

**KINERJA ROSTER SEBAGAI VENTILASI ALAMI PADA MASJID AL
- IKHLAS DI SIDOARJO**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR
LABORATORIUM SAINS DAN TEKNOLOGI BANGUNAN**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Arsitektur



ARVIN PUTRA PRATAMA

NIM. 165060501111024

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2020



LEMBAR PENGESAHAN

KINERJA ROSTER SEBAGAI VENTILASI ALAMI PADA MASJID AL – IKHLAS DI SIDOARJO

SKRIPSI

PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR LABORATORIUM SAINS DAN TEKNOLOGI BANGUNAN

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Arsitektur



ARVIN PUTRA PRATAMA
NIM. 165060501111024

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 12 Agustus 2020

Mengetahui,

Revisi Program Studi Sarjana Arsitektur



Dr. Heru Sufianto, M.Arch.St., Ph.D.
NIP. 19650218 199002 1 001

Dosen Pembimbing



Wasiska Iyati, ST., MT.
NIP. 19870504 201903 2 014

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 26 Agustus 2020

Mahasiswa,



Arvin Putra Pratama

NIM. 165060501111024

TURNITIN



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA**



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : ~~935~~ /UN10.F07.15/PP/2020

Sertifikat ini diberikan kepada :

ARVIN PUTRA PRATAMA

Dengan Judul Skripsi :

**KINERJA ROSTER SEBAGAI VENTILASI ALAMI PADA MASJID AL – IKHLAS DI
SIDOARJO**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal **19 Agustus 2020**

Ketua Program Studi S1 Arsitektur

Ir. Heru Sufianto, M.Arch, St., Ph.D
NIP. 19650218 199002 1 001

Ketua Jurusan Arsitektur



Dr. Eng. H. Herry Santosa, ST., MT
NIP. 19730625 200003 1 004



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN ARSITEKTUR

Jl. Mayjend Haryono No. 167 MALANG 65145 Indonesia
Telp. : +62-341-567486 ; Fax : +62-341-567486
<http://arsitektur.ub.ac.id> E-mail : arsstub@ub.ac.id

**LEMBAR HASIL
DETEKSI PLAGIASI SKRIPSI**

Nama : Arvin Putra Pratama
NIM : 165060501111024
Judul Skripsi : Kinerja Roster Sebagai Ventilasi Alami pada Masjid Al –
Ikhlas di Sidoarjo
Dosen Pembimbing : Wasiska Iyati, ST., MT.
Periode Skripsi : Semester Genap 2019/2020
Alamat Email : arvinputra98@gmail.com

Tanggal	Deteksi Plagiasi ke-	Plagiasi yang terdeteksi (%)	Ttd Petugas Plagiasi
19 Agustus 2020	1	5%	
	2		
	Dst		

Malang, ...21 Agustus 2020...

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Wasiska Iyati, ST., MT.
NIP. 19870504 201903 2 014

Kepala Laboratorium
Dokumentasi dan Tugas Akhir

Wasiska Iyati, ST., MT.
NIP. 19870504 201903 2 014

Keterangan:

1. Batas maksimal plagiasi yang terdeteksi adalah sebesar 20%
2. Hasil lembar deteksi plagiasi skripsi dilampirkan bagian belakang setelah surat Pernyataan Orisinalitas dan Sertifikat Bebas Plagiasi

RINGKASAN

Arvin Putra Pratama, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Agustus 2020, *Kinerja Roster Sebagai Ventilasi Alami pada Masjid Al – Ikhlas di Sidoarjo*,

Dosen Pembimbing : Wasiska Iyati, ST.,MT.

Roster adalah blok ventilasi yang sering digunakan pada bangunan dengan fungsi sebagai media penghawaan alami. Umumnya roster digunakan sebagai ventilasi yang di letakkan di atas pintu maupun jendela. Fungsi utama dari roster menjadi akses udara masuk dan keluar dari sebuah ruang. Dengan perkembangan dunia arsitektur yang semakin pesat, kini arsitek mulai untuk memanfaatkan roster sebagai elemen dekoratif yang tampil dominan. Jenis dan motif roster semakin beragam dan memiliki warna yang beraneka rupa. Penggunaan roster identik dengan ventilasi alami dan pendinginan pasif, dimana upaya ini merupakan cara untuk mengurangi panas di dalam ruang dengan strategi alami. Banyak strategi pendinginan pasif yang dapat diterapkan pada bangunan, salah satunya ventilasi alami yang dapat memungkinkan pertukaran udara dari dalam ke luar atau sebaliknya.

Penerapan roster pada bangunan selain menjadi aksesoris dekorasi juga dapat memaksimalkan pendinginan pasif di dalam ruang. Strategi ini salah satunya diterapkan oleh arsitek Andy Rahman, beliau mendesain masjid yang dindingnya terbuat dari susunan roster. Dinding roster difungsikan sebagai ventilasi silang pada ruang untuk meningkatkan kenyamanan. Kenyamanan dari jamaah saat berada di dalam masjid merupakan aspek yang paling penting.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental untuk mengetahui desain roster yang tepat sebagai ventilasi alami. Analisis dibagi menjadi dua, yaitu analisis hasil pengukuran kondisi eksisting dan analisis hasil simulasi digital. Dalam merumuskan rekayasa desain roster, program CFD yang digunakan adalah *ANSYS Fluent* sebagai cara untuk mengetahui aliran udara yang dihasilkan pada ruang. Hasil analisis kondisi eksisting Masjid Al – Ikhlas menunjukkan kinerja roster sebagai ventilasi alami masih belum optimal, yang membuat kenyamanan termal di masjid belum tercapai. Berdasarkan hasil rekayasa desain roster, diketahui bahwa arah dominan angin terdapat bangunan berpengaruh terhadap desain bukaan. Roster yang memiliki sudut bukaan dapat memaksimalkan kecepatan aliran angin yang masuk ke dalam ruang dengan persebaran udara yang lebih merata.

