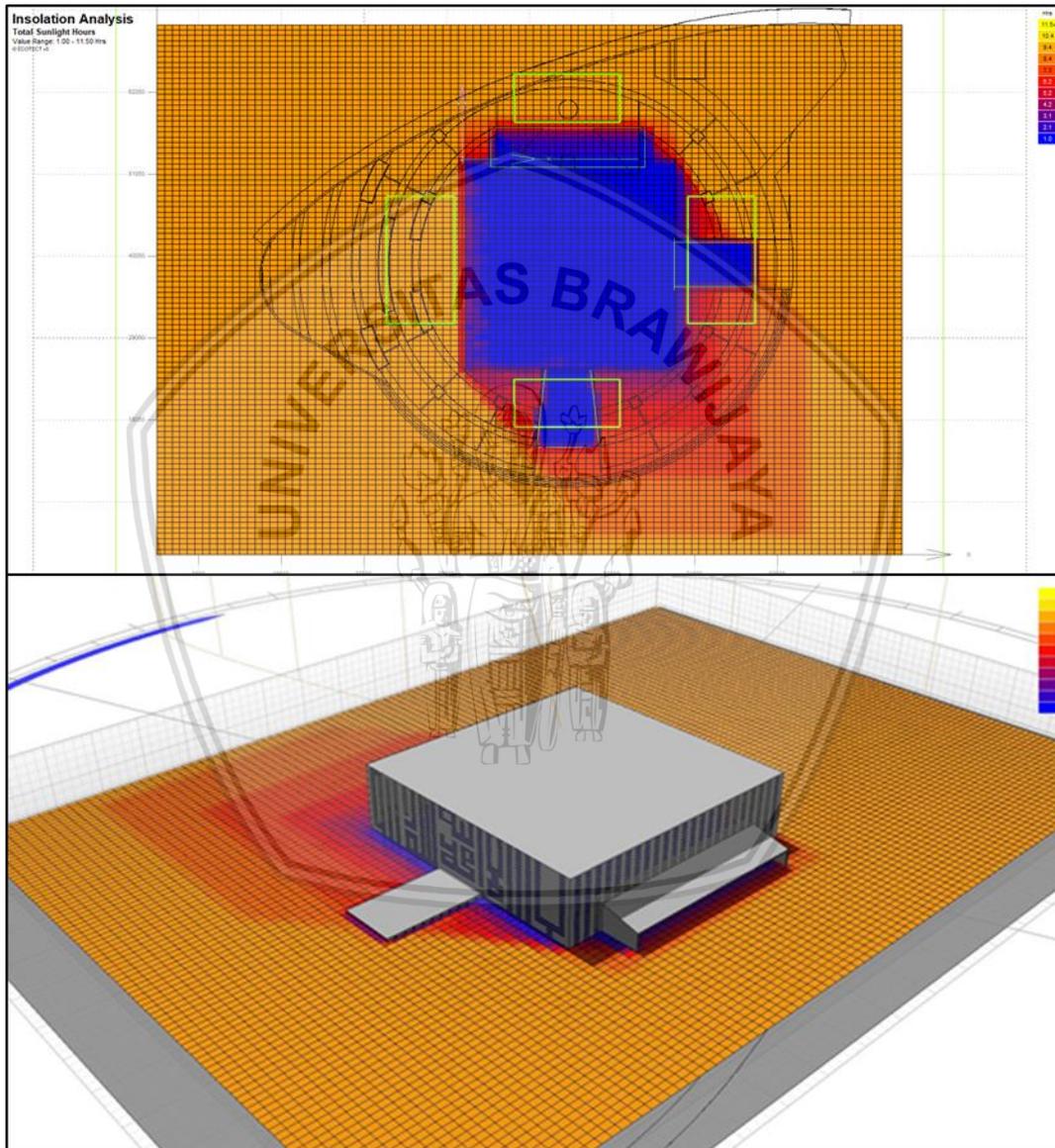
**Gambar 4.60 Pemberian Material untuk Titik Pengukuran Luar**  
 (1: Air, 2: Rumput, 3: Paving & 4: Lantai)  
 Sumber: Dokumentasi Pribadi

Setelah itu, tahapan selanjutnya adalah dengan memberikan pembagian titik pengukuran. Titik pengukuran dapat dihitung suhu hariannya secara individu dengan cara memberikan zoning pada software *Ecotect Analysis 2011*. Titik pengukuran dibagi menjadi seperti berikut.

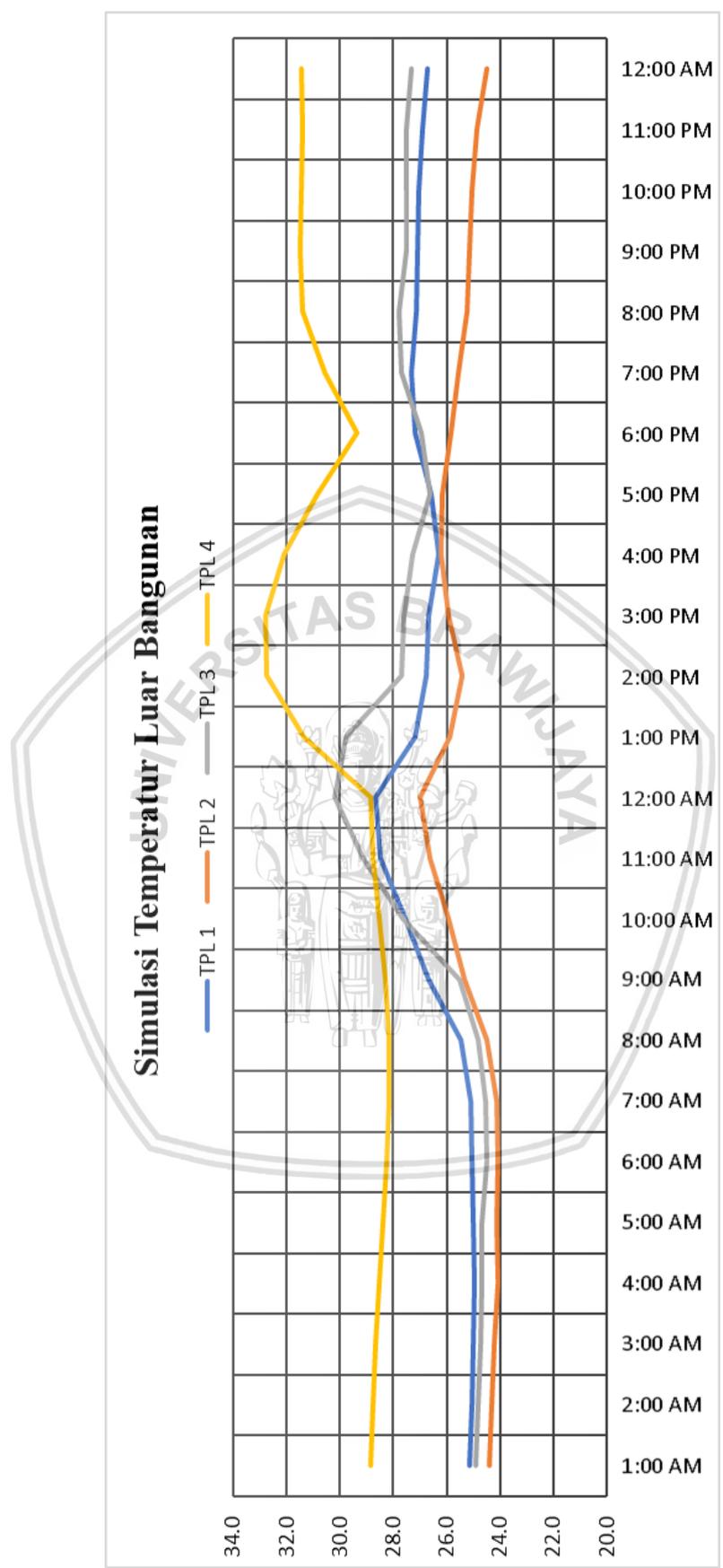


**Gambar 4.61 Titik Pengukuran Luar Berdasarkan Sisi Bangunan**  
 Sumber: Dokumentasi Pribadi

Tahapan selanjutnya adalah dengan simulasi *Insolation Analysis*, berisikan berapa total waktu bagian tertentu dari bangunan mendapat cahaya matahari dalam satu hari. Selain itu, *Insolation Analysis* juga dapat digunakan sebagai penentu kevalidan dari hasil temperatur harian tiap titiknya. Berikut adalah gambar *Insolation Analysis* beserta hasil temperatur harian tiap titik pengukuran area luar.



**Gambar 4.62 Hasil Zoning Insolation analysis (Atas: Tampak Atas, Bawah: Perspektif)  
Sumber: Dokumentasi Pribadi**

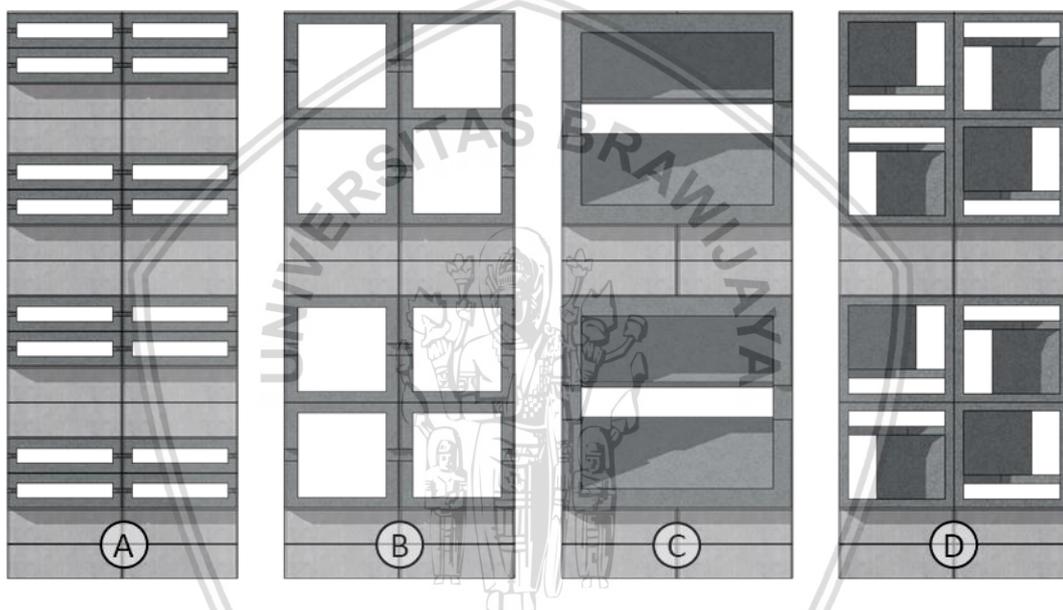


Gambar 4.63 Hasil Temperatur Luar Bangunan  
Sumber: Dokumentasi Pribadi



#### 4.7 Rekomendasi Desain

Berdasarkan latar belakang utama dari penelitian, hasil rekomendasi desain harus berupa alternatif desain selubung bangunan yang dapat memberikan kenyamanan termal yang lebih efisien tanpa merubah filosofi dari selubung tersebut. Filosofi dari selubung bangunan Masjid Al-Irsyad Satya adalah dua kalimat tauhid, sehingga hasil rekomendasi berupa alternatif desain selubung bangunan harus tetap memberikan makna yang sama. Maka dari itu, peneliti memberikan tiga buah rekomendasi desain selubung bangunan. Berikut adalah tampilan keseluruhan tiga rekomendasi dan kondisi eksisting selubung bangunan masjid.



**Gambar 4.64 Kondisi Konfigurasi dan Desain pada Bangunan Eksisting dan Rekomendasi (A: Eksisting, B: Rekomendasi 1, C: Rekomendasi 2 & D: Rekomendasi 3)**  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Gambar pertama adalah kondisi eksisting bukaan selubung bangunan, gambar kedua, ketiga dan keempat adalah alternatif rekomendasi yang akan analisis dan di pilih menjadi rekomendasi yang paling efektif.

Selain menggunakan batasan – batasan desain berdasarkan filosofi masjid, Beberapa faktor yang dapat di variasikan dalam membuat rekomendasi desain agar lebih efisien dan mencapai pendinginan alami yang diinginkan adalah dimensi, besaran bukaan dan jenis pembelok angin. Setelah membuat sampel alternatif desain, kemudian ketiga alternatif desain tersebut di simulasikan dan hasil simulasinya di bandingkan satu sama lain agar diketahui kecepatan angin mana

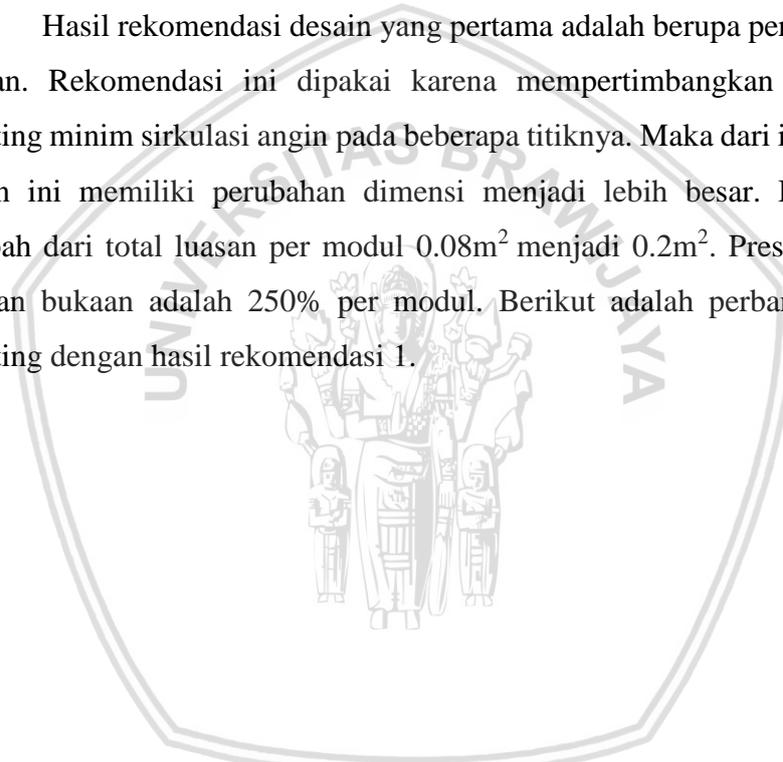
yang paling tinggi dan rendah pada masing – masing desain dan suhu mana yang paling rendah dengan perbandingan suhu eksisting. Hal ini dilakukan agar mendapatkan hasil yang paling sesuai untuk diterapkan pada desain ini.

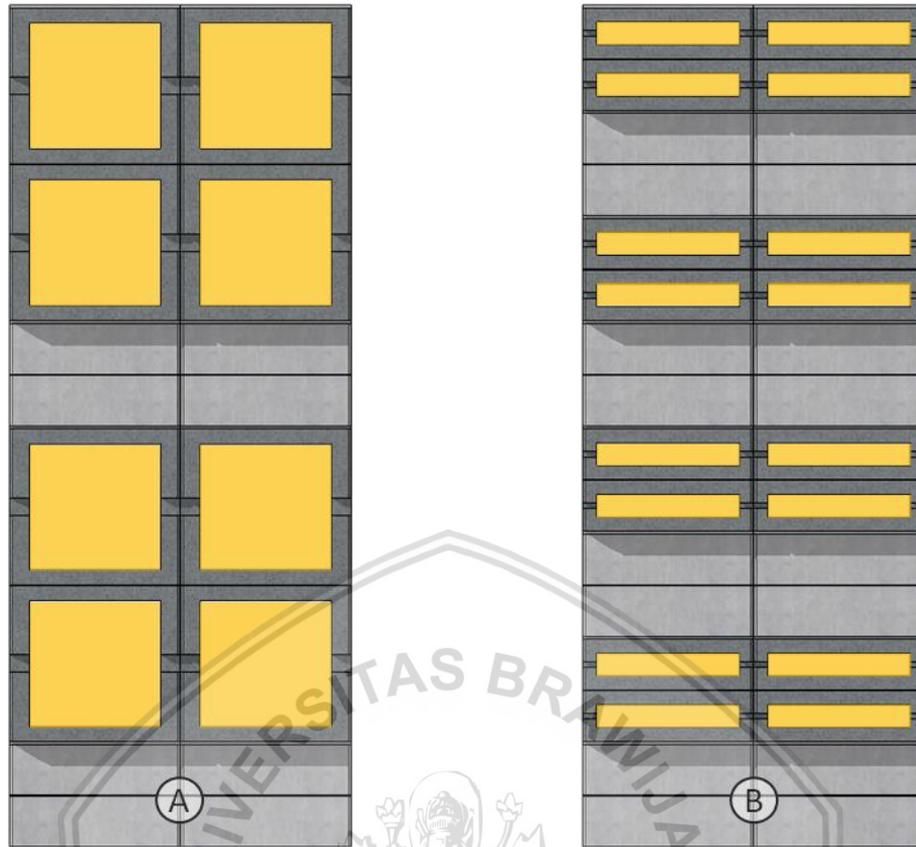
Berikut adalah hasil alternatif desain tersebut dan juga hasil simulasi digital masing – masing rekomendasi sehingga dapat dianalisis kekurangan dan kelebihanannya.