Kata kunci : pendinginan pasif, kinerja roster, rekayasa desain, CFD.

SUMMARY

Arvin Putra Pratama, Department of Architecture, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, August 2020, *Roster Performance as a Natural Ventilation at Al - Ikhlas Mosque in Sidoarjo*, Academic Supervisor : Wasiska Iyati, ST.,MT.

Roster is a vent block that is often used in buildings that function as a natural ventilation media. Generally, the roster is used as a vent that is placed above the door or window. The main function of the roster is access to air in and out of a room. With the rapid development of the architectural world, architects are now beginning to utilize roster as a decorative element that appears dominant. The types and motifs of roster are increasingly diverse and have various colors. The use of roster is identical to natural ventilation and passive cooling, where this effort is a way to reduce heat in the room with a natural strategy. Many passive cooling strategies can be applied to buildings, one of which is natural ventilation that can allow the exchange of air from inside to outside or vice versa.

The application of the roster to the building in addition to being a decorative accent can also maximize passive cooling in the room. This strategy was one of them applied by architect Andy Rahman, he designed a mosque whose walls were made of roster arrangement. The roster walls function as cross ventilation in the room to increase comfort. The comfort of the worshipers while inside the mosque is the most important aspect.

The comfort of users while inside the mosque is the most important aspect. The method used in this study is an experimental method to find out the design appropriate roster as natural ventilation. The analysis is divided into two, the analysis of existing conditions measurement and analysis of digital simulation. In formulating the roster design alternative, CFD software that used is ANSYS Fluent as a way to find out the airflow. The results of the analysis of the existing conditions of the Al-Ikhlas Mosque show that the performance of the roster as natural ventilation is still not optimal, which makes thermal comfort in the mosque not achieved. Based on the result of roster design engineering, it is known that the dominant wind direction of the building has an effect on the opening design. Roster which has an opening angle can maximize the speed of wind flow into space with a more even distribution of air.

Keywords : passive cooling, roster performance, design engineering, CFD.





I dedicate this to my parents who always support me, to my family who always believes in my abilities, and to all my friends who are always there beside me no matter what.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kinerja Roster Sebagai Ventilasi Alami pada Masjid Al-Ikhlash di Sidoarjo”.

Laporan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Sarjana Fakultas Teknik Jurusan Arsitektur Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa penulisan proposal ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik secara moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Herry Santosa , ST., MT. , Ketua Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
2. Bapak Jono Wardoyo, ST., MT., Kepala Laboratorium Sains dan Teknologi Bangunan, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
3. Ibu Wasiska Iyati, ST., MT., Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis dalam proses pembuatan skripsi ini.
4. Orang tua, yang selalu memberikan support dan doa untuk penulis agar dimudahkan dalam membuat skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi masih terdapat berbagai kekurangan. Dengan begitu penulis menerima saran dan kritik yang membangun dari pembaca, agar kedepannya dapat menyempurnakan dan memperbaiki skripsi sehingga akhirnya laporan ini dapat memberikan manfaat.

Malang, 04 Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.1.1 Iklim Tropis Lembap.....	1
1.1.2 Pendinginan Pasif.....	2
1.1.3 Masjid Al-Ikhlas Sidoarjo.....	3
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
1.7 Sitematika Penulisan.....	5
1.8 Kerangka Berfikir.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Masjid.....	8
2.1.1 Pengertian.....	8
2.1.2 Komponen Masjid.....	9
2.2 Karakteristik Iklim Tropis.....	10
2.2.1 Iklim Tropis Lembab di Indonesia.....	10
2.2.2 Pengaruh Iklim Tropis Lembab Terhadap Manusia dan Lingkungan.....	12
2.3 Strategi Pendinginan Pasif.....	13
2.3.1 Prinsip Dasar Aliran Udara.....	14
2.3.2 Ventilasi dan Bukaannya.....	18
2.3.3 Standar Kenyamanan Ruang.....	21
2.4 Roster.....	23
2.4.1 Definisi.....	23
2.4.2 Aplikasi Roster.....	24
2.5.3 Jenis Roster.....	26
2.6 Penelitian Terdahulu.....	28
2.7 Kerangka Teori.....	30
BAB III METODE PENELITIAN.....	31
3.1 Metode Umum.....	31
3.2 Jenis Data.....	32

3.2.1	Data Primer	32
3.2.2	Data Sekunder	32
3.3	Variabel Penelitian	32
3.4	Tahapan Penelitian	33
3.5	Metode Pengumpulan Data	34
3.6	Metode Analisis Data	34
3.7	Lokasi dan Waktu Penelitian	36
3.8	Instrumen Penelitian	37
3.9	Kerangka Metode Penelitian	38
BAB IV HASIL DAN ANALISIS		39
4.1	Deskripsi Objek Penelitian	39
4.2	Analisis Desain Ventilasi Alami Eksisting	41
4.2.1	Posisi Ventilasi Terhadap Bangunan	41
4.2.2	Luas Ventilasi Terhadap Luas Lantai	43
4.2.3	Persebaran Pergerakan Angin Eksisting	48
4.2.4	Kelebihan & Kekurangan Ventilasi Roster	50
4.2.5	Analisis <i>Shading Device</i> pada Bangunan	51
4.3	Analisis Kinerja Roster Sebagai Ventilasi Alami	52
4.3.1	Analisis Suhu Udara Eksisting	52
4.3.2	Analisis Kelembapan Eksisting	57
4.3.3	Analisis Kecepatan Angin	62
4.3.4	Analisis Kenyamanan Ruang Berdasarkan Hubungan Kecepatan Angin, Temperatur, dan Kelembapan Udara	68
4.4	Analisis Permodelan Kinerja Ventilasi Alami Roster	69
4.4.1	Analisis Aliran Angin di Tapak	70
4.4.2	Analisis Aliran Angin Dalam Ruang	72
4.5	Analisis Modifikasi / Rekayasa Roster	83
4.5.1	Jenis Roster Eksisting	83
4.5.2	Kriteria Desain Roster	83
4.5.3	Alternatif Desain Roster	84
4.6	Analisis Hasil Simulasi Modifikasi Roster	90
4.6.1	Hasil Simulasi Modifikasi Roster	90
4.6.2	Hasil Simulasi Roster Eksisting	99
4.6.3	Kesimpulan Hasil Simulasi Alternatif Desain Roster	106
4.7	Kondisi Suhu dan Kelembapan Udara Berdasarkan Hasil Simulasi Kecepatan Angin	112
BAB V PENUTUP		113
5.1	Kesimpulan	113
5.2	Saran	115
DAFTAR PUSTAKA		116
LAMPIRAN		118

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Kenyamanan Termal (Sumber : Badan Standarisasi Nasional Tahun 2001)	22
Tabel 2.2 Kecepatan Udara (Sumber : Badan Standarisasi Nasional Tahun 2001).....	22
Tabel 2.3 Studi Penelitian Terdahulu.....	28
Tabel 4.1 Pengukuran 1 Temperatur Udara Waktu Duhur.....	52
Tabel 4.2 Pengukuran 1 Temperatur Udara Waktu Ashar.....	53
Tabel 4.3 Pengukuran 2 Temperatur Udara Waktu Duhur.....	54
Tabel 4.4 Pengukuran 2 Temperatur Udara Waktu Ashar.....	55
Tabel 4.5 Pengukuran 1 Kelembapan Waktu Duhur.....	57
Tabel 4.6 Pengukuran 1 Kelembapan Waktu Ashar.....	58
Tabel 4.7 Pengukuran 2 Kelembapan Waktu Duhur.....	59
Tabel 4.8 Pengukuran 2 Kelembapan Waktu Ashar.....	60
Tabel 4.9 Pengukuran 1 Kecepatan Angin Waktu Duhur.....	62
Tabel 4.10 Pengukuran 1 Kecepatan Angin Waktu Ashar.....	63
Tabel 4.11 Pengukuran 2 Kecepatan Angin Waktu Duhur.....	64
Tabel 4.12 Pengukuran 2 Kecepatan Angin Waktu Ashar.....	65
Tabel 4.13 Hubungan Kecepatan Angin, Temperatur, dan Kelembapan Udara.....	68
Tabel 4.14 Jenis Roster Eksisting Bangunan.....	83
Tabel 4.15 Kesimpulan Hasil Simulasi Alternatif Desain.....	106
Tabel 4.16 Perbandingan Hasil Simulasi Roster Eksisting dan Alternatif Desain.....	108
Tabel 4.17 Kondisi Suhu dan Kelembapan Udara Berdasarkan Hasil Simulasi Kecepatan Angin.....	112



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Kerangka Berfikir 7

Gambar 2.1 Prinsip Reason for the flow of air 14

Gambar 2.2 Tipe Aliran Udara 15

Gambar 2.3 High and low pressure areas 15

Gambar 2.4 Tipe tekanan pada area atap 16

Gambar 2.5 Penyempitan di tabung venture; Tabung venture pada atap 16

Gambar 2.6 Stack effect pada bangunan 17

Gambar 2.7 Wind Rose 17

Gambar 2.8 Tipe - tipe Wind Rose 18

Gambar 2.9 Tipe-tipe ventilasi silang 19

Gambar 2.10 Tipe-tipe bukaan berdasarkan sudut pengarah 20

Gambar 2.11 Arah angin berdasarkan tipe bukaan 21

Gambar 2.12 Pergerakan aliran angin berdasarkan luas bukaan 21

Gambar 2.13 Kebutuhan peningkatan kecepatan udara untuk mengurangi kenaikan temperature udara 22