#### **4.7.1 Rekomendasi 1**

##### **A. Visual**

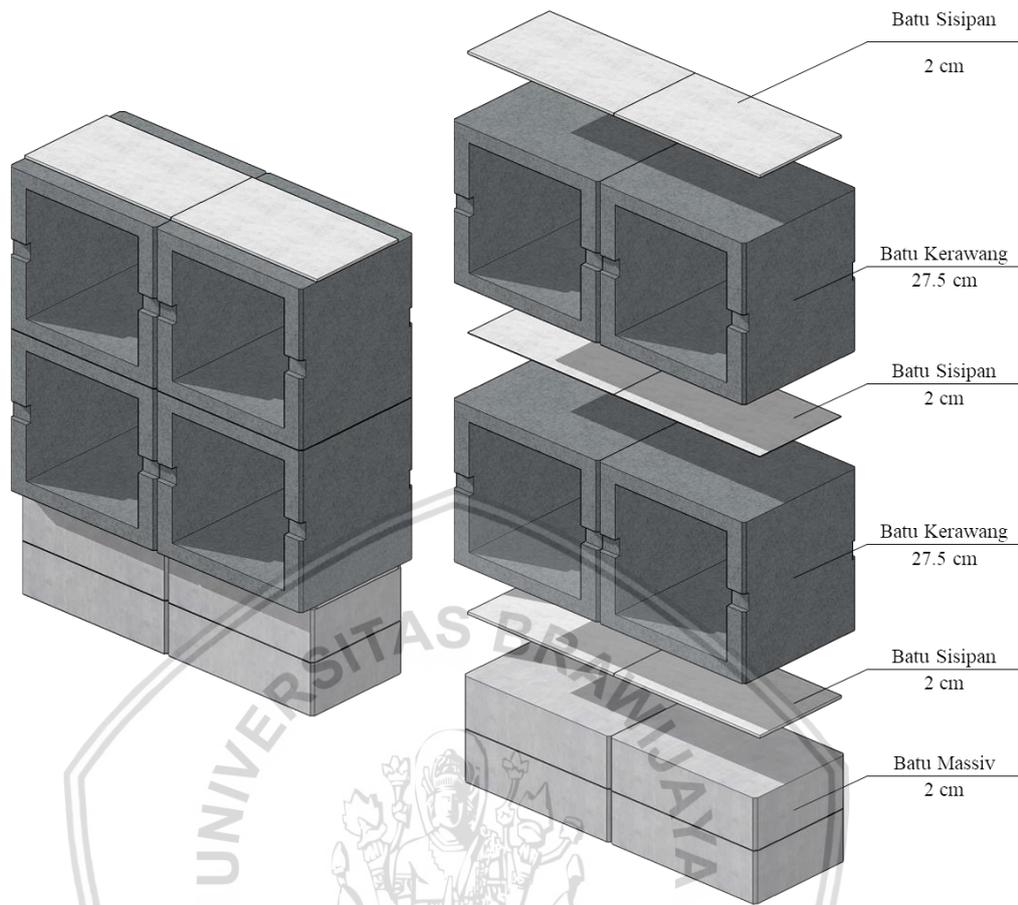
Hasil rekomendasi desain yang pertama adalah berupa perubahan dimensi bukaan. Rekomendasi ini dipakai karena mempertimbangkan bahwa kondisi eksisting minim sirkulasi angin pada beberapa titiknya. Maka dari itu, rekomendasi desain ini memiliki perubahan dimensi menjadi lebih besar. Besaran bukaan berubah dari total luasan per modul  $0.08\text{m}^2$  menjadi  $0.2\text{m}^2$ . Presentase kenaikan besaran bukaan adalah 250% per modul. Berikut adalah perbandingan bukaan eksisting dengan hasil rekomendasi 1.





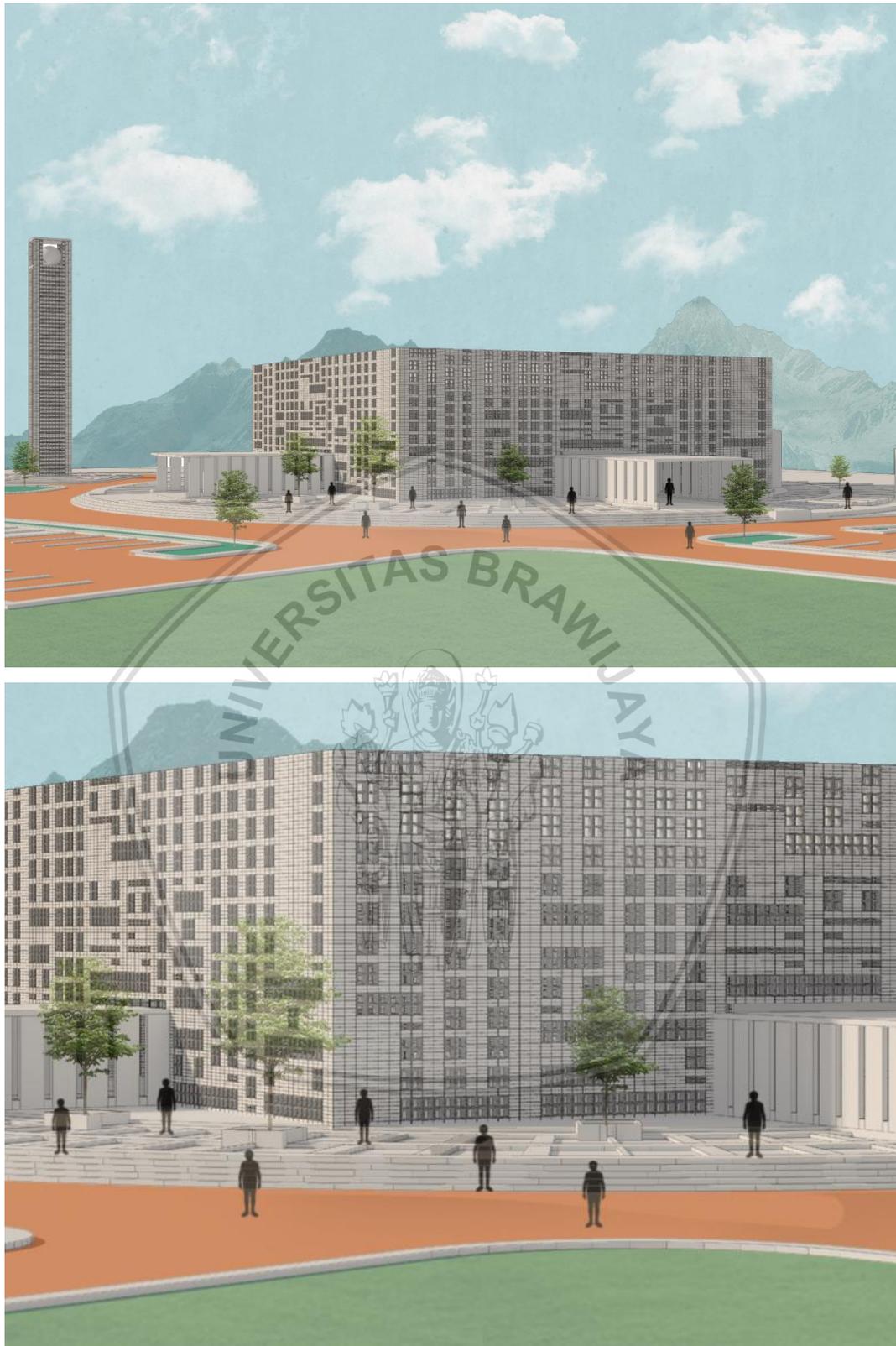
**Gambar 4.65 Perbandingan Bukaannya Eksisting (B) dan Rekomendasi 1 (A)**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Berdasarkan gambar 4.65, dapat terlihat perubahan besaran bukaan dengan marka berwarna kuning. Bukaan ini berfungsi sebagai penambah efektifitas jumlah angin yang masuk kedalam bangunan terutama pada sisi sisi yang kurang mendapat aliran angin dalam bangunan eksisting. Berikut adalah gambar detail dan dimensi dari alternatif desain pertama.



**Gambar 4.66 Detail Susunan Rekomendasi 1**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Penambahan besaran bukaan tidak merubah kondisi visual secara keseluruhan (lihat gambar 4.66), sehingga hasil rekomendasi pertama ini melewati syarat pertama yaitu tidak merubah bentukan selubung bangunan. secara keseluruhan, berikut adalah kondisi selubung pada bangunan setelah mengalami perubahan rekomendasi 1 (lihat gambar 4.67).

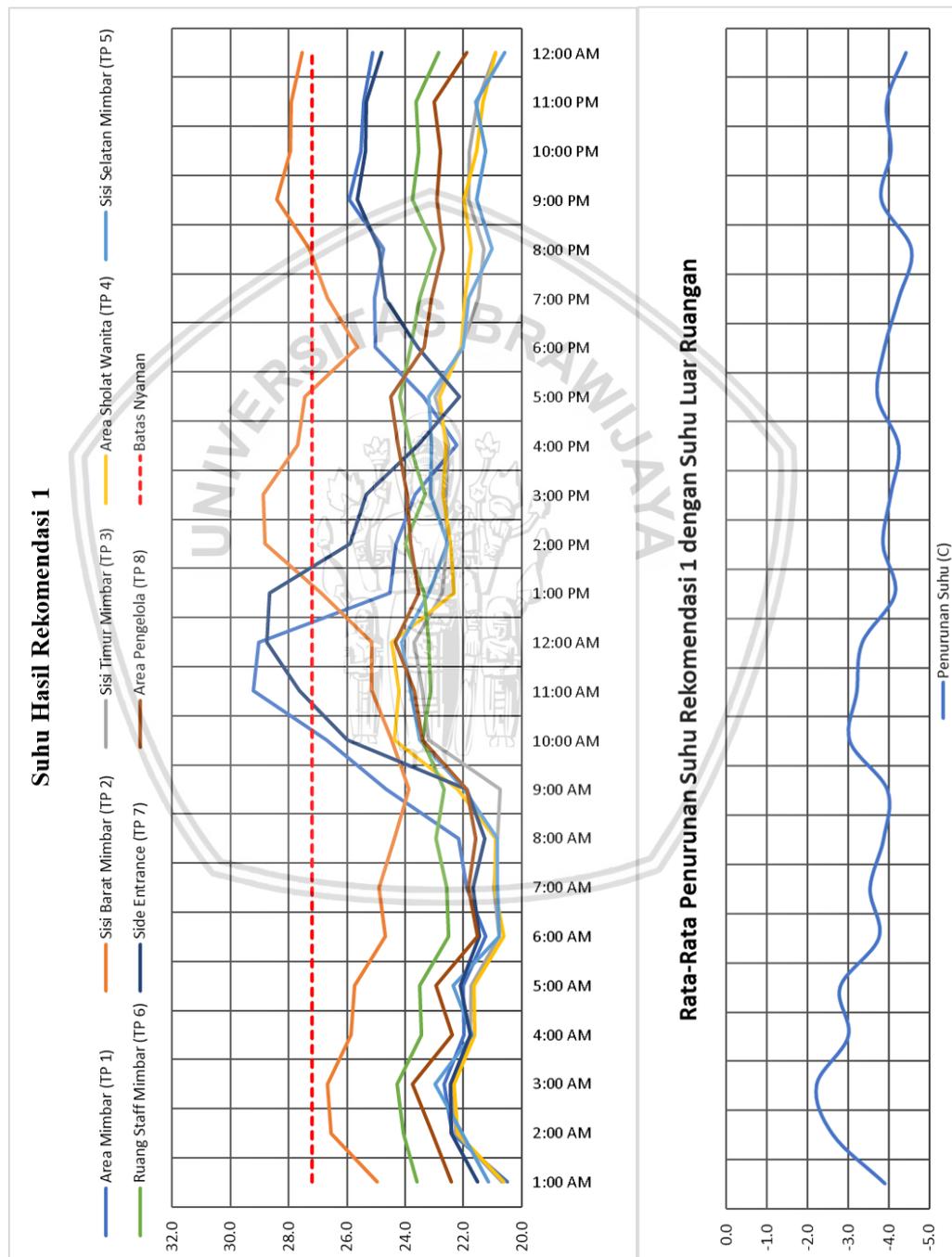


**Gambar 4.67 Selubung Bangunan Rekomendasi 1**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**



## B. Suhu

Setelah penjabaran secara visual dari rekomendasi pertama, hal berikutnya adalah penjabaran suhu. Berikut adalah merupakan grafik temperatur suhu rekomendasi 1 yang diukur mengikuti titik pengukuran pada saat penelitian lapangan di Masjid Al-Irsyad Satya.

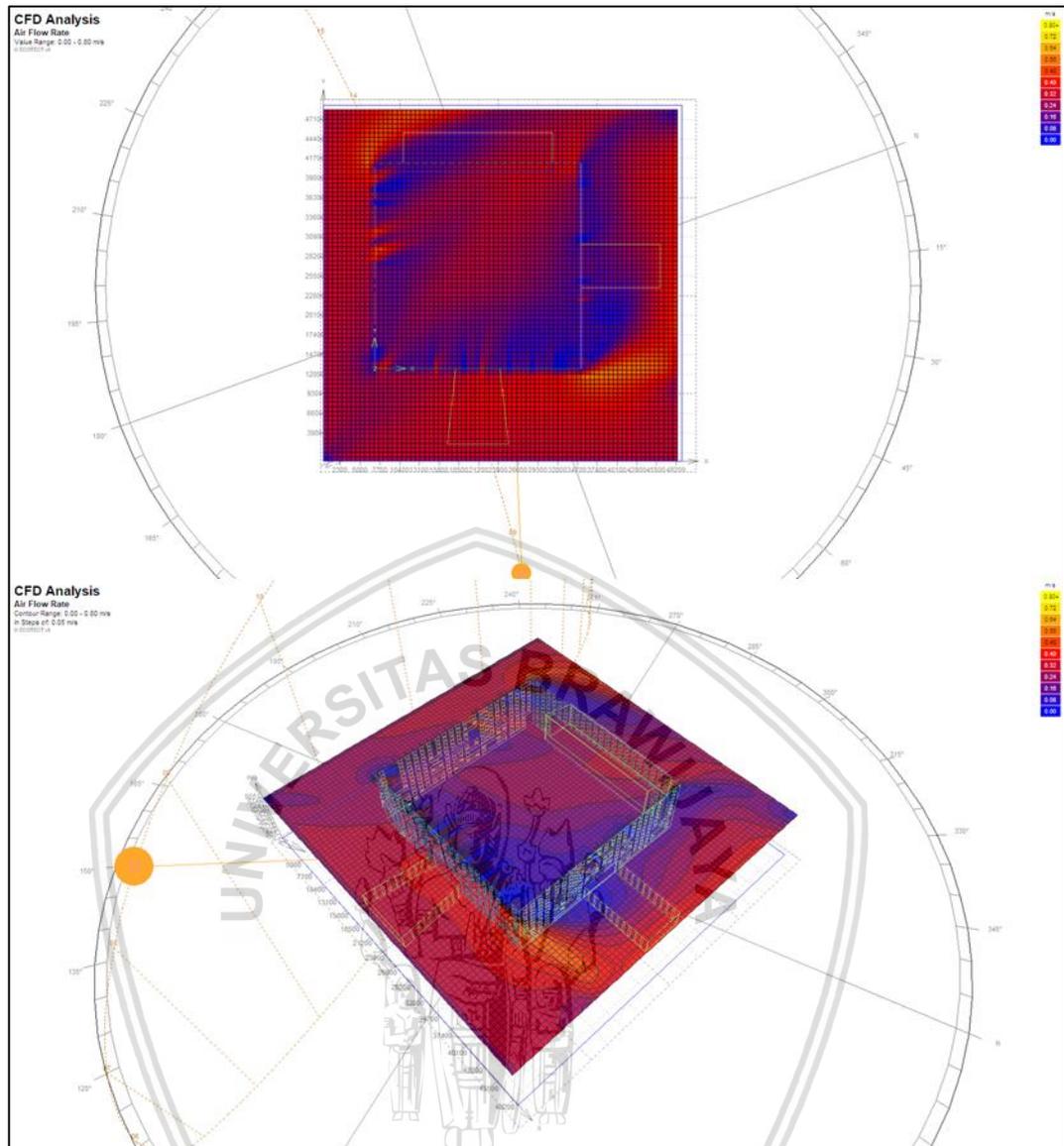


**Gambar 4.68 Suhu Rekomendasi 1 dan Penurunan Suhu**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Grafik sebelumnya (lihat gambar 4.68) memperlihatkan rincian dari perubahan suhu pada saat simulasi dan juga total penurunan suhunya setelah penerapan rekomendasi desain pertama. Apabila dirata – rata kan, penurunan suhu yang didapat dari rekomendasi desain pertama ini adalah  $-3.68\text{ }^{\circ}\text{C}$ . hal ini dapat dilihat dari selisih penurunan suhu yang berkisar antara  $2.21\text{ }^{\circ}\text{C}$  hingga  $4.56\text{ }^{\circ}\text{C}$ . berdasarkan grafik 4.68 dapat diketahui bahwa penurunan suhu sudah cukup baik dalam penerapannya, namun dibeberapa titiknya masih melewati batasan maksimum suhu nyaman terutama pada titik area mimbar masjid. Pada penerapannya, temperatur pada bagian mimbar masjid masih mencapai  $29.20\text{ }^{\circ}\text{C}$  pada pukul 11.00 dan  $29.03\text{ }^{\circ}\text{C}$  pada pukul 12.00. Rentang waktu pada pukul 11.00 – 13.00 adalah waktu dengan aktivitas paling banyak, dikarenakan pada waktu ini, siswa – siswi sekolah Al-Irsyad Satya Islamic School selalu sholat berjamaah, sehingga masih diperlukan penerapan lebih lanjut dalam rekomendasi pertama ini agar dapat mencapai titik kenyamanan suhu pada titik tersebut.