Gambar 2.14 Grafik Bioklimatik 23

Gambar 2.15 Penerapan Roster pada Dinding Eksterior 24

Gambar 2.16 Penerapan Roster sebagai ventilasi pintu & jendela 25

Gambar 2.17 Penerapan roster sebagai dinding semimasif 26

Gambar 2.18 Roster dengan bahan dasar tanah liat 26

Gambar 2.19 Roster dengan bahan dasar keramik 27

Gambar 2.20 Roster dengan bahan dasar semen 27

Gambar 2.21 Diagram Kerangka Teori 30

Gambar 3.1 Titik ukur pada ruang yang diteliti 35

Gambar 3.2 Model Simulasi Ruangan 36

Gambar 3.3 Objek Penelitian 37

Gambar 3.4 Kerangka Metode Penelitian 38

Gambar 4.1 Masjid Al - Ikhlas 39

Gambar 4.2 Denah Masjid Al - Ikhlas 40

Gambar 4.3 Interior Masjid Al - Ikhlas 40

Gambar 4.4 Denah Lantai 1 Masjid 41

Gambar 4.5 Denah Lantai 2 Masjid 42

Gambar 4.6 Tampak Depan & Samping Kiri Masjid 43

Gambar 4.7 Tampak Belakang & Samping Kanan Masjid 44

Gambar 4.8 Roster Tipe 1 45

Gambar 4.9 Panduan Penyusunan Roster Tipe 1 45

Gambar 4.10 Roster Tipe 2 46

Gambar 4.11 Roster Tipe 3 46

Gambar 4.12 Peletakkan Roster pada Lantai 1 47

Gambar 4.13 Peletakkan Roster pada Lantai 2 48

Gambar 4.14 Visualisasi Pergerakan Angin 49

Gambar 4.15 Wind Rose Kab. Sidoarjo 49

Gambar 4.16 Lantai Kantilever pada Masjid 51

Gambar 4.17 Denah Titik Pengukuran 1 52

Gambar 4.18 Denah Titik Pengukuran 1 53

Gambar 4.19 Denah Titik Pengukuran 2 54

Gambar 4.20 Denah Titik Pengukuran 2 55

Gambar 4.21 Diagram Pengukuran 1 Temperatur Udara 56



Gambar 4.22 Diagram Pengukuran 2 Temperatur Udara	56
Gambar 4.23 Denah Titik Pengukuran 1	57
Gambar 4.24 Denah Titik Pengukuran 1	58
Gambar 4.25 Denah Titik Pengukuran 2	59
Gambar 4.26 Denah Titik Pengukuran 2	60
Gambar 4.27 Diagram Pengukuran 1 & 2 Kelembapan Udara	61
Gambar 4.28 Denah Titik Pengukuran 1	62
Gambar 4.29 Denah Titik Pengukuran 1	63
Gambar 4.30 Denah Titik Pengukuran 2	64
Gambar 4.31 Denah Titik Pengukuran 2	65
Gambar 4.32 Diagram Pengukuran 1 Kecepatan Angin	66
Gambar 4.33 Diagram Pengukuran 2 Kecepatan Angin	67
Gambar 4.34 Simulasi Aliran Angin dari Arah Barat	70
Gambar 4.35 Simulasi Aliran Angin dari Arah Utara	71
Gambar 4.36 Denah Titik Simulasi Roster	72
Gambar 4.37 Hasil Simulasi Aliran Angin Roster di Titik A	73
Gambar 4.38 Hasil Simulasi Temperatur Udara di Roster di Titik A	74
Gambar 4.39 Hasil Simulasi Aliran Udara Roster di Titik B	75
Gambar 4.40 Hasil Simulasi Temperatur Udara Roster di Titik B	76
Gambar 4.41 Hasil Simulasi Kecepatan Angin Roster di Titik C	77
Gambar 4.42 Hasil Simulasi Temperatur Udara Roster di Titik C	78
Gambar 4.43 Hasil Simulasi Kecepatan Angin Roster di Titik D	79
Gambar 4.44 Hasil Simulasi Temperatur Udara Roster di Titik D	80
Gambar 4.45 Hasil Simulasi Kecepatan Angin Roster di Titik E	81
Gambar 4.46 Hasil Simulasi Temperatur Udara Roster di Titik E	82
Gambar 4.47 Penempatan Roster pada Inlet & Outlet	85
Gambar 4.48 Alternatif Desain 1 Roster	86
Gambar 4.49 Alternatif Desain 2 Roster	86
Gambar 4.50 Alternatif Desain 3 Roster	87
Gambar 4.51 Alternatif Desain 4 Roster	88
Gambar 4.52 Alternatif Desain 5 Roster	88
Gambar 4.53 Alternatif Desain 6 Roster	89
Gambar 4.54 Hasil Simulasi Alternatif Desain 1A Roster	91
Gambar 4.55 Hasil Simulasi Alternatif Desain 2A Roster	92
Gambar 4.56 Hasil Simulasi Alternatif Desain 3A Roster	94
Gambar 4.57 Hasil Simulasi Alternatif Desain 4B Roster	95
Gambar 4.58 Hasil Simulasi Alternatif Desain 5B Roster	97
Gambar 4.59 Hasil Simulasi Alternatif Desain 6B Roster	98
Gambar 4.60 Hasil Simulasi Roster Eksisting Tipe 1A	100
Gambar 4.61 Hasil Simulasi Roster Eksisting Tipe 2A	101
Gambar 4.62 Hasil Simulasi Roster Eksisting Tipe 3A	102
Gambar 4.63 Hasil Simulasi Roster Eksisting Tipe 1B	103
Gambar 4.64 Hasil Simulasi Roster Eksisting Tipe 2B	104
Gambar 4.65 Hasil Simulasi Roster Eksisting Tipe 3B	105
Gambar 4.66 Grafik Kecepatan Angin Berdasarkan Hasil Simulasi	110
Gambar 4.67 Penerapan Alternatif Roster pada Masjid	111

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Denah Masjid Al - Ikhlas	118
Lampiran 2 Ruang Ibadah Lantai 1	121
Lampiran 3 Toilet dan Ruang Wudlu	121
Lampiran 4 Ruang Ibadah Lantai 2	122
Lampiran 5 Ruang Ibadah Lantai 2	122
Lampiran 6 Detail Roster Lantai 2	123
Lampiran 7 Detail Roster Lantai 1	123



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.1.1 Iklim Tropis Lembap

Indonesia berada di garis khatulistiwa, di antara garis *isotherm* bumi bagian utara dan selatan. Kondisi ini mengakibatkan negara yang berada di wilayah tersebut memiliki iklim tropis. Daerah tropis dapat dibedakan menjadi dua kelompok utama, yaitu tropis kering dan tropis lembap. Secara keseluruhan wilayah Indonesia memiliki iklim tropis lembap. Karakteristik daerah tropis lembap adalah temperatur udara yang tinggi di atas 18°C dan mencapai 38°C di musim kemarau. Kelembapan tekanan uap tinggi antara 25-20 mm dan kelembapan relatif 55%-100%. Kelembapan yang tinggi dipengaruhi curah hujan tahunan yang mencapai 2000mm. Radiasi matahari langsung dengan intensitas rendah – tinggi, yang mengakibatkan kecepatan angin rendah.

Sidoarjo merupakan salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Jawa Timur yang memiliki iklim tipikal seperti halnya pada wilayah lain di Indonesia. Sidoarjo termasuk dalam kategori dataran rendah yang berupa dataran delta dan memiliki tinggi 0-25 m. Karena berbatasan langsung dengan Laut Jawa, kondisi iklim di Sidoarjo cenderung memiliki suhu yang panas. Di Kabupaten Sidoarjo, suhu rata-ratanya berkisar antara 27°C – 31°C dengan kelembapan berada diangka 64-82 %. Angka ini berada di atas suhu nyaman optimal menurut *SNI-14-1993-03* yaitu 22.8 °C – 25.8°C.

Terkait kondisi tersebut, kenyamanan termal dari pengguna ruang di dalam bangunan perlu dipertimbangkan agar aktivitas di dalamnya tidak terganggu. Kenyamanan termal merupakan kondisi individu secara psikologis, fisiologis, dan pola perilaku merasa nyaman untuk melakukan aktivitas dengan suhu tertentu pada sebuah lingkungan. Untuk memberikan rasa sejuk, kebanyakan bangunan menerapkan sistem penghawaan buatan agar ruang mencapai suhu nyaman manusia dengan mudah. Penggunaan perangkat seperti *Air Conditioner* maupun kipas angin memang diharapkan dapat mengatasi masalah tersebut, namun dari segi penghematan energi cara ini cukup memakan banyak biaya dalam penggunaannya.

Walaupun kenyamanan termal sudah tercapai dengan usaha tersebut, di Indonesia

masih menjadi tantangan untuk mengusahakan adanya ventilasi alami dengan kondisi iklim tropis yang lembab. Dalam upaya melakukan strategi pendinginan pasif, terdapat beberapa cara yang bisa diterapkan pada bangunan.

1.1.2 Pendinginan Pasif

Pendinginan pasif merupakan usaha dalam menyeimbangkan suhu dan kelembapan dengan energi secara alami. Terdapat beberapa jenis pendinginan pasif, antara lain ventilasi alami, pendinginan cahaya, pendinginan dengan tanah, naungan matahari, vegetasi, insulasi, evaporasi. Ventilasi alami merupakan cara yang paling umum digunakan. Terbagi menjadi ventilasi silang dan apung yang keduanya memiliki prinsip *inlet* dan *outlet*. Ventilasi silang memanfaatkan perbedaan tekanan angin yang tinggi dengan tekanan angin rendah. Perbedaan pada kedua sisi dapat mendorong udara dingin dari luar untuk masuk dan mendorong udara panas di dalam ruang untuk keluar. Berbeda dengan ventilasi silang, ventilasi apung memanfaatkan perbedaan suhu dan elevasi antara *inlet* dan *outlet*. *Outlet* berada di posisi tertinggi pada bangunan dan *inlet* sejajar dengan dinding. Udara yang masuk dari *inlet* akan mendorong udara panas pada ruangan untuk keluar dari *outlet* pada atap bangunan.

Menanggapi hal tersebut, kini sudah banyak arsitek di Indonesia yang mempertimbangkan bagaimana dapat memaksimalkan sistem penghawaan alami dalam upaya mendinginkan suhu ruangan. Konsep yang dirancang merupakan pengaplikasian dari arsitektur ramah lingkungan, yang mana memperhatikan pemilihan material yang tidak merusak lingkungan, efisien dalam penggunaan energi dan sumber daya, berbiaya rendah, dan memperhatikan kesehatan. Bila terjadi kesinambungan dalam sebuah bangunan, akan memberikan kenyamanan khususnya bagi pengguna. Manfaat yang didapatkan dari penerapan konsep ini berupa manfaat lingkungan, manfaat ekonomi, dan manfaat social.

Upaya ini salah satunya coba diterapkan oleh Arsitek Andy Rahman. Dalam merancang karyanya, Andy Rahman mengutamakan konsep ekologi agar tercipta keseimbangan antara lingkungan, manusia, dan bangunan. Pada pembangunan Masjid Al – Ikhlas yang terletak di perumahan Puri Surya Jaya, sang arsitek mencoba memaksimalkan penghawaan alami dengan menggunakan dinding yang terbuat dari susunan roster pada beberapa sisinya. Roster adalah lubang ventilasi yang terdapat pada dinding dengan fungsi sebagai jalur sirkulasi udara. Upaya ini diterapkan pada lantai satu dan dua yang merupakan area ibadah pada masjid. Dinding di sisi utara

dan selatan masjid didesain dengan struktur yang tersusun dari tumpukan roster, dengan kata lain menerapkan dinding berpori.