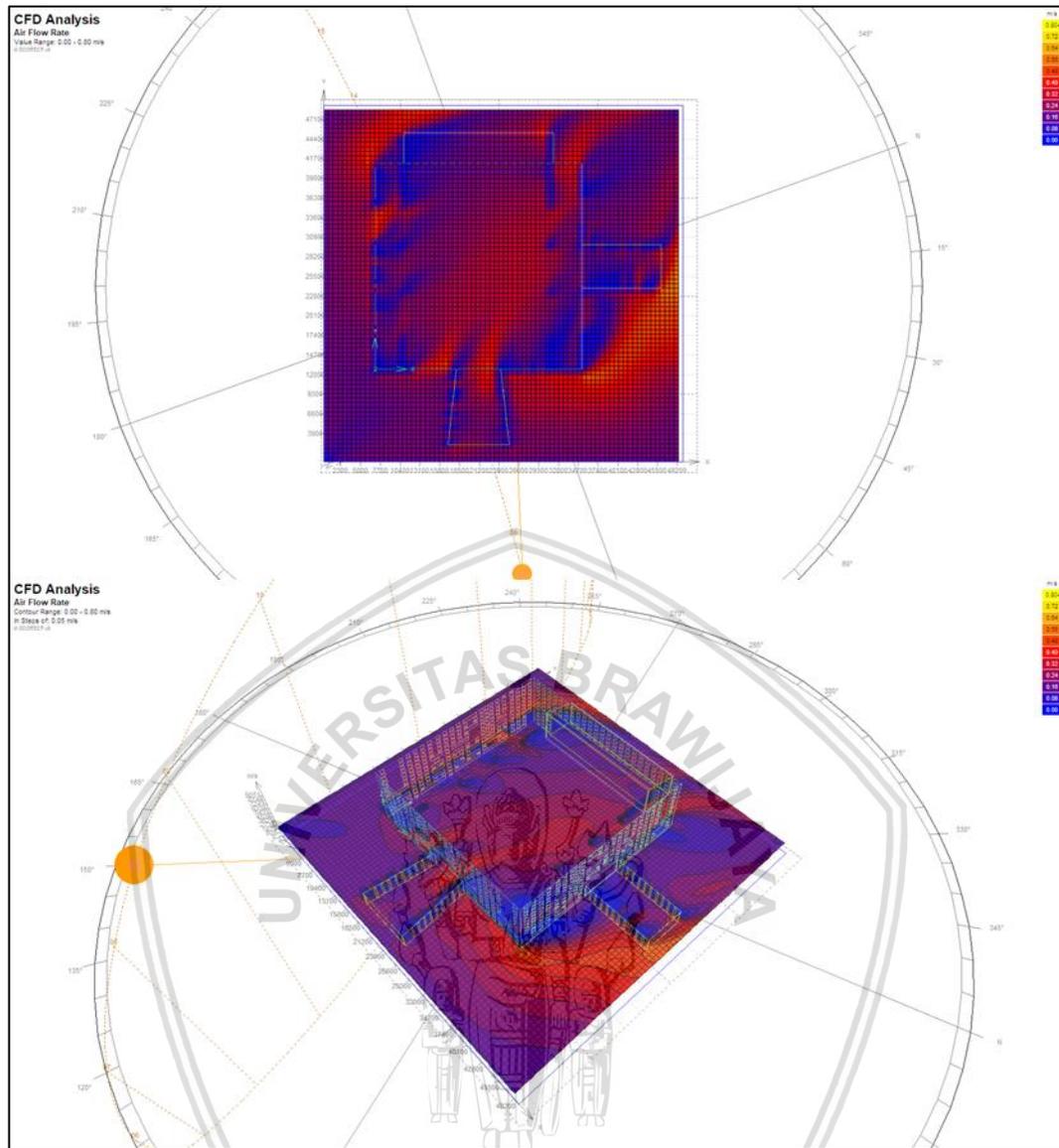
### C. *Angin*

Simulasi selanjutnya adalah berupa simulasi angin. Simulasi angin pada rekomendasi pertama dibagi menjadi tiga fase, yaitu pagi hari, siang hari dan malam hari. Pada simulasi ini, digunakan tanggal yang sama seperti pengukuran dilapangan yaitu 28 Oktober 2017, sehingga dapat diukur perbandingannya dengan kondisi pada saat penelitian. Berikut adalah hasil dari simulasi rekomendasi pertama (lihat gambar 4.69).



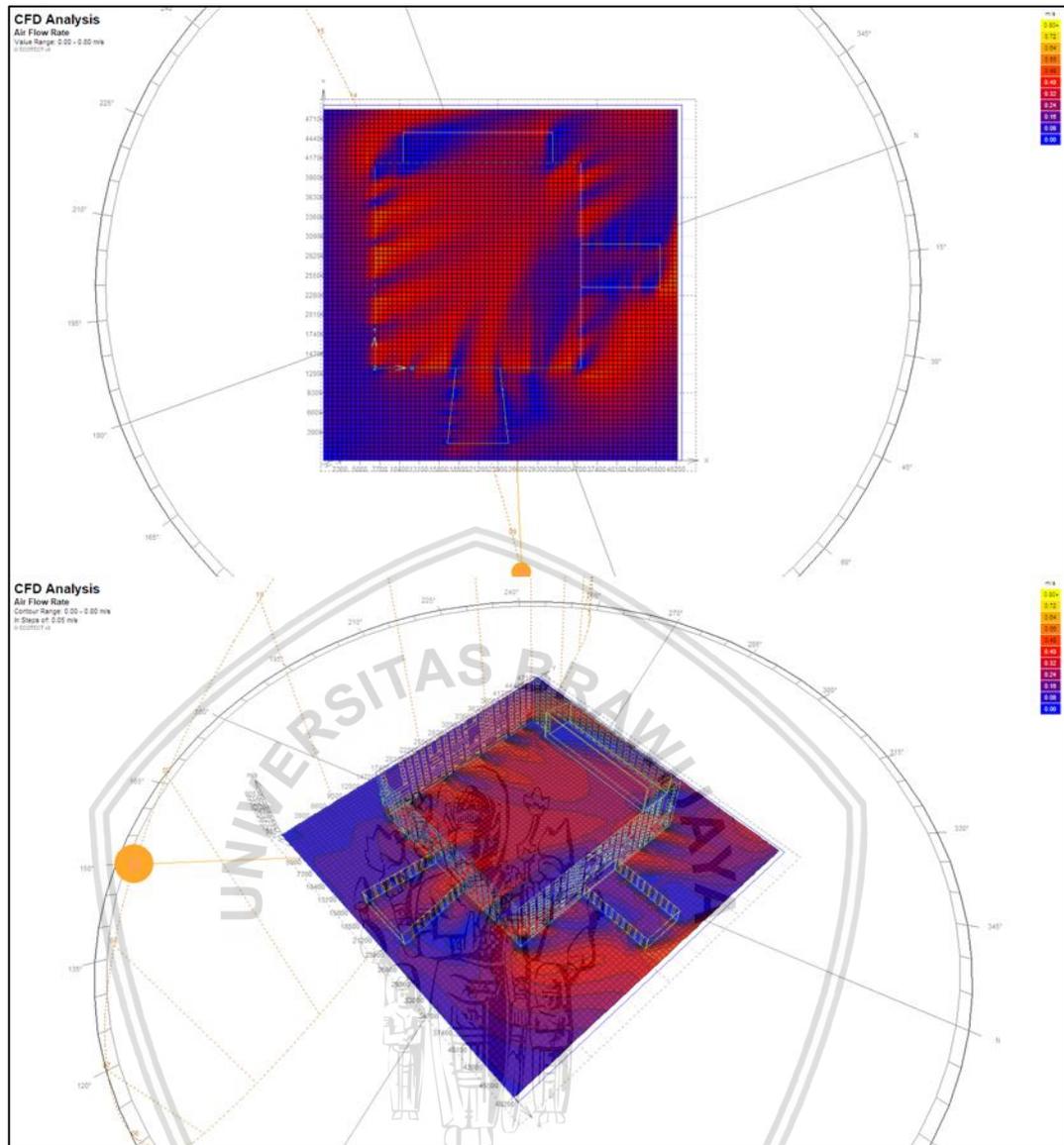
**Gambar 4.69** Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Rekomendasi 1 Pagi Hari  
**Sumber:** Dokumentasi Pribadi

Pada pagi hari, kenaikan intensitas angin tidak terlalu besar perubahannya dari hasil simulasi bangunan eksisting, masih cukup banyak terlihat titik biru pada bangunan yang mengartikan kurangnya aliran angin, namun sudah lebih merata dan intensitas pada titik merah sudah lebih banyak pada sebelumnya.



**Gambar 4.70 Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Rekomendasi 1 Siang Hari**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Pada siang hari aliran angin mulai terlihat perbedaannya dari hasil simulasi eksisting Masjid Al-Irsyad Satya. Pada hasil rekomendasi 1 ini, hasil aliran angin dengan titik biru terlihat sangat minim (lihat gambar 4.70), dikarenakan hasil rekomendasi desain yang memiliki bukaan yang besar. Hasil simulasi dengan bukaan besar sangat efektif untuk jenis desain dengan sistem bukaan *Penghawaan silang* dikarenakan memiliki area *inlet* dan *outlet* yang lebih besar dari kondisi eksisting sehingga menghasilkan aliran angin yg lebih banyak.



**Gambar 4.71 Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Rekomendasi 1 Malam Hari**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Pada sore dan malam hari, mulai bermunculan area kuning pada titik tertentu, hal ini mengartikan bahwa angin yang mengalir lebih besar dari titik merah (lihat gambar 4.71), sehingga pada saat sore dan malam, bukaan rekomendasi satu dapat menurunkan suhu temperatur dan menaikkan udara disekitar area mimbar yang menghadap ke sisi barat.

#### D. *Kesimpulan Rekomendasi 1*

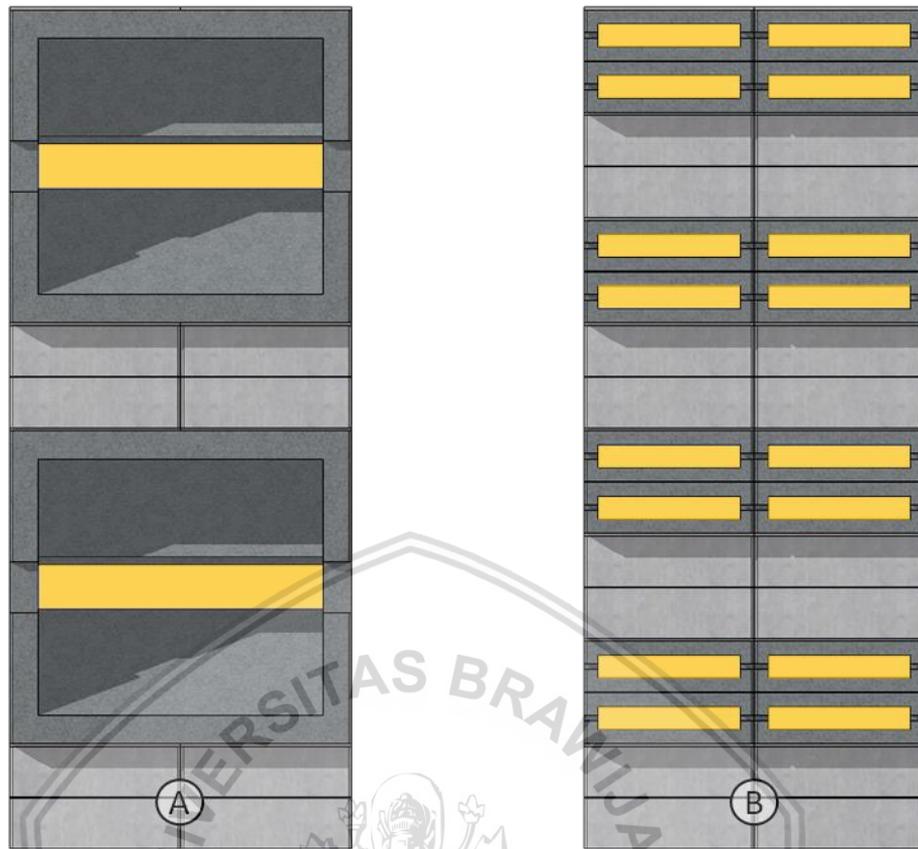
Berdasarkan hasil simulasi aliran angin dan suhu udara diatas, dapat disimpulkan bahwa rekomendasi pertama memiliki selisih rata – rata penurunan suhu sebesar 3.68 °C pada siang harinya dan memiliki rentang penurunan dari 2.21 °C hingga 4.56 °C. Hal ini dapat tercapai karena aliran angin menuju kedalam bangunan yang dihasilkan dari rekomendasi pertama ini cukup efektif. Namun, ada juga beberapa kekurangan dari rekomendasi 1 ini berikut adalah kekurangannya.

Kekurangan dari alternatif desain yang pertama ini setelah melewati simulasi aliran angin dan suhu pada bangunan utama adalah simulasi menunjukkan bahwa bukaan yang besar selain menjadikan area utama ruang sholat menjadi lebih banyak terlewati angin dan lebih efisien dalam sistem *Cross Ventilation*, ternyata menimbulkan masalah baru yaitu kurangnya *shading device* pada selubung bangunan karena bukaan yang terlalu besar. Dalam kasus ini, tidak dapat menambahkan *shading device* yang signifikan karena akan terbentur oleh batasan masalah yang utama yaitu merubah filosofi bangunan, sehingga hanya dapat menambah ketebalan dari bagian batu kerawang dan dirasa kurang efektif dalam mengurangi temperatur didalam ruangan.

#### 4.7.2 Rekomendasi 2

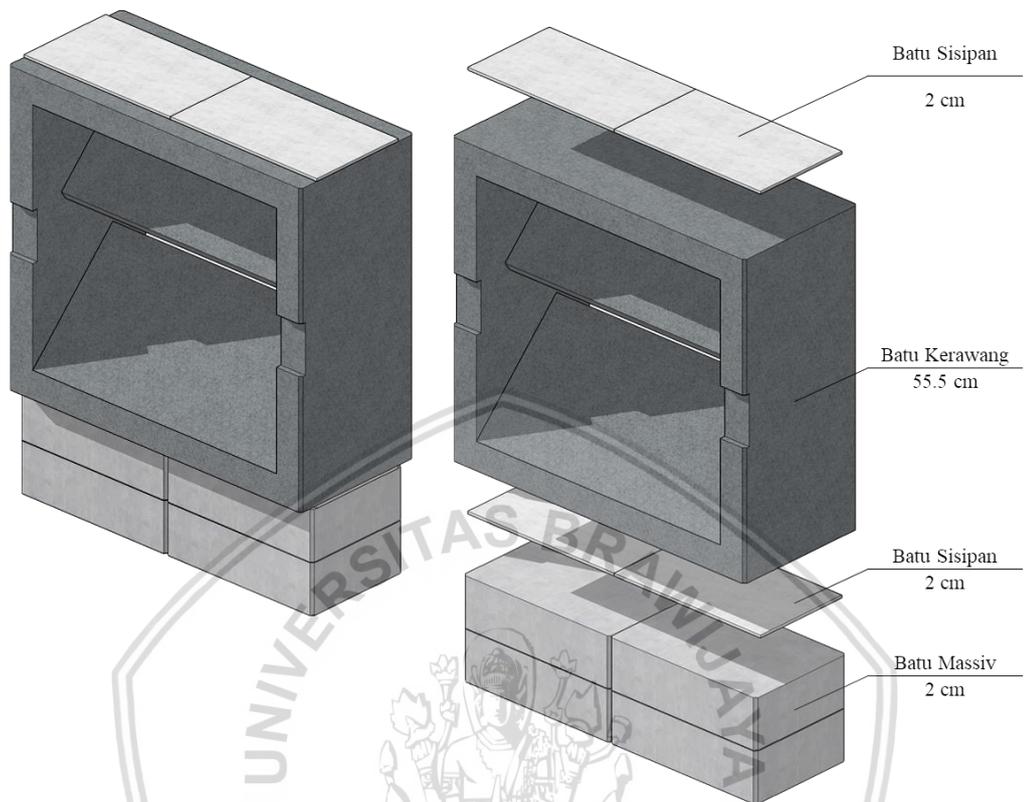
##### A. *Visual*

Berbeda dari rekomendasi pertama yang hanya mengubah dimensi bukaan, rekomendasi kedua ini memanfaatkan delapan bukaan dan empat batu massiv pada desain eksisting menjadi satu buah batu kerawang sebagai bukaan udara dengan *shading device* berupa plat batu dengan kemiringan 46.7°. tujuan dari bukaan yang lebih besar adalah dapat membuat celah lebih besar untuk aliran angin yang lebih banyak, ditambah *shading device* agar dapat mencegah panas matahari yang masuk secara langsung karena bukaan yang sangat besar.



**Gambar 4.72 Perbandingan Bukaannya Eksisting (B) dan Rekomendasi 2 (A)**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Gambar diatas (lihat gambar 4.72) adalah perbedaan besaran bukaan pada kondisi eksisting dan rekomendasi dua. Pada desain rekomendasi kedua ini, bukaan utama memiliki besaran  $0.23\text{m}^2$  atau sebesar 287.5% dari total besaran bukaan eksisting yang hanya memiliki total luasan per modul sebesar  $0.08\text{m}^2$ . Pada rekomendasi kedua ini, susunan material terdiri dari material eksisting dengan sisipan yang sama, sehingga membuat detail susunan seperti gambar dibawah ini.



**Gambar 4.73 Detail Susunan Rekomendasi 2**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

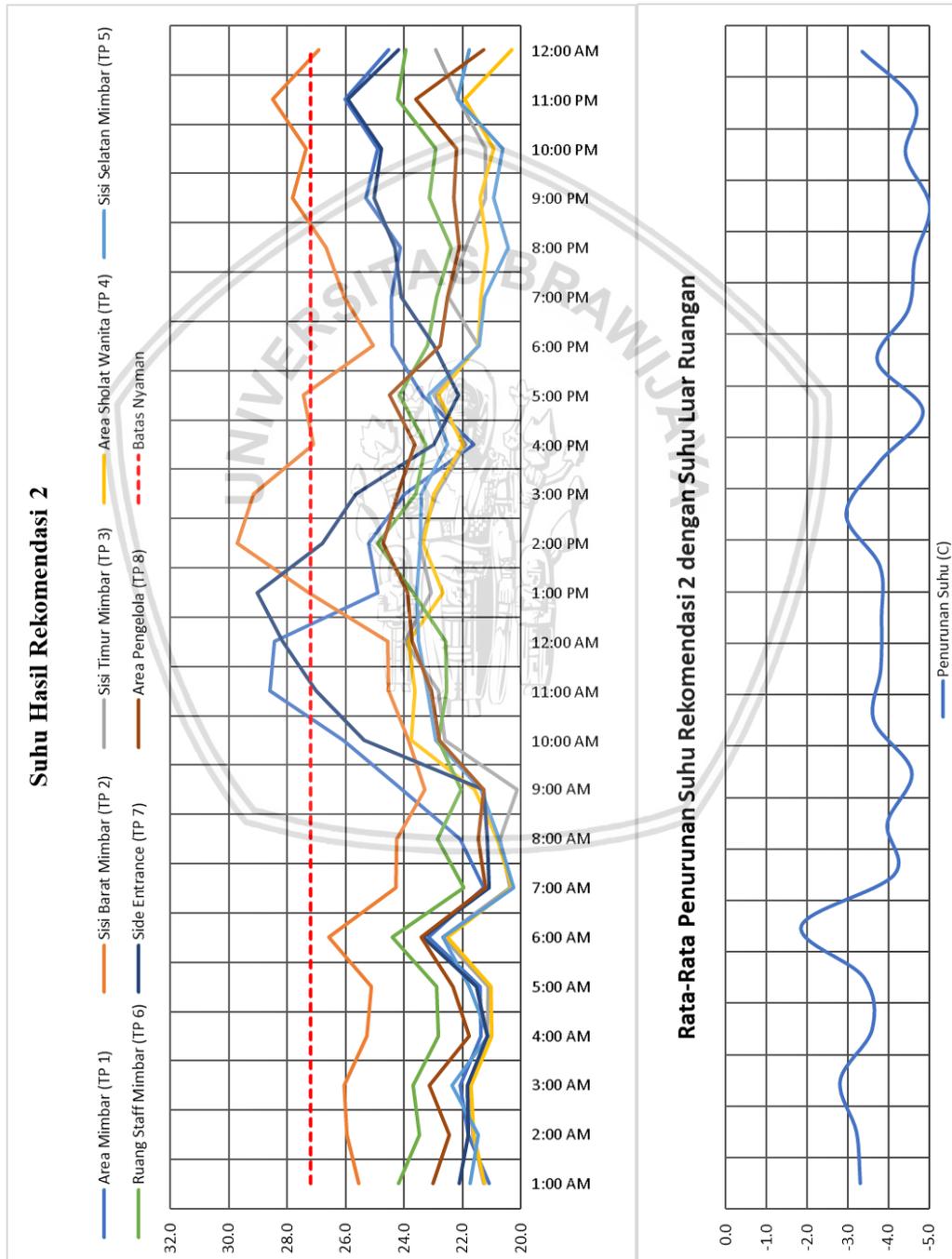
Perbedaan besaran yang cukup signifikan pada rekomendasi kedua ini (lihat gambar 4.73) memberikan perubahan bentuk yang paling besar dari kedua rekomendasi lainnya, namun rekomendasi kedua ini tetap tidak merubah filosofi dari bentukan Masjid Al-Irsyad Satya, berikut adalah hasil visualisasi dari rekomendasi kedua (lihat gambar 4.74).



Gambar 4.74 Selubung Bangunan Rekomendasi 2  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

## B. Suhu

Bagian kedua adalah analisis suhu rekomendasi kedua Masjid Al-Irsyad Satya. Grafik berikut berisikan kondisi temperatur hasil simulasi rekomendasi di setiap titik area sesuai dengan area pengukuran. Pada grafik 4.69 terdapat rincian penurunan suhu tiap titik ukurnya dan setiap jamnya selama 24 jam pada tanggal 28 Oktober 2017



**Gambar 4.75 Suhu Rekomendasi 2 dan Penurunan Suhu**  
 Sumber: Dokumentasi Pribadi

Terlihat pada grafik diatas bahwa perubahan suhu pada simulasi rekomendasi kedua memiliki penurunan yang lebih besar dari rekomendasi pertama. Hal ini disebabkan karena adanya penerapan *Shading Device* sehingga mengurangi sinar matahari yang masuk secara langsung kedalam Masjid Al-Irsyad Satya.

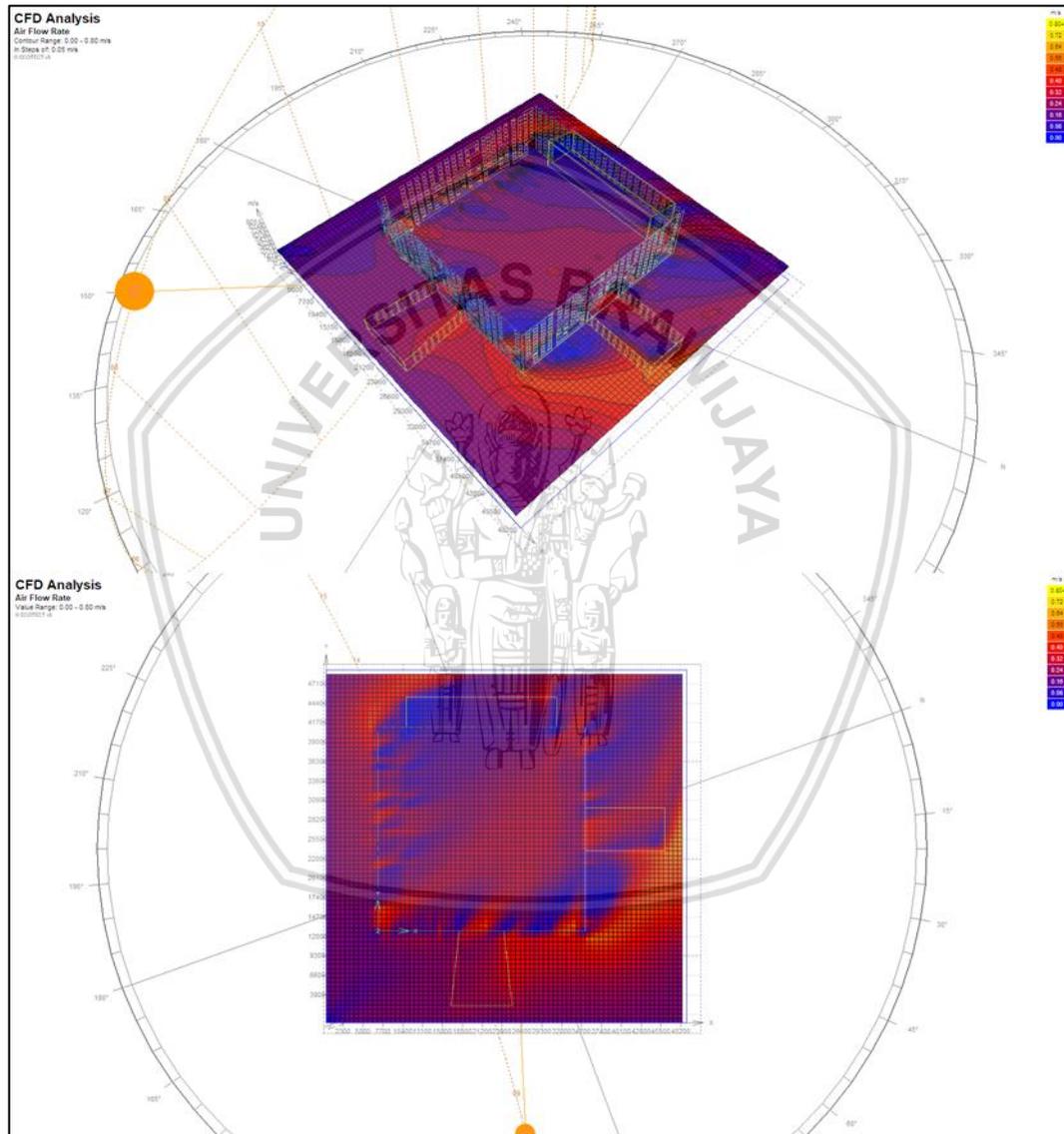
Pada beberapa titiknya, permasalahan temperatur udara sudah cukup teratasi karena berada pada rentang kenyamanan suhu bangunan. Namun pada beberapa area seperti pada area *Side Entrance* pada siang harinya masih belum cukup mencapai rentang kenyamanan suhu bangunan karena masih berada pada suhu 28.15 °C hingga 29.02 °C pada pukul 12.00 – 13.30.

Pada siang dan sore hari, suhu didalam bangunan khususnya pada area mimbar sudah berada pada titik 24.95 °C yang mengartikan cukup baik dan didalam rentang kenyamanan, namun hasil rekomendasi kedua ini masih kurang efektif untuk titik pengukuran area mimbar pada siang hari dikarenakan masih berada di angkat 28.60 °C pada pukul 11.00 dan 28.43 °C pada pukul 01.00.

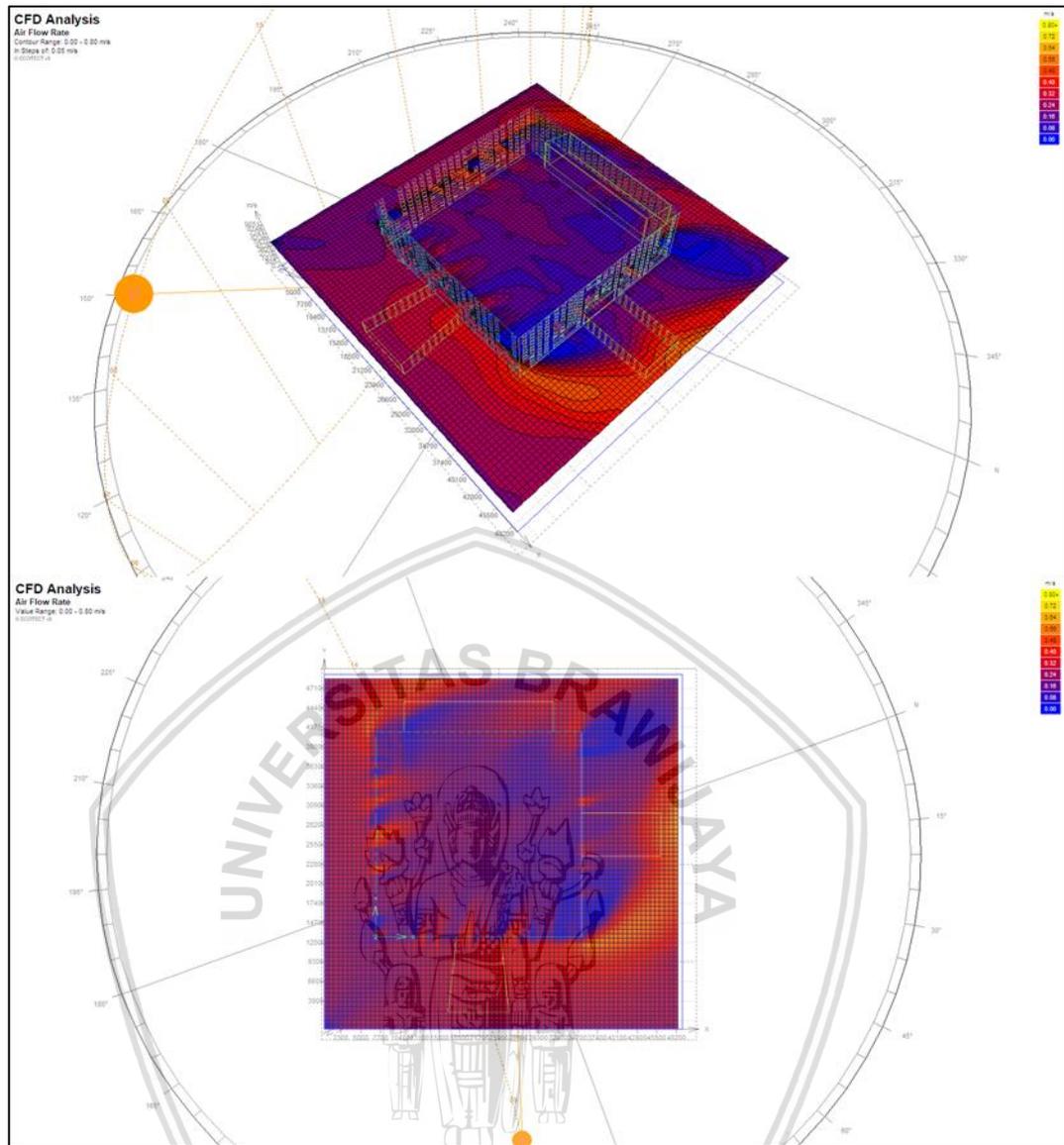
Pada area sisi barat mimbar, suhu masih mencapai 29.70 °C pada siang harinya yaitu pada pukul 14.00 dan 29.16 °C pada pukul 15.00, sehingga masih belum mencapai kondisi kenyamanan suhu yang diperlukan.

### C. Angin

Analisis ketiga pada rekomendasi ini adalah angin. Pada elemen yang dianalisis berikutnya, angin pada rekomendasi kedua ini tergolong kecil pada titik pengukuran. Hal ini disebabkan karena aliran angin dibelokkan keatas oleh *Shading Device* yang dibuat, berikut adalah rincian aliran angin pada pagi hari, siang, sore dan malam hari yang digambarkan dengan marka berwarna biru hingga kuning.

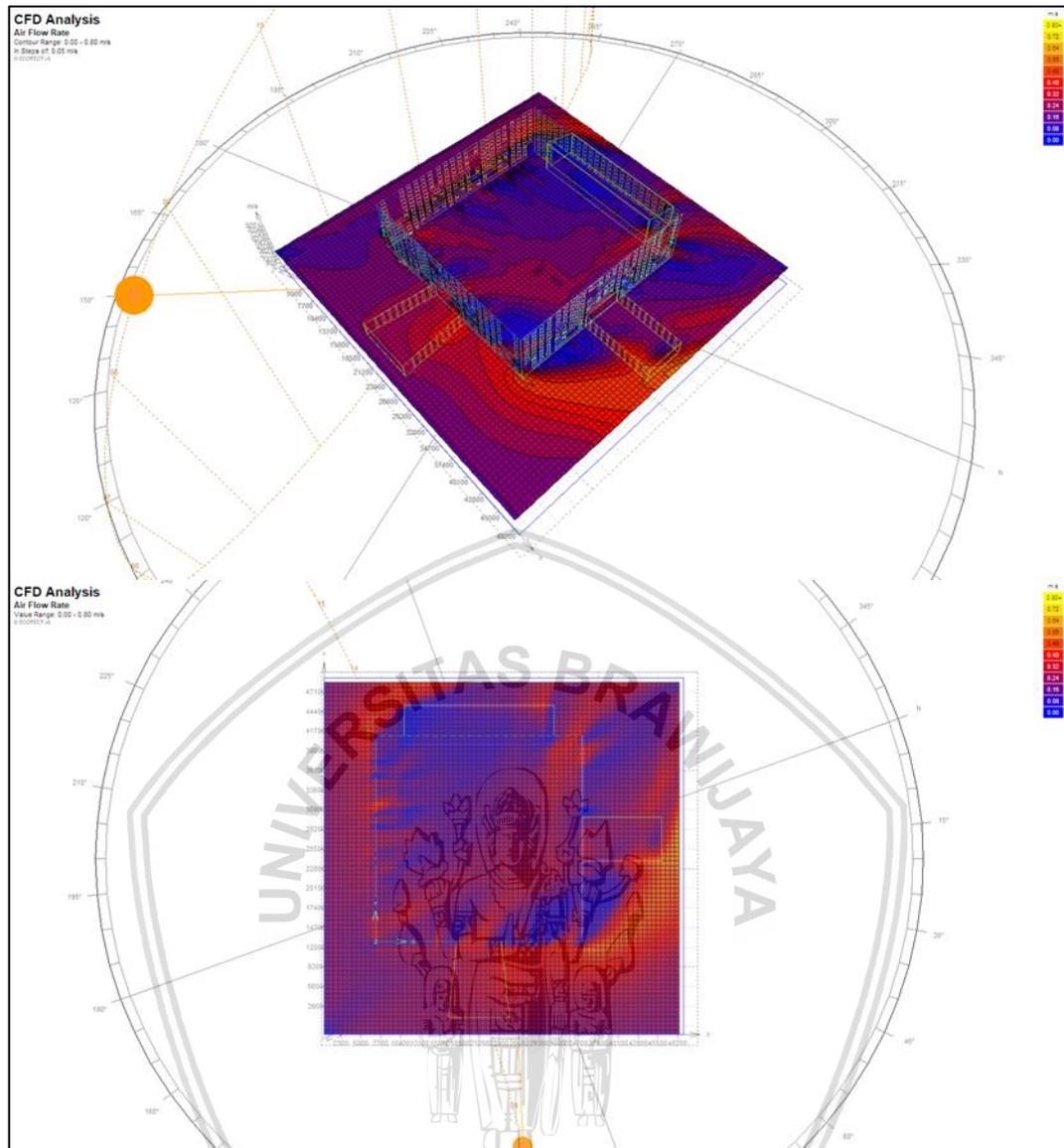


**Gambar 4.76 Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Rekomendasi 2 Pagi Hari**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**



**Gambar 4.77 Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Rekomendasi 1 Siang Hari**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Berdasarkan gambar grafik aliran angin hasil simulasi rekomendasi kedua ini, terlihat angin yang dihasilkan cukup lemah dikarenakan titik pengukuran yang kurang tinggi yaitu hanya 1,2m. pada pagi hari (lihat gambar 4.76) dan siang hari (lihat gambar 4.77) masih cukup banyak titik berwarna biru khususnya pada area sholat wanita dan juga sekitar mimbar masjid. Dengan hasil seperti ini, kebutuhan aliran angin pada mimbar masjid dirasa kurang, dikarenakan area mimbar sangat membutuhkan aliran angin yang cukup banyak dikarenakan memiliki suhu yang panas. Hasil simulasi angin pada rekomendasi kedua ini juga disimulasikan pada malam hari, berikut adalah hasil simulasi berupa grafik aliran pada malam hari.