1.1.3 Masjid Al-Ikhlas Sidoarjo

Secara umum, masjid merupakan tempat beribadah yang digunakan oleh umat Muslim. Selain itu, dapat difungsikan sebagai pusat ilmu pengetahuan, kebudayaan, pengembangan ekonomi, dan pusat informasi. Masjid menjadi tempat pembinaan dan pengembangan sumber daya umat, dimana menjadi sebuah tempat untuk melakukan aktivitas yang bersifat vertikal dan horizontal. Kenyamanan secara fisik maupun psikologis sangat berpengaruh terhadap kekhusyukan beribadah. Sebagai bangunan, masjid memiliki fungsi menaungi pengguna yang ada di dalamnya dari kondisi iklim di luar dan diharapkan dapat memberikan ruang yang nyaman untuk beraktivitas. Pada saat kondisi fisik dan psikologis manusia merasa nyaman terhadap kondisi termal di sekitarnya, secara tidak langsung hal ini dapat meningkatkan kualitas ibadah dari masing – masing individu. Hal ini berlaku sebaliknya, disaat kondisi termal dari sebuah ruang tidak dapat memberi rasa nyaman pada penggunaannya, maka kualitas ibadah individu tersebut akan terganggu dan akan memecah fokus saat dilakukannya kegiatan tersebut.

Pada masjid Al – Ikhlas, roster di fungsikan sebagai *cross ventilation* yang merupakan ruang dimana terjadinya pertukaran udara. Dinding roster ini dimanfaatkan sebagai sumber utama penghawaan alami pada bangunan. Penerapan ini sebenarnya sulit untuk dilakukan pada iklim tropis. Suhu ruang luar yang cukup tinggi dapat mempengaruhi suhu di dalam. Walaupun sudah terdapat bukaan yang cukup besar, dibeberapa sisi ruang masjid masih terlihat penggunaan kipas angin sebagai penghawaan buatan. Kondisi masjid yang penuh terutama saat waktu solat berlangsung dapat mempengaruhi suhu ruang, yang mendukung penggunaan kipas angin untuk memberikan rasa nyaman pada pengguna ruang. Karena disaat manusia melakukan sebuah aktivitas akan menghasilkan kalor, tergantung seberapa berat aktivitasnya.

Kenyamanan termal dapat tercapai bila pengondisian udara dalam bangunan sudah baik. Pada daerah yang memiliki iklim tropis, usaha yang dilakukan adalah dengan mengurangi kalor di dalamnya. Dari orientasi masjid, arah hadap yang diterapkan sudah mengurangi paparan radiasi matahari, dimana sisi terpanjang berada di utara dan selatan sebagai sisi yang memiliki bukaan roster. Arah aliran angin ini akan memudahkan konveksi di dalam ruang agar kalor dapat dilepaskan

dengan mudah. Penerapan sistem penghawaan alami pada Masjid Al – Ikhlas pastinya ditujukan untuk mengurangi penggunaan perangkat seperti AC maupun kipas angin pada ruangan. Dengan penelitian ini, diharapkan dapat mengetahui pengaruh penggunaan roster terhadap kinerja pendinginan alami pada Masjid Al-Ikhlas.

1.2 Identifikasi Masalah

Beberapa masalah yang dapat diidentifikasi terkait penggunaan dinding roster pada Masjid Al – Ikhlas :

1. Desain bangunan yang dirancang untuk mengoptimalkan penghawaan alami pada iklim tropis lembap di Sidoarjo belum tercapai, hal ini dapat mempengaruhi kenyamanan pengguna ruang saat aktivitas ibadah berlangsung.
2. Penggunaan dinding roster sebagai ventilasi alami pada bangunan dengan kondisi iklim tropis lembap di Sidoarjo belum optimal dalam menurunkan temperatur udara ruang.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, dirumuskan permasalahan dari penelitian ini, antara lain :

1. Bagaimana kinerja roster eksisting pada Masjid Al – Ikhlas melalui pengukuran lapangan ?
2. Bagaimana kinerja alternatif modifikasi model roster sebagai *inlet* untuk mempercepat aliran udara ?

1.4 Batasan Masalah

Berikut merupakan batasan masalah pada penelitian terkait pengaruh penggunaan roster pada Masjid Al-Ikhlas :

1. Penelitian dilaksanakan pada ruang sholat Masjid Al – Ikhlas Sidoarjo yang terletak di lantai satu dan dua.
2. Penelitian menggunakan metode deskriptif evaluatif dengan pendekatan kuantitatif eksperimental, yang didukung dengan observasi serta pengukuran lapangan dan simulasi digital.
3. Penelitian dilakukan untuk mengetahui kinerja dinding roster sebagai ventilasi alami pada ruang.
4. Variabel yang dievaluasi pada penelitian dibagi menjadi dua, yaitu pada pengukuran lapangan memiliki variabel : Temperatur udara, kelembapan udara,

dan kecepatan angin ruang dalam dan ruang luar. Variabel pada Analisis Deskriptif – Evaluatif Kondisi Eksisting & Simulasi Eksperimental yaitu variabel bebas : model roster, variabel terikat : kecepatan dan distribusi aliran angin

5. Dengan keterbatasan dari software yang digunakan maka analisis simulasi dilakukan pada *inlet* saja, tidak dilakukan antara *inlet-outlet*.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mendapatkan solusi dan jawaban yang ingin dicapai penulis, antara lain :