**Gambar 4.78 Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Rekomendasi 2 Malam Hari**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Tidak seperti rekomendasi pertama, pada malam hari dan sore hari, berdasarkan hasil pengukuran dengan ketinggian 1,2m ini memiliki aliran angin yang cukup lemah (lihat gambar 4.78). Terlihat titik biru masih banyak disekitar area utama ruang sholat. Namun apabila di bandingkan dengan kondisi eksisting, rekomendasi kedua tetap memiliki hasil pengaliran angin yang lebih baik dikarenakan besaran bukaan yang jauh lebih besar dari kondisi eksisting bangunan Masjid Al-Irsyad Satya.

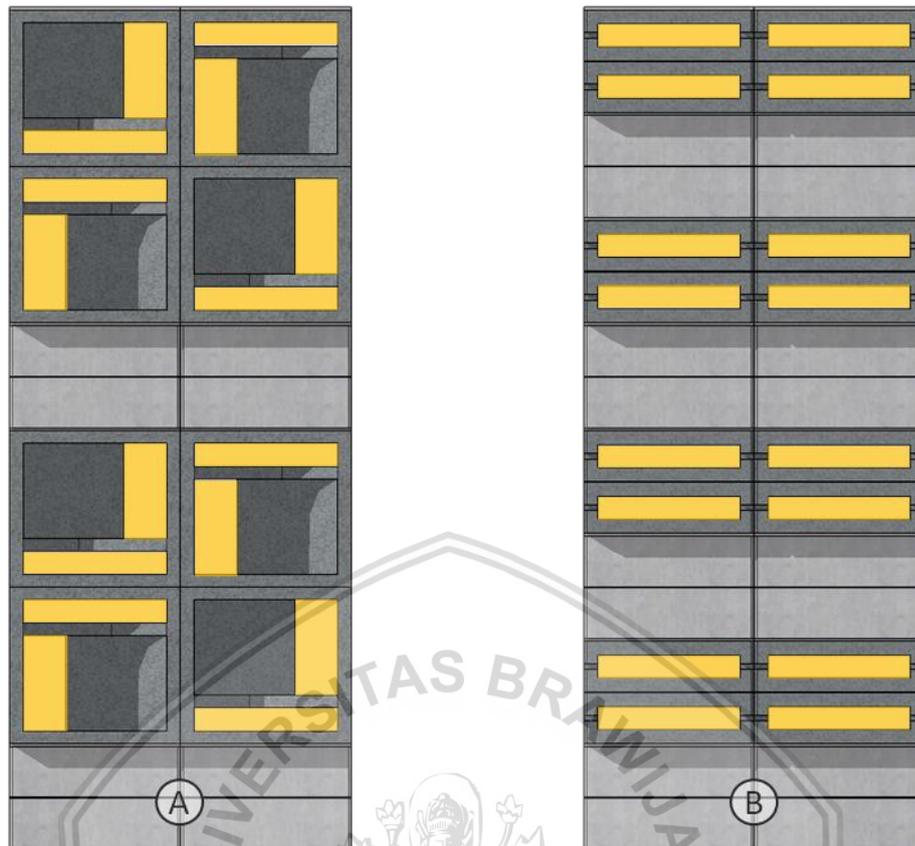
#### D. *Kesimpulan Rekomendasi 2*

Setelah melalui hasil simulasi mengenai suhu dan aliran udara, rekomendasi 2 memiliki kelebihan berupa *shading device* yang dapat mencegah sinar matahari lebih baik dari rekomendasi pertama. Hal ini dapat dilihat dari grafik suhu yang didapat dari analisis suhu dengan simulasi *Ecotect Analysis 2011*. Selisih perbedaan suhu yang didapat dari rekomendasi kedua dengan rekomendasi pertama adalah sebesar 3.84 °C. Perbedaan ini menandakan bahwa *shading device* berperan cukup penting dalam kasus Masjid Al-Irsyad Satya, dikarenakan keseluruhan bangunan memiliki bentukan selubung bangunan serupa. Namun, rekomendasi kedua ini memiliki beberapa kekurangan, diantaranya adalah hasil desain rekomendasi yang kurang menarik. Hal ini dikarenakan bentukan hanya berupa persegi besar dengan penambahan sebatas *shading device*. Kekurangan yang kedua pada rekomendasi desain yang kedua ini adalah bahwa *shading device* yang diterapkan meneruskan angin ke arah atas bangunan, hal ini terlihat pada hasil simulasi yang dilakukan dengan aplikasi *WinAir4*. Titik pengukuran berjarak 1.2 m dari lantai dan tidak banyak aliran udara yang masuk, dikarenakan aliran udara baru mulai terasa pada ketinggian 2,3m diatas permukaan lantai. Hal ini menyebabkan kurangnya aliran angin pada ketinggian 1,5m – 0,5m dari lantai dikarenakan pada ketinggian inilah banyaknya aktivitas berlangsung, seperti duduk untuk acara pengajian maupun sholat dan keperluan lainnya.

#### 4.7.3 Rekomendasi 3

##### A. *Visual*

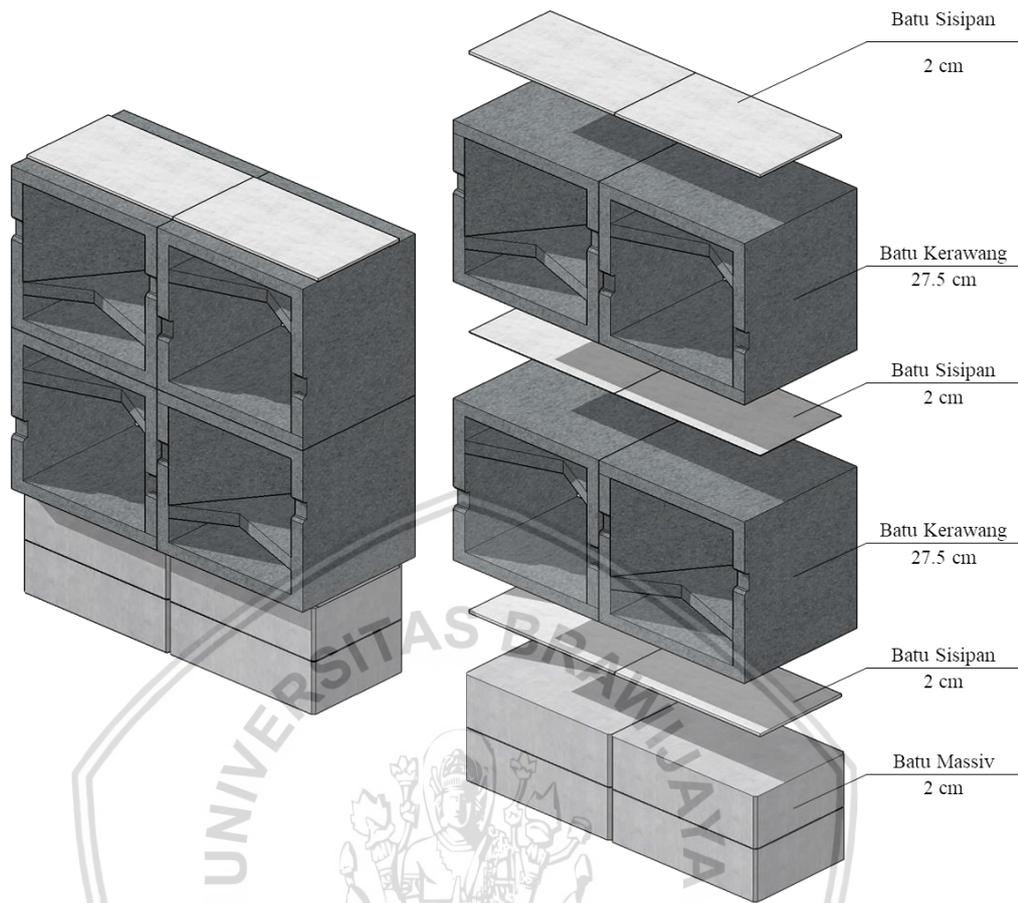
Rekomendasi ketiga adalah berupa variasi bukaan dengan kombinasi kedua alternatif sebelumnya. Rekomendasi ketiga ini memakai *shading device system* yang diterapkan pada rekomendasi kedua dengan sedikit perubahan yaitu dengan posisi horizontal tidak seperti rekomendasi kedua yang memakai posisi vertikal, sehingga aliran udara diharapkan dapat menyebar ke segala ruangan tanpa membelokkan aliran udara kearah atas ruangan. Rekomendasi ketiga juga menerapkan solusi yang dipakai rekomendasi pertama yaitu memperbesar bukaan. Pada rekomendasi ketiga ini, luasan bukaan 0.21m<sup>2</sup> atau sebesar 262.5% dari total besaran bukaan. Berikut adalah perbedaan besaran bukaan pada kondisi eksisting dan rekomendasi ketiga.



**Gambar 4.79 Perbandingan Bukaan Eksisting (B) dan Rekomendasi 3 (A)**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Bukaan pada rekomendasi ketiga ditandai dengan marka berwarna kuning (lihat gambar 4.79). Terlihat dari pembayangan pada detail rekomendasi ketiga ini dapat mencegah sinar matahari langsung masuk kedalam bangunan tanpa mengurangi aliran angin yang masuk dari segala arah.

Susunan batuan yang dipakai pada rekomendasi ketiga memiliki susunan yang sama dengan rekomendasi pertama, yaitu dimulai dari batu massiv yang dicetak dari campuran batu dan bahan kongkret, lalu di atasnya terdapat batu sisipan setebal 2cm, dan di atasnya berupa variasi batu kerawang yang menjadi rekomendasi setinggi 27,5cm dan ditutup dengan batu sisipan setebal 2cm di atasnya. Berikut adalah gambar detail dari susunan batu rekomendasi ketiga.



**Gambar 4.80 Detail Susunan Rekomendasi 3**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Rekomendasi ketiga merupakan rekomendasi dengan perubahan yang paling besar dalam ketiga desain rekomendasi yang telah dijelaskan sebelumnya, namun dalam penerapannya, desain rekomendasi ketiga tetap memakai batasan desain yaitu filosofi dari selubung bangunan Masjid Al-Irsyad Satya, sehingga bentukan visualnya secara garis besar tetap sama. Berikut adalah kondisi visual dari rekomendasi desain ketiga (lihat gambar 4.80).

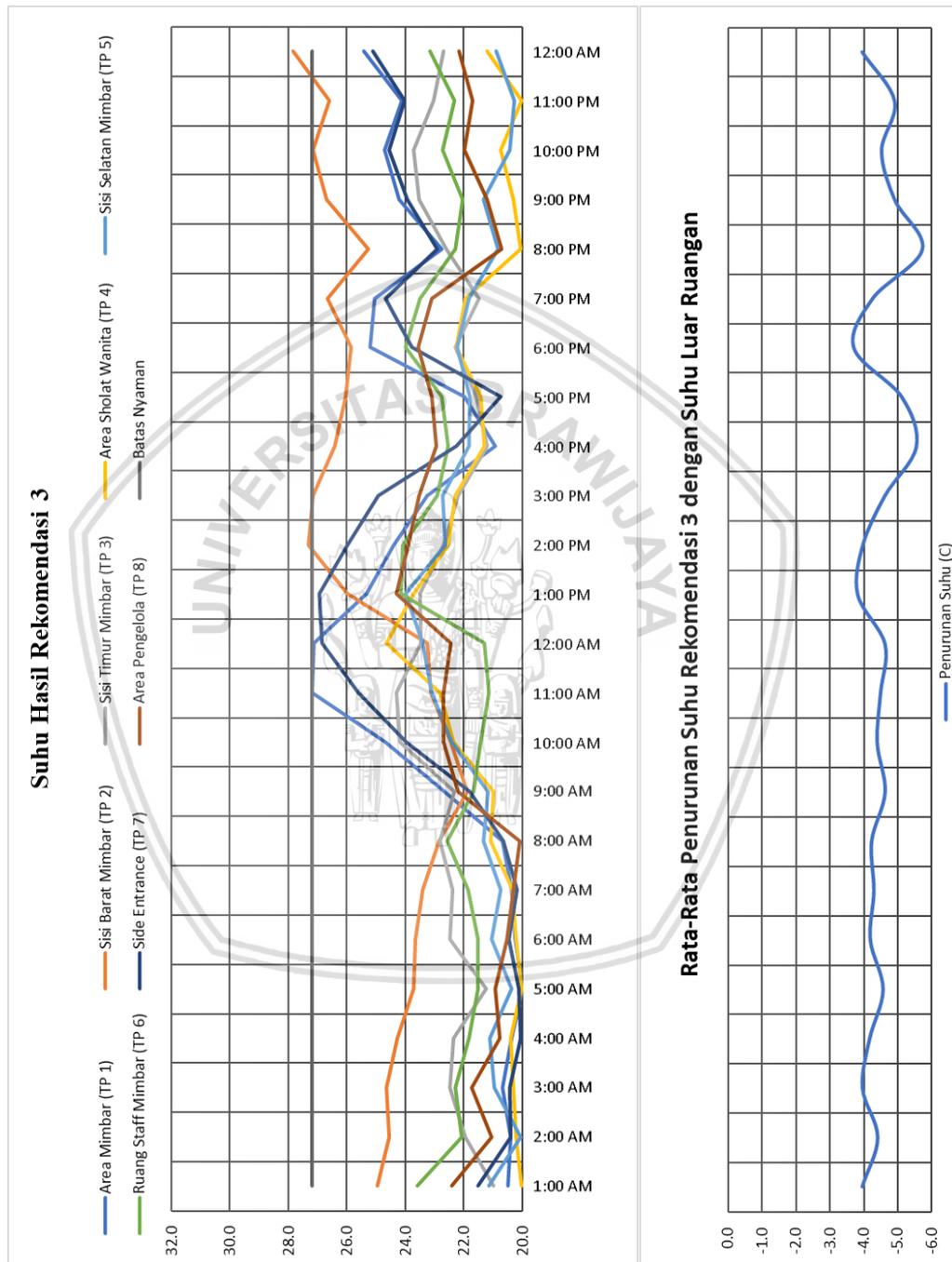


**Gambar 4.81 Selubung Bangunan Rekomendasi 3**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

**B. Suhu**

Hasil pengukuran kedua dari rekomendasi ketiga ini adalah suhu. Seperti pada hasil rekomendasi sebelumnya, titik pengukuran suhu terbagi menjadi 8 titik

pengukuran sesuai hasil pengukuran eksisting, sehingga hasil yang didapat dari rekomendasi bisa menggambarkan kondisi keseluruhan bangunan secara lebih tepat. Berikut adalah hasil rekomendasi ketiga berupa grafik suhu dan grafik pengukuran.



**Gambar 4.82 Suhu Rekomendasi 3 dan Penurunan Suhu**  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

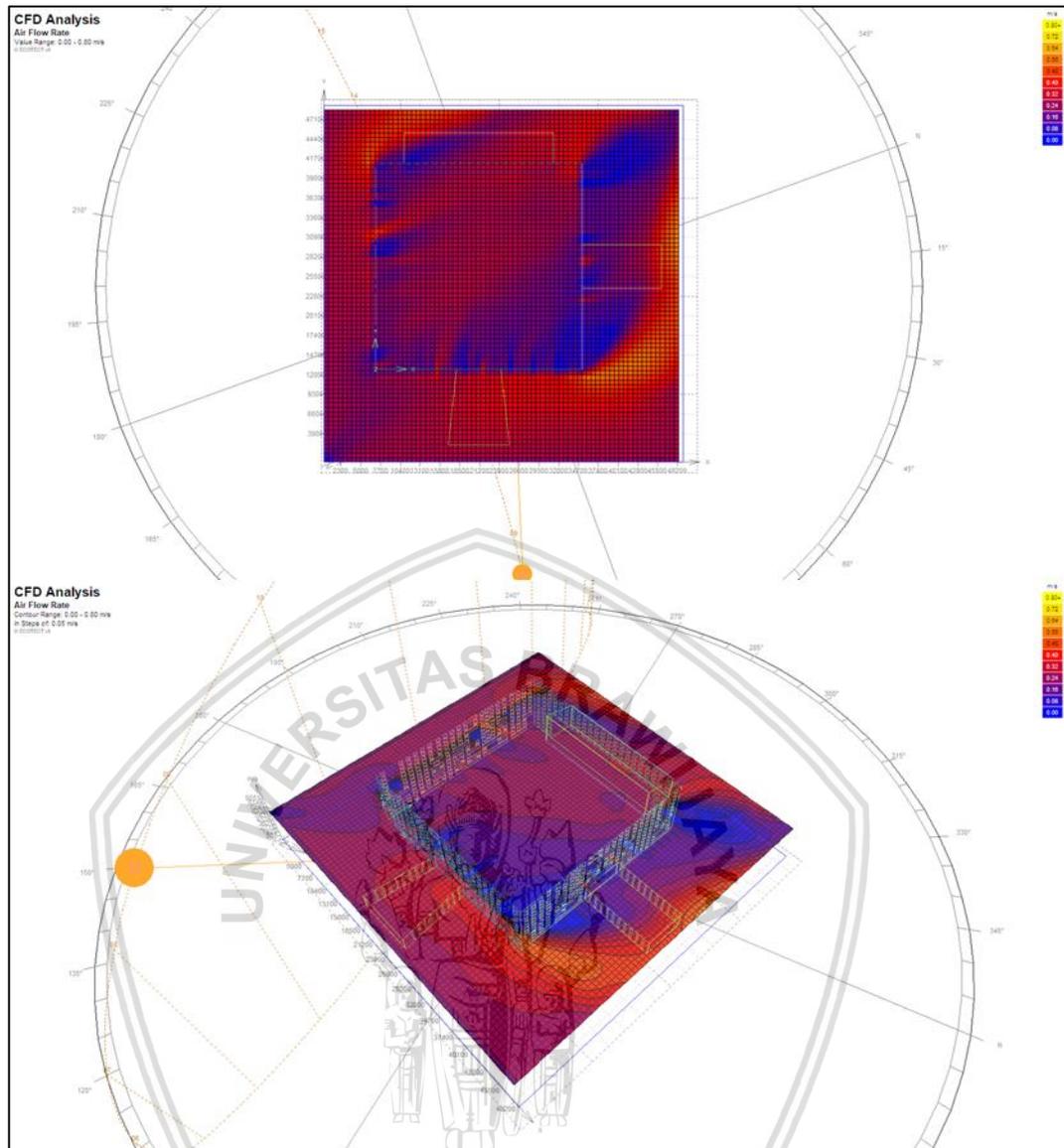
Terlihat pada grafik 4.76 bahwa perubahan suhu pada simulasi rekomendasi ketiga memiliki penurunan yang paling besar dari rekomendasi

pertama dan kedua. Hal ini disebabkan karena adanya penerapan *Shading Device* seperti rekomendasi kedua namun dengan modifikasi berupa konfigurasi secara horizontal sehingga mengurangi sinar matahari yang masuk secara langsung tanpa membelokan keatas aliran angin sehingga distribusi angin yang masuk kedalam Masjid Al-Irsyad Satya lebih merata.

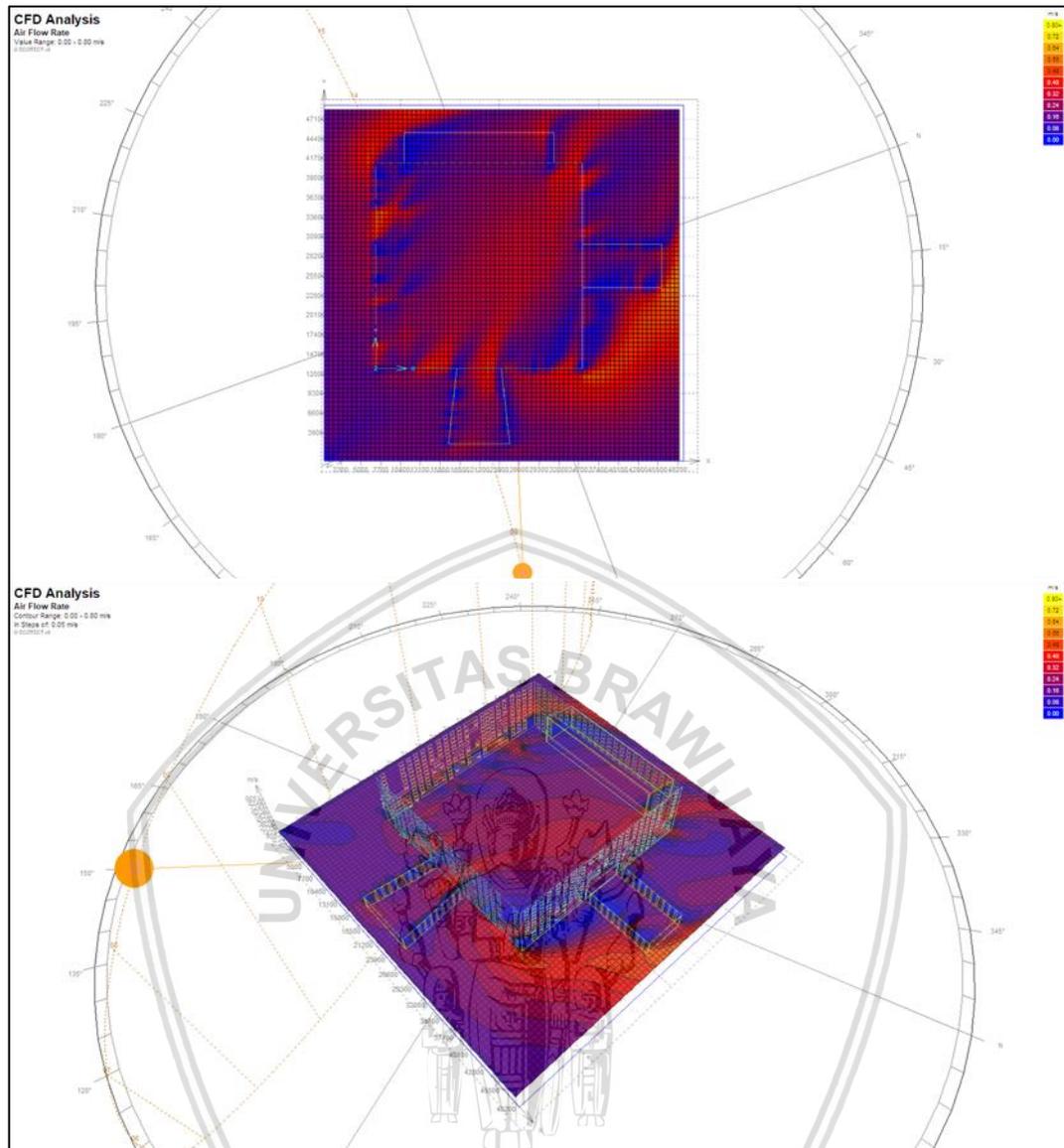
Rekomendasi ketiga juga dapat menyelesaikan permasalahan temperatur pada area mimbar yang menjadi permasalahan utama. Pada area mimbar, berdasarkan grafik suhu diatas suhu tertinggi berada pada pukul 11.00 – 12.00 dengan temperatur 27.20 °C dan 27.13 °C. Hal tersebut membuat rekomendasi ketiga masuk kedalam kondisi suhu nyaman dalam kondisi terpanasnya, dikarenakan kondisi batas nyaman berada pada titik 27.20 °C. Namun, pada beberapa titiknya terutama pagi hari suhu mencapai 20°C – 21 °C. hal tersebut dapat terjadi dikarenakan aliran udara yang cukup tinggi didalam bangunan, namun suhu tersebut setara dengan suhu diluar bangunan, sehingga tidak terlalu mengganggu kondisi aktivitas didalam bangunan

### C. *Angin*

Setelah analisis berupa pengukuran suhu, analisis ketiga seperti pada tahapan rekomendasi sebelumnya adalah angin. Pada tahapan ini, dapat terlihat simulasi rekomendasi angin rekomendasi desain ketiga yang terbagi dalam tiga fase, yaitu pagi hari, siang hari dan sore hingga malam hari. Berikut adalah grafik pengukuran anginnya.



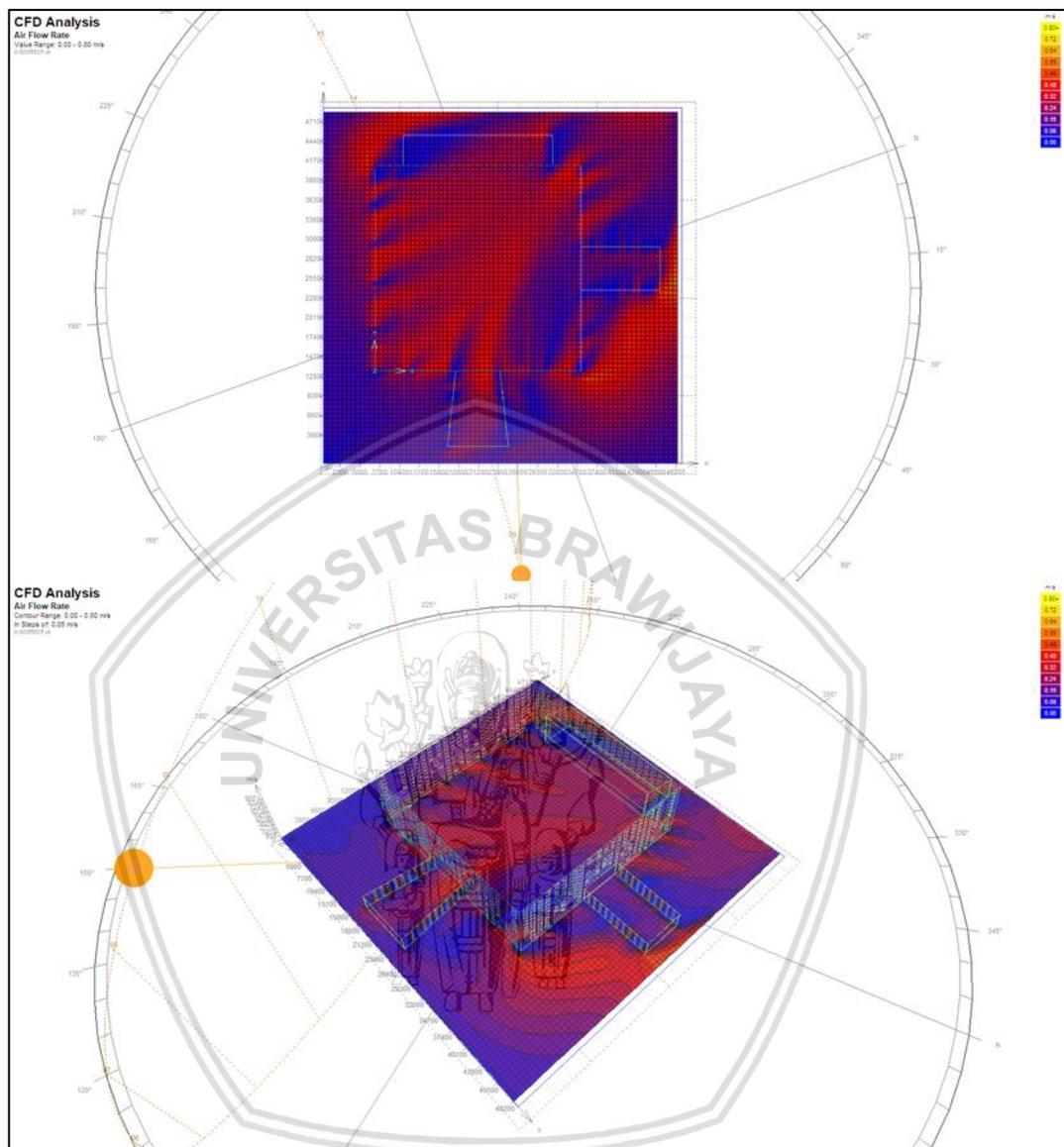
**Gambar 4.83** Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Rekomendasi 3 Pagi Hari  
Sumber: Dokumentasi Pribadi



**Gambar 4.84 Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Rekomendasi 3 Siang Hari**  
 Sumber: Dokumentasi Pribadi

Pada grafik aliran angin (lihat gambar 4.83 – 4.84) yang merupakan aliran angin pada pagi dan siang hari, terlihat sudah cukup banyak marka merah yang mengartikan bahwa aliran angin pada rekomendasi ini cukup baik dan efisien. Pada siang hari juga terdapat titik marka kuning pada sisi barat mimbar dan sisi mimbar. Selain itu pada sisi area sholat wanita juga menunjukkan bahwa aliran angin yang masuk sudah cukup baik terlihat dari marak berwarna oranye, tidak seperti kondisi eksisting dan kondisi rekomendasi sebelumnya. Aliran angin juga sudah cukup baik di area pintu masuk utama namun belum cukup efisien di area *Side Entrance*

dikarenakan area tersebut berada ditempat yang tertutupi bidang lain dari arah aliran anginnya.



**Gambar 4.85 Visualisasi Distribusi Angin Kondisi Rekomendasi 3 Malam Hari**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

Kondisi yang terjadi pada sore hingga malam hari sangat baik (lihat gambar 4.85), dikarenakan aliran angin yang masuk lebih besar terlihat dari pencabangan aliran angin dengan struktur yang lebih berisi. Selain itu juga pada sore hingga malam hari besarnya aliran angin yang masuk tidak membuat warna marka kuning nampak begitu kontras, hal ini mengartikan bahwa besaran angin yang masuk tidak terlalu kencang pada malam hari sehingga tidak membuat

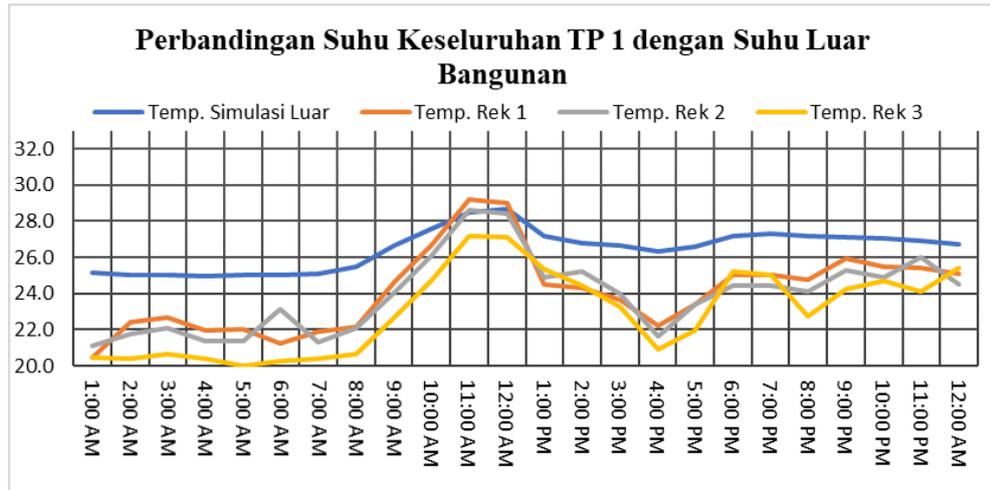
aktivitas didalam ruang utama area sholat terganggu, dikarenakan hingga malam hari tetap banyak aktivitas dan jumlah massa didalam Masjid Al-Irsyad Satya ini.

#### D. *Kesimpulan Rekomendasi 3*

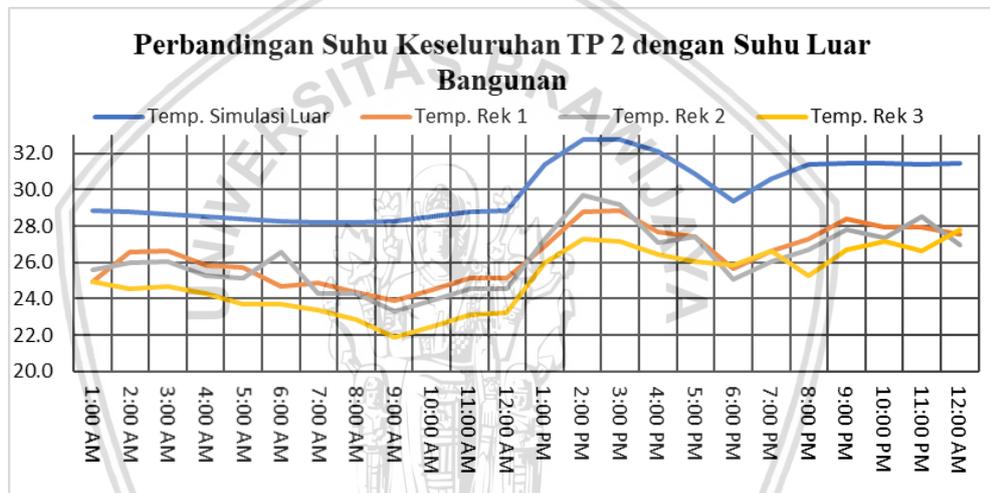
Kesimpulan yang diambil dari rekomendasi ketiga setelah melakukan simulasi kondisi suhu dan angin pada poin sebelumnya adalah, rekomendasi ini adalah rekomendasi yang paling cocok dan efisien apabila diterapkan pada desain Masjid Al-Irsyad Satya. Hal ini terlihat pada penurunan suhu yang paling besar hingga mencapai 5.73 °C pada beberapa titiknya, serta distribusi angin yang cukup baik dengan variasi pembelok angin yang mengarah pada kiri dan kanan sehingga menghasilkan aliran angin yang merata didalam ruang utama area sholat. Rekomendasi ketiga juga memiliki konstruksi yang paling kuat dikarenakan bukaan yang tidak terlalu lebar dan memiliki penopang didalamnya berupa sisipan sehingga lebih kokoh dan *low risk* dalam penerapannya.