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan dinding roster terhadap pendinginan alami pada ruangan di masjid Al – Ikhlas.
2. Untuk mengetahui rekayasa desain yang tetap dalam usaha meningkatkan kinerja roster pada bangunan.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberika manfaat bagi

1. Mengetahui pengaruh dan kinerja penggunaan dinding roster dalam upaya mendinginkan suhu ruangan. Selain itu dapat memberikan alternatif lain dan juga sebagai evaluasi pada desain yang sudah diterapkan pada masjid.
2. Menjadi sumber pengetahuan khususnya mahasiswa arsitektur, dan menjadi refrensi desain bagi praktisi arsitek.
3. Terhadap lingkungan & masyarakat luas dapat menjadi refrensi bangunan yang hemat energi dan juga ramah lingkungan.

1.7 Sitematika Penulisan

Dalam menuliskan laporan skripsi ini, materi pembahasan dibagi menjadi beberapa sub bab dengan uraian sebagai berikut :

1. Bab I Pendahuluan

Menjelaskan latar belakang dari adanya penelitian terhadap objek dan topik terkait untuk mengidentifikasi masalah yang ada pada kondisi eksisting. Dari permasalahan tersebut dapat dikerucutkan menjadi rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dari penelitian, manfaat dengan adanya penelitian ini, serta sistematika dalam menulis laporan penelitian.

2. Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini, penulisan berfokus pada pembahasan mengenai teori – teori dasar yang berkaitan dengan topik penelitian dan membahas penelitian terdahulu dengan pokok bahasan yang sama.

3. Bab III Metode Penelitian

Dalam bab ini membahas metode sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian yang berkaitan dengan subjek penelitian, waktu penelitian, teknik pengambilan data, dan metode analisis data.

4. Bab IV Hasil & Pembahasan

Pada bab ini membahas dan menerangkan hasil dari penelitian yang sudah diolah dalam bentuk data berdasarkan variabel yang ada. Pembahasan akan mengaitkan data yang ada dengan tinjauan pustaka yang sudah dituliskan. Pembahasan juga terkait pada temuan – temuan yang ada dalam proses penelitian

5. Bab V Kesimpulan & Saran

Dalam bab ini akan membahas kesimpulan yang terkait dengan rumusan masalah dan saran yang dapat dilakukan dan dimanfaatkan sebagai hasil dari penelitian.



1.8 Kerangka Berfikir

Berikut kerangka berfikir yang menjadi dasar dalam penelitian ini :

Latar Belakang

1. Masjid Al-Ikhlas merupakan masjid yang terletak di Kabupaten Sidoarjo dengan iklim tropis lembap. Terkait kondisi tersebut, kenyamanan termal dari pengguna ruang di dalam bangunan perlu dipertimbangkan.
2. Dalam menanggapi kondisi iklim tropis lembap, arsitek sebagai perancang dari sebuah bangunan menggunakan pendinginan pasif sebagai usaha dalam menyeimbangkan suhu dan kelembapan secara alami.
3. Pada Masjid Al-Ikhlas pendinginan pasif yang diterapkan berupa dinding roster yang menjadi sirkulasi udara. Namun, penerapan ini masih memiliki tantangan terkait kondisi iklim di Indonesia khususnya Sidoarjo.

Identifikasi Masalah

1. Desain bangunan yang dirancang untuk mengoptimalkan penghawaan alami pada iklim tropis lembap di Sidoarjo belum tercapai, hal ini dapat mempengaruhi kenyamanan pengguna ruang saat aktivitas ibadah berlangsung.
2. Penggunaan dinding roster sebagai ventilasi alami pada bangunan dengan kondisi iklim tropis lembap di Sidoarjo belum optimal dalam menurunkan temperatur udara ruang.

Rumusan Masalah

1. Seberapa besar pengaruh kinerja roster sebagai dinding bangunan terhadap strategi pendinginan alami pada Masjid Al – Ikhlas ?
2. Bagaimana rekayasa desain dinding roster untuk meningkatkan kecepatan aliran udara di dalam bangunan.

Batasan Masalah

1. Penelitian dilaksanakan pada ruang sholat Masjid Al – Ikhlas Sidoarjo yang terletak di lantai satu dan dua.
2. Penelitian menggunakan metode deskriptif evaluatif dengan pendekatan kuantitatif eksperimental, yang didukung dengan observasi serta pengukuran lapangan dan simulasi digital.
3. Penelitian dilakukan untuk mengetahui kinerja dinding roster sebagai ventilasi alami pada ruang.
4. Variabel bebas yang dievaluasi adalah dimensi bukaan roster, peletakan roster, dan material roster. Variabel terikat berupa temperatur udara, kelembapan udara, dan aliran udara di dalam ruang.

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan dinding roster terhadap pendinginan alami pada ruangan di masjid Al – Ikhlas.
2. Untuk mengetahui rekayasa desain yang tetap dalam usaha meningkatkan kinerja roster pada bangunan.

Gambar 1. 1 Diagram Kerangka Berfikir

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Masjid

2.1.1 Pengertian

Secara etimologis, masjid memiliki arti tempat beribadah. Dalam bahasa arab, masjid memiliki kata dasar *sajada* yang bermakna sujud atau tunduk. Sedangkan dalam Al-Quran kata *sajada*-sujud memiliki arti patuh, taat dan tunduk dengan hormat. Masjid pada sebuah inskripsi dari abad ke-5 sebelum masehi dikenal dengan kata *masgid* yang memiliki arti “tiang suci” atau “tempat sembahkan”. Dalam bahasa Inggris *mosque* atau masjid diambil dari bahasa Spanyol “mezquita”. Masjid dapat pula dimaknai sebagai tempat di mana saja yang digunakan oleh umat muslim untuk beribadah (Handryant, 2010).