#### 4.7.4 **Perbandingan Keseluruhan**

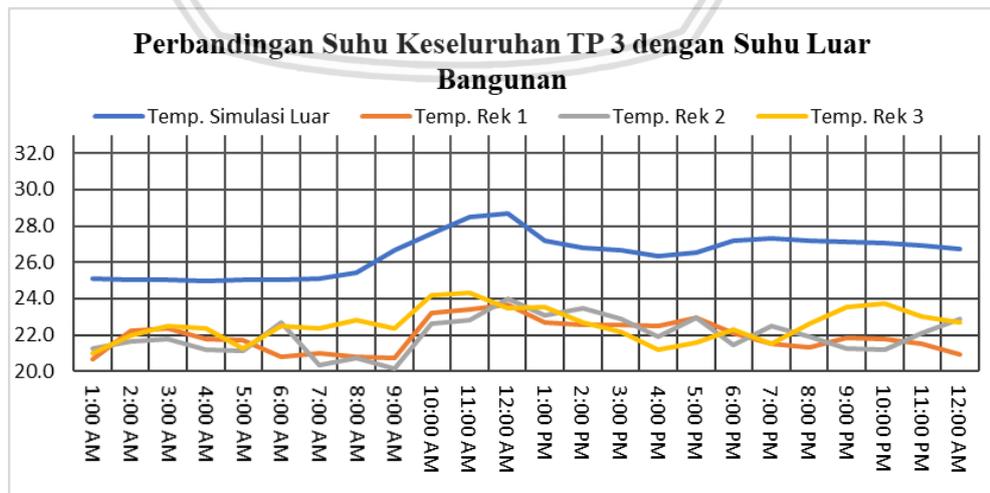
Setelah melakukan analisis dan memberikan kelebihan serta kekurangan pada masing – masing rekomendasi desain alternatif dari selubung Masjid Al-Irsyad Satya, hal berikutnya adalah memberikan perbandingan suhu secara keseluruhan. Perbandingan ini berupa perbandingan temperatur pada saat kondisi eksisting, rekomendasi pertama, rekomendasi kedua dan rekomendasi ketiga. Perbandingan kondisi suhu ini juga terbagi menjadi 8 titik pengukuran sesuai dengan pengukuran kondisi eksisting dilapangan. Berikut adalah grafiknya pengukurannya.



Gambar 4.86 Perbandingan Suhu Keseluruhan Area Mimbar (TP 1)  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

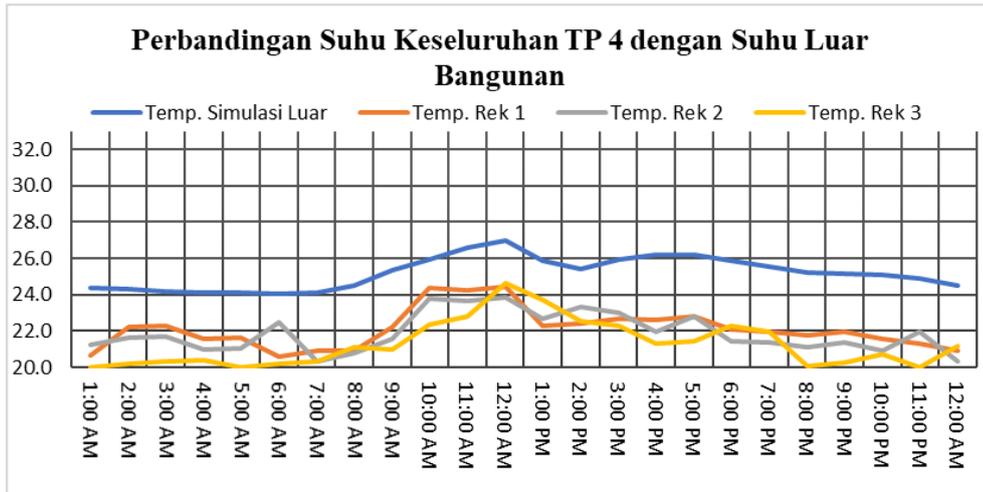


Gambar 4.87 Perbandingan Suhu Keseluruhan Sisi Barat Mimbar (TP 2)  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

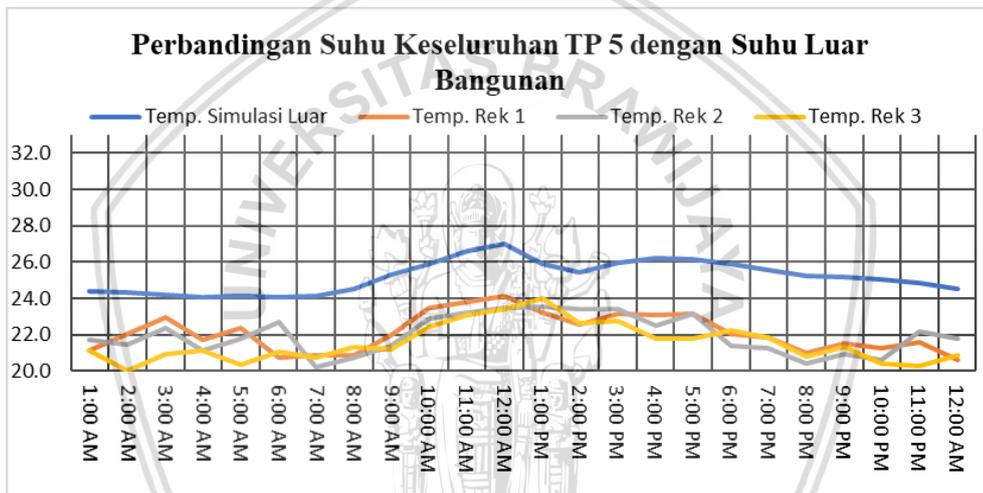


Gambar 4.88 Perbandingan Suhu Keseluruhan Sisi Timur Mimbar (TP 3)  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

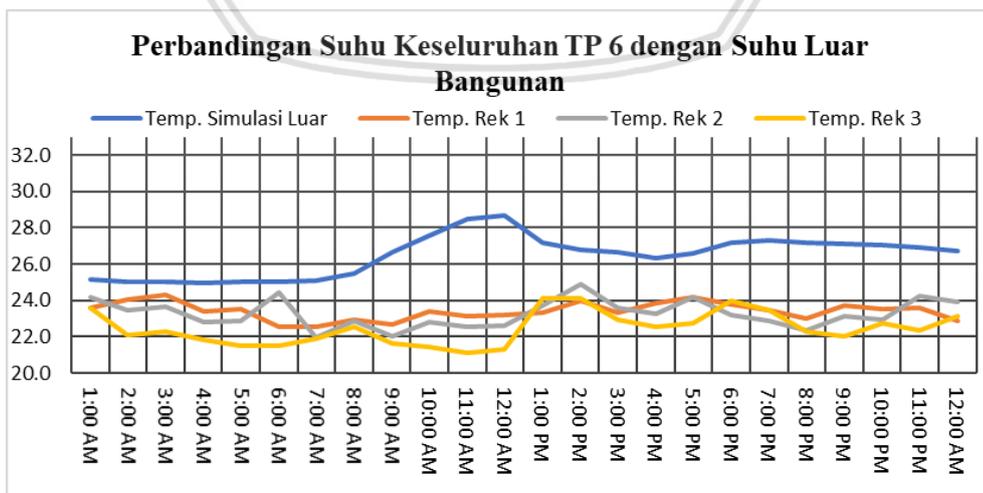




Gambar 4.89 Perbandingan Suhu Keseluruhan Area Sholat Wanita (TP 4)  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

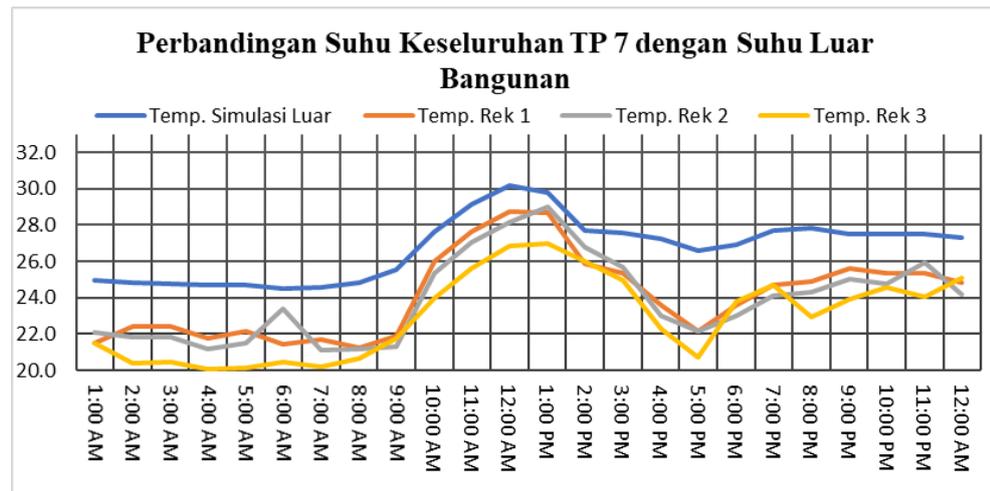


Gambar 4.90 Perbandingan Suhu Keseluruhan Sisi Selatan Masjid (TP 5)  
Sumber: Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.91 Perbandingan Suhu Keseluruhan Ruang Staff Mimbar (TP 6)  
Sumber: Dokumentasi Pribadi





**Gambar 4.92 Perbandingan Suhu Keseluruhan Side Entrance (TP 7)**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**

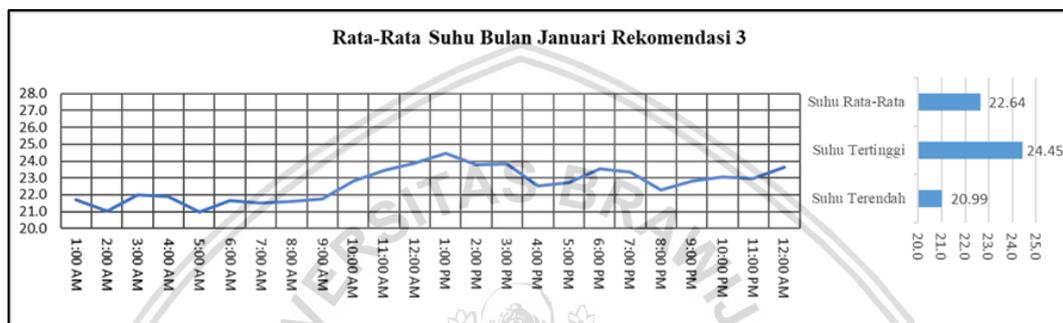
Berdasarkan grafik 4.81 – 4.86, terlihat rekomendasi ketiga memiliki hasil yang paling efektif dan efisien, terlihat dari pengurangan suhu temperatur didalam bangunan yang lebih banyak hingga mencapai 27.20 °C pada kondisi terpanasnya, dan juga perubahan udara yang lebih merata di setiap titik pengukurannya.

Selain kondisi temperaturnya, kondisi penghawaan pada rekomendasi ketiga juga terlihat lebih efisien dan merata, dikarenakan dapat memecahkan permasalahan pada area sholat wanita, area mimbar dan sisi barat mimbar yang menjadi titik paling panas dan paling kurang dalam aliran udara pada saat pengukuran bangunan eksisting.

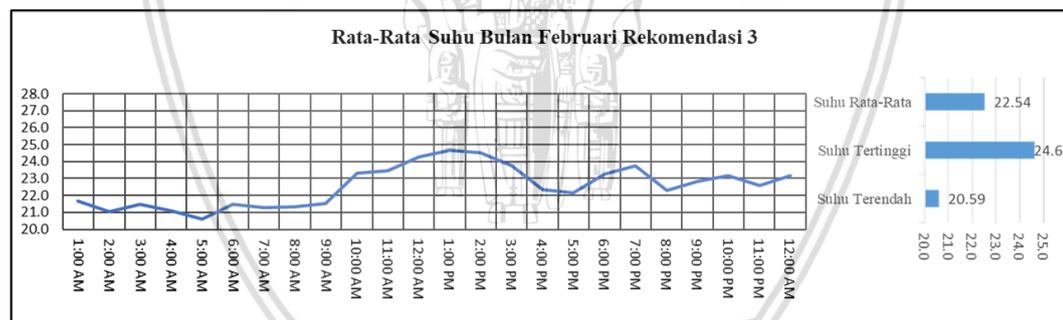
Seperti yang terlihat pada perbandingan suhu diatas, perbandingan antara rekomendasi 1-3 tidak terlalu signifikan dikarenakan tidak banyak mengubah bentukan bukaan karena batasan masalah utama yaitu filosofi, namun ketiga rekomendasi mempunyai kelebihan dan kekurangannya masing – masing, sehingga apabila diteliti lebih dalam, ketiga rekomendasi dapat digabungkan menjadi satu rekomendasi gabungan yang dapat menghasilkan aliran angin yang lebih efisien dan merata.

#### 4.7.5 Rata-Rata Suhu Bulanan Rekomendasi 3

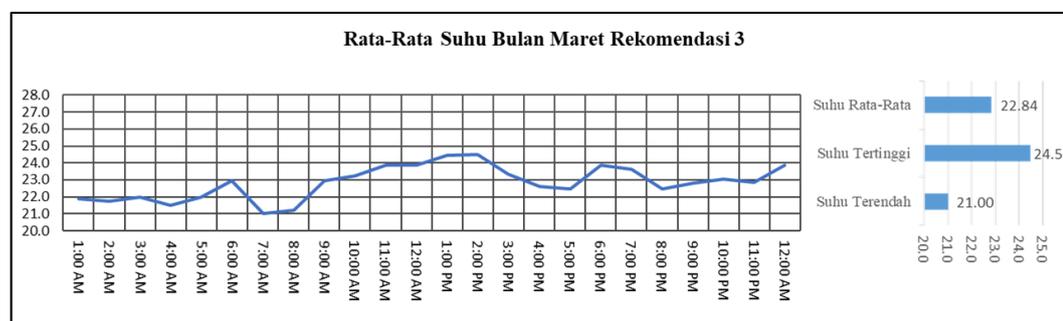
Bagian terakhir adalah melihat hasil suhu rekomendasi pada sepanjang tahun. Berikut adalah hasil dari rata-rata pengukuran suhu yang dihasilkan di setiap titiknya pada rekomendasi ketiga desain alternatif dari selubung Masjid Al-Irsyad Satya. Rata-rata pengukuran suhu bulanan dirangkum dalam bentuk grafik perbulan dengan menyertakan rata-rata suhu bulanan, suhu tertinggi dan suhu terendah. Berikut adalah grafik rata-rata suhu bulan Januari sampai Desember dari rekomendasi 3.



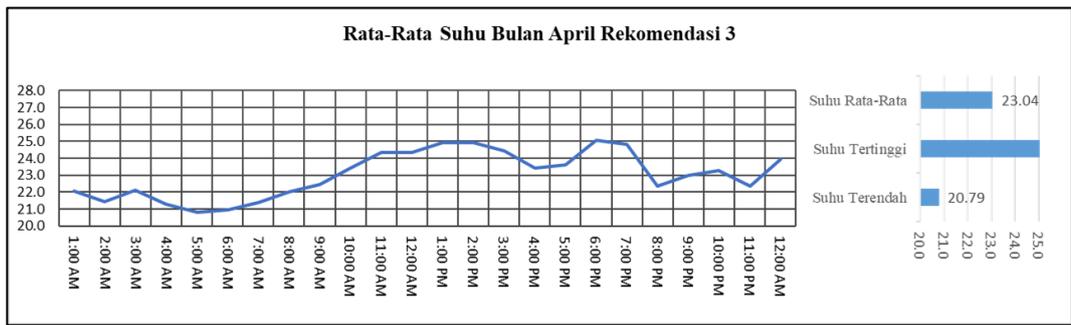
**Gambar 4.93 Rata-Rata Suhu Bulan Januari Rekomendasi 3**  
Sumber: Dokumentasi Pribadi



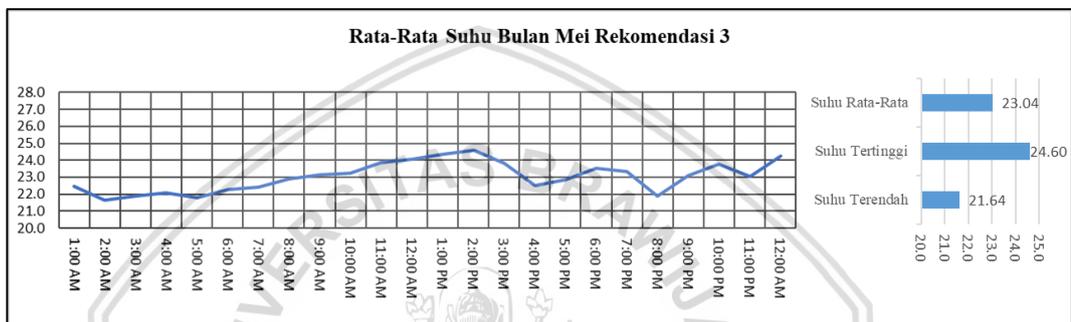
**Gambar 4.94 Rata-Rata Suhu Bulan Februari Rekomendasi 3**  
Sumber: Dokumentasi Pribadi



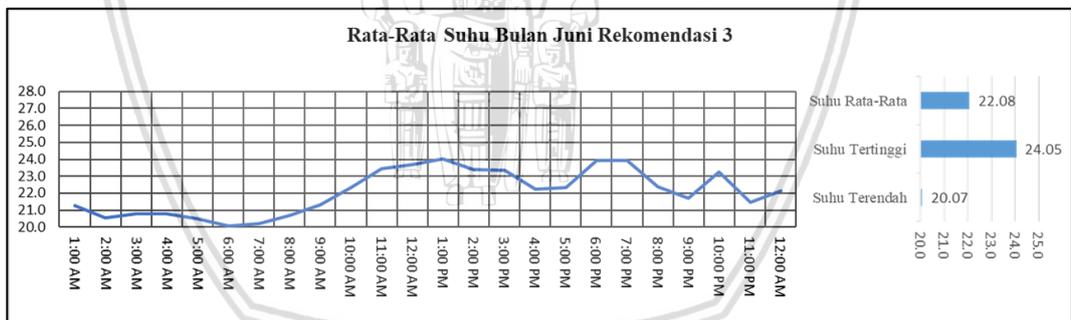
**Gambar 4.95 Rata-Rata Suhu Bulan Maret Rekomendasi 3**  
Sumber: Dokumentasi Pribadi



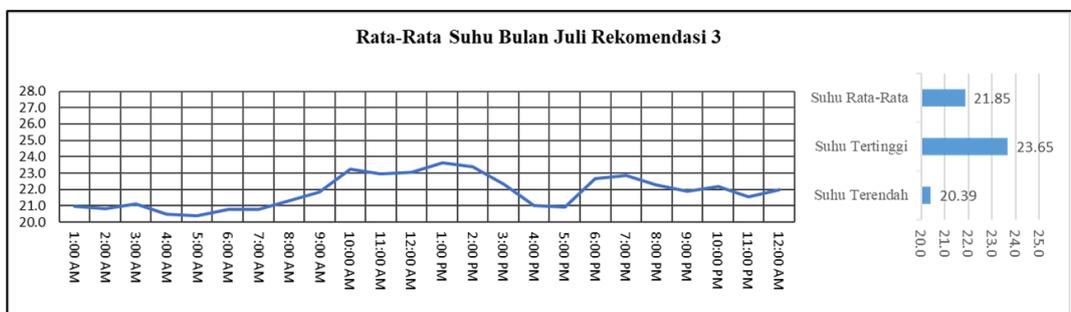
**Gambar 4.96 Rata-Rata Suhu Bulan April Rekomendasi 3**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**



**Gambar 4.97 Rata-Rata Suhu Bulan Mei Rekomendasi 3**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**



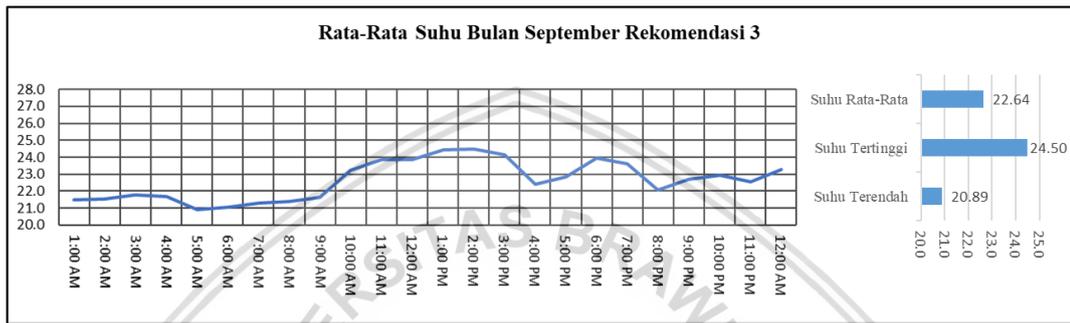
**Gambar 4.98 Rata-Rata Suhu Bulan Juni Rekomendasi 3**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**



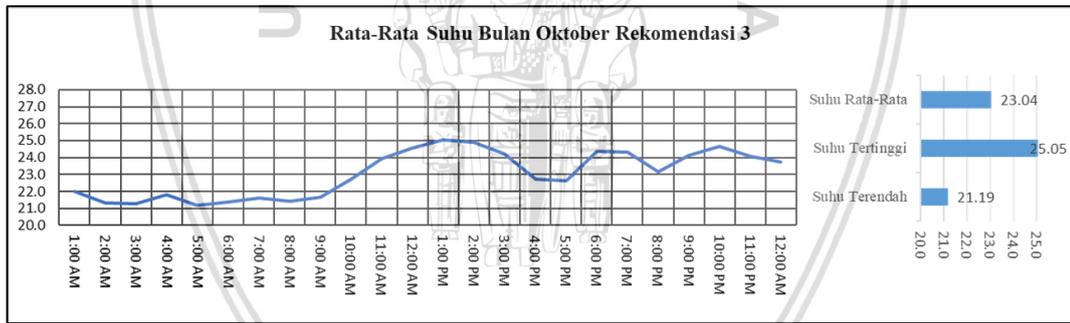
**Gambar 4.99 Rata-Rata Suhu Bulan Juli Rekomendasi 3**  
**Sumber: Dokumentasi Pribadi**



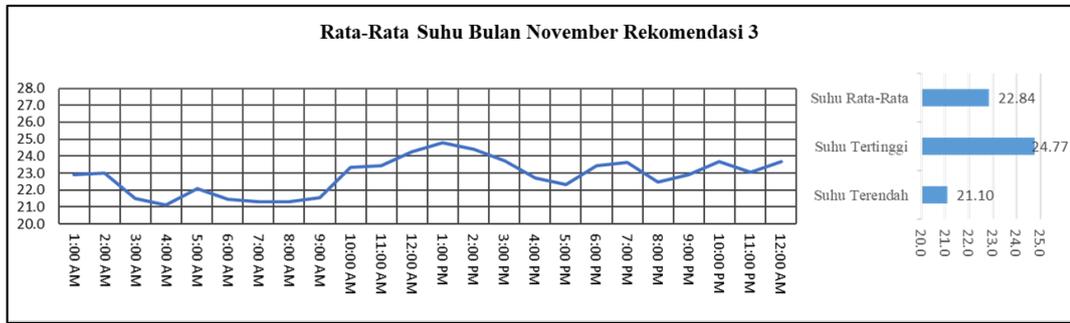
**Gambar 4.100 Rata-Rata Suhu Bulan Agustus Rekomendasi 3**  
 Sumber: Dokumentasi Pribadi



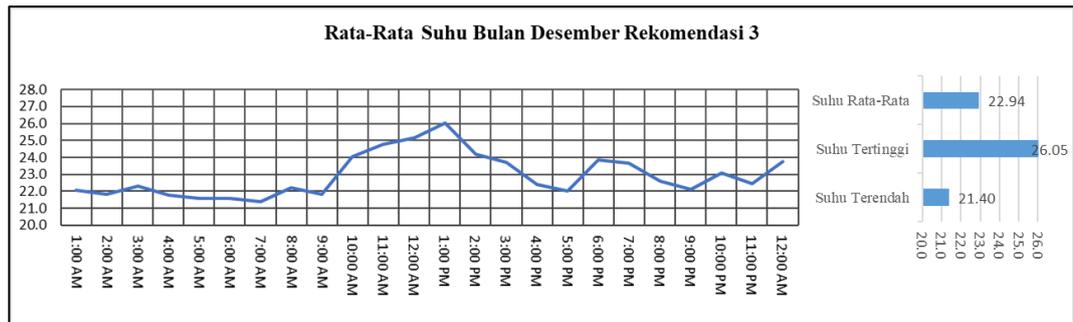
**Gambar 4.101 Rata-Rata Suhu Bulan September Rekomendasi 3**  
 Sumber: Dokumentasi Pribadi



**Gambar 4.102 Rata-Rata Suhu Bulan Oktober Rekomendasi 3**  
 Sumber: Dokumentasi Pribadi



**Gambar 4.103 Rata-Rata Suhu Bulan November Rekomendasi 3**  
 Sumber: Dokumentasi Pribadi



**Gambar 4.104 Rata-Rata Suhu Bulan Desember Rekomendasi 3**  
 Sumber: Dokumentasi Pribadi

Berdasarkan hasil grafik rata-rata suhu bulanan selama satu tahun rekomendasi 3, dapat diambil kesimpulan bahwa penurunan suhu sangat baik namun masih dalam batas nyaman suhu Kabupaten Bandung. Dengan suhu rata-rata 22.63 °C diatas batas nyaman terendah yaitu 22 °C. Rata-rata suhu tertinggi tercatat di 26.05 °C pada bulan Desember yang juga masih dibawah batas nyaman tertinggi yaitu 27.2 °C. Hal ini menandakan bahwa rekomendasi ke 3 sudah baik dalam penurunan suhu setiap bulannya tanpa keluar dari batas nyaman tertinggi dan terendah tiap bulannya.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Masjid Al-Irsyad Satya merupakan Masjid yang terletak di Kota Baru Parahyangan Bandung. Penelitian ini bermula ketika sebelumnya peneliti merasa panas dan kurang nyaman berada di masjid tersebut. Selain itu, dalam desain yang sudah memiliki desain selubung *Cross Ventilation* ini ternyata masih harus memakai *Standing Air Conditioner*. Permasalahan ini kemudian dipastikan dengan survey. Berdasarkan hasil survey dan penelitian yang dilakukan pada bulan September dan November 2017, ditemukan bahwa area sholat yang dimiliki oleh masjid ini berada pada kondisi udara yang kurang nyaman. Yaitu mencapai 31 °C pada siang harinya, berbeda dari kondisi Kabupaten Bandung yang berada pada 25 °C dengan rentang kenyamanan sebesar 5 °C dengan masing-masing ambang batas sebesar 2,5 °C.

Berdasarkan pengukuran dilapangan, menunjukkan bahwa kondisi area mimbar dengan bukaan yang cukup lebar menghadap kearah barat menjadi problematika utama, dikarenakan menghasilkan panas paling banyak ketika siang menjelang sore hari, hal ini juga diperkuat melalui simulasi digital dengan piranti lunak *Ecotect Analysis 2011*. Didapatkan titik area mimbar mencapai 32 °C pada beberapa waktu, serta bukaan sekunder berupa selubung batu kerawang menurut pengukuran simulasi dirasa kurang efisien dalam menghantarkan angin.

Dari hasil simulasi yang dilakukan dengan piranti lunak *Ecotect Analysis 2011 & WinAir 4*, maka disimpulkan bahwa penurunan suhu pada bangunan ini diperlukan karena berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai kenyamanan termal termasuk dalam kategori panas tidak nyaman (TE) = > 27.2°C.

Berdasarkan 3 alternatif desain konfigurasi selubung batu kerawang, desain yang paling efektif yang dapat diterapkan pada bangunan ini adalah desain ke tiga yaitu desain dengan konfigurasi kemiringan ke segala arah. Desain ini dapat menurunkan kondisi ruangan mencapai 5.73 °C dengan rata-rata penurunan sebanyak 4.45 °C dari suhu luar bangunan. Hal ini dikarenakan ukuran ruangan yang sangat besar yaitu 908m<sup>2</sup>. Selain penurunan suhu, terjadi peningkatan arus

angin yang terdapat pada area shalat. Sehingga alternatif ke tiga ini dirasa cocok dan efektif terhadap bangunan keseluruhan, dan lebih pentingnya adalah tidak mengubah bentukan masjid secara keseluruhan sehingga tetap memiliki nilai filosofi yang sama.

## 5.2 Saran

### A. *Penelitian Lanjutan*

Setelah adanya penelitian ini, diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian berikutnya dalam penerapan selubung dengan material batu kerawang sebagai *Cross Ventilation*. Penelitian ini mengacu kepada penurunan termal hingga mencapai kategori yang lebih baik pada Standar Nasional Indonesia maupun referensi standar kenyamanan lainnya. Dikarenakan batasan filosofi, konfigurasi-konfigurasi bentukan yang lebih bervariasi dapat diaplikasikan sehingga dengan referensi penelitian ini, objek lain dapat dikerjakan dengan metode serupa.

Selain itu, penelitian ini juga tidak luput dari kekurangan sehingga masih dapat dikembangkan lebih jauh dan memiliki potensi yang banyak dalam pengembangannya seperti mempertimbangkan kaitan suhu luar kedalam, radiasi matahari dan sebagainya.

### B. *Pihak akademisi*

Berikut adalah saran yang dapat dijadikan pertimbangan dalam hal penelitian serupa

- Simulasi CFD dapat dilakukan oleh banyak aplikasi, tidak melulu direferensikan dengan *Ecotect Analysis 2011* apabila berkaitan dengan suhu dan juga angin. Terdapat banyak alternatif yang terbilang lebih baru, seperti ANSYS, MESHKIT, WinAir 4, dan beberapa simulasi lainnya, pilihlah aplikasi yang sesuai dengan objek penelitian yang dipakai.
- Simulasi dengan geometri yang rumit sangat memakan waktu apabila hanya menggunakan *Ecotect Analysis 2011*. Sehingga menggunakan aplikasi lain sangat disarankan, namun apabila objek penelitian hanya berupa bangunan sederhana, maka penelitian bebas menggunakan aplikasi apa saja.

- Simulasi angin dapat dilakukan dengan berbagai metode, namun menggunakan geometri skala satu ruang tidak akan menghasilkan simulasi yang akurat. Dikarenakan orientasi angin yang kecil, gunakan ruang geometri yang lebih besar agar dapat mensimulasikan angin secara efektif dan akurat.

### C. *Pihak Pemerintah dan pengembang*

Berikut ini adalah sarang yang dapat peneliti berikan sebagai masukan dan pertimbangan kepada pihak pemerintah dan pengembang.

- Dalam perancangan sebuah bangunan, sudah cukup baik apabila mempertimbangkan *Cross Ventilation*, namun lebih baiknya bila setiap perancangan disertakan dengan simulasi temperatur dan juga simulasi angin serta mempertimbangkan bukaan terhadap orientasi bangunan, dikarenakan besaran bukaan terhadap orientasi bangunan berpengaruh cukup signifikan berdasarkan hasil simulasi penelitian.

Dengan berkurangnya penghawaan buatan dapat menjadikan bangunan lebih hemat energi, sehingga dapat menjadi solusi yang baik dari isu masalah peningkatan penggunaan energi pada bangunan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. (2013). *Ruang Terbuka Hijau Kota Bandung, Ada apa dengan RTH Bandung?* Retrieved from <https://sites.google.com/site/tamanbandung/fun-facts/ada-apa-dengan-rth-bandung>.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). (2017). *Kondisi Cuaca Wilayah Kab. Bandung: BMKG Stasiun Geofisika Kelas I Bandung*.
- Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup. (2012). *Laporan Final Ruang Terbuka Hijau Kota Bandung*. Bandung: BPLH.
- Bahri, S. (2014, June 25). *Makalah Eksperimen Semu atau Kuasi Eksperimen*. Retrieved from Lombok's Blog: <https://atibilombok.blogspot.co.id/2014/06/makalah-eksperimen-semu-atau-quasi.html>
- Bilawa C., B. (2012). *Bangunan Arsitektur Yang Ramah Lingkungan Menurut Konsep Arsitektur Tropis (Thesis)*. Surabaya: Universitas Pembangunan Negara.
- Bisotherm. (2015, January). *Der BISOCKET®*. Retrieved from Bisotherm: <https://www.bisotherm.de/Steinprogramm/bisorocket-der-geschossbau-stein.html>
- CANNABRIC. (2008). *Technical Data Sheet Caanabric*. Granada.
- Climate Data. (2017). *Data Iklim Jatinangor*. Retrieved from Climate Organization: <https://id.climate-data.org/region/2408/?page=80>
- Diskamtam. (2015, September). *Persentase Ruang Terbuka Hijau & Hutan Kota Bandung*. Retrieved from Dinas Pemakaman dan Pertamanan: <http://diskamtam.bandung.go.id/ruang-terbuka-hijau>
- Essays, U. (2013, November). *Precast Concrete Advantages and Disadvantages*. Retrieved from UKESSAYS: <https://www.ukessays.com/essays/construction/precast-concrete-construction.php?vref=1>
- Lippsmeier, G. (2014). *Tropenbeu Buildings in The Tropics*. Jakarta: Erlangga.
- Milica, A., Zeljko, L., & Zagorka, R. (2010). Clay Brick Walls Thermal Properties. 15-18.

- Okferianto, H. (2012, June). *Makalah Metodologi Penelitian “Quasi Eksperiment Design”*. Retrieved from Metode Eksperimen: <https://haeryn.wordpress.com/2012/05/30/makalah-metodelogo-penelitian-quasi-eksperiment-design/>
- Prasetyo, B. (2003). *Peranan Dinding dan Bukaannya Dinding Masjid Agung Demak terhadap Kondisi Thermal Ruang Shalat Utama, Tesis S-2 Magister Teknik Undip*. Semarang.
- Rahim, R. (2012). *Fisika Bangunan untuk Area Tropis*. Bogor: IPB Press.
- Rongsheng. (2017, July). *Silica Insulation Bricks*. Retrieved from RS Refractory Brick: <https://rsrefractoryfirebrick.com/silica-insulation-bricks/>
- Szokolay S.V, e. a. (Manual of Tropical Housing and Building). 1973. Bombay: Orient Langman.
- Szokolay, S. (1980). *Environmental Science Hand Book*. New York, United States of America: Halsted press.
- Trendführer im Segment der Leichtbetonmauerwerkssteine*. (2013, December 12). Retrieved from Baustoff Partner: <http://baustoff-partner.eu/trendfuehrer-im-segment-der-leichtbetonmauerwerkssteine/>
- Viktorovna, G. A. (2016, September). *Prompostavka*. Retrieved from Foam Diatomite Brick: <http://www.prompostavka.com/EN/skamol/kirpich-penodiatomitovyyi-teploizolyatsionnyiy/>
- Xing, Y., Brewer, M., El-Gharabawy, H., Gareth, G., & Jones, P. (2017). Growing and Testing Mycelium Bricks as Building Insulation Materials. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 121 (2018) 022032.