Dalam sejarah, masjid tidak hanya memiliki fungsi sebagai “tempat bersujud” seperti makna harfiahnya, namun dapat difungsikan untuk kegiatan yang lain. Sejak masa Rasulullah SAW, masjid dapat digunakan sebagai tempat kegiatan pendidikan, yang membangun karakter dari umat muslim sendiri. Kegiatan lain yang dilakukan pada masa itu adalah politik, ekonomi, sosial dan budaya, yang setiap harinya diarahkan oleh Rasulullah SAW. Masjid memiliki peran sentral dan strategis untuk umat muslim, sejarah menunjukkan bahwa perkembangan islam di suatu daerah selalu diawali dengan berdirinya sebuah masjid. Dengan kedudukan serta fungsi yang sangat krusial ini menjadikan masjid sebagai pioner dan progresifitas dakwah umat muslim khususnya di Indonesia (Kurniawan, 2014).

Masyarakat islam mengartikan masjid tidak hanya digunakan sebagai tempat peribadahan seperti shalat berjamaah, dzikir, membaca Al-Quran dan berdoa, namun dapat digunakan juga sebagai media pembinaan secara holistik. Bahkan saat ini keberadaan masjid sangat dibutuhkan untuk kehidupan masyarakat muslim di Indonesia. Sehingga dapat disimpulkan dari beberapa pengertian yang ada bahwa pengertian masjid sendiri sangatlah luas. Masjid memiliki fungsi utama sebagai tempat beribadah dan juga kegiatan lain yang berhubungan dengan kebudayaan Islam. Peruntukannya dikhususkan bagi umat Islam yang ingin melaksanakan kegiatan keagamaannya pada bangunan ini.

2.1.2 Komponen Masjid

Secara umum, komponen yang ada dan digunakan pada masjid adalah (Kurniawan, 2014) :

1. Ruang sholat bersama

Ruang ini biasanya memiliki karakter seperti aula yang memiliki area cukup luas dan terletak di tengah-tengah masjid. Terdapat perbedaan zona berupa *shaff* laki-laki dan perempuan yang disekat pada ruang sholat.

Tidak terdapat meja maupun kursi pada tempat ibadah sehingga jamaah dapat membuat barisan-barisan yang sempurna. Orientasi ruang mengarah ke arah Ka'bah yang merupakan kiblat bagi umat muslim.

2. Mimbar

Mimbar merupakan pelengkap dalam masjid yang berupa tempat duduk untuk berceramah. Bagian ini terpisah dengan ruang sholat bersama karena dikhususkan bagi imam dalam sholat. Terletak di tengah bagian depan masjid yang tujuannya agar lebih mudah untuk dilihat dan didengar oleh umat atau peserta sholat jamaah.

3. Mihrab

Pada bagian dinding tengah masjid terdapat sebuah ceruk atau ruang kecil yang menjorok ke dalam disebut mihrab. Mihrab digunakan untuk tempat imam sholat dan berdampingan dengan mimbar. Posisi mihrab biasanya berada di sebelah kiri mimbar. Salah satu tujuan penggunaan mihrab adalah bentuk efisiensi ruang di dalam masjid.

4. Tempat Wudhu

Fungsi dari tempat wudhu adalah ruang untuk menyucikan diri yang terletak di dekat ruang sholat. Pada masjid tradisional, biasanya posisi tempat wudhu berada terpisah dari bangunan masjid.

5. Minaret

Sejak abad ke VIII, banyak masjid yang memiliki minaret, yaitu sebuah menara yang difungsikan untuk mengumandangkan adzan sebagai pertanda masuknya waktu sholat. Minaret sering ditemui pada masjid-masjid dengan skala besar.

2.2 Karakteristik Iklim Tropis

Bagian belahan bumi yang terletak di antara Garis Balik Utara (23,5°LU) dan Garis Balik Selatan (23,5°LS) memiliki iklim tropis, dimana pada wilayah ini didominasi oleh daratan. Di benua Amerika, iklim tropis berada di tengah Mexico hingga bagian selatan Brazil. Sebagian besar dari benua Afrika, setengah wilayah India, dan seluruh kawasan Asia Tenggara khususnya wilayah Indonesia memiliki iklim tropis (Lechner, 2015). Tingkat radiasi matahari yang tinggi pada zona ini mengakibatkan tingginya penguapan air di wilayah yang memiliki permukaan air yang luas. Reaksi tersebut membuat peningkatan kadar air di udara dan naiknya kelembapan udara, selain meningkatkan temperatur udara rata – rata mulai 20 sampai 30°C, yang memiliki temperatur tertinggi hingga 36°C. Paparan sinar matahari berkisar selama 10 hingga 13,5 jam. Kelembapan pada wilayah ini tergolong tinggi yang dapat mencapai angka 100%. Karakter wilayah tropis yang memiliki kelembapan tinggi digolongkan sebagai zona tropis lembab (Karyono, 2016).

Kecepatan angin pada kawasan iklim tropis lembab secara umum relatif rendah. Kawasan Asia Tenggara termasuk ke dalam zona iklim tropis lembab. Penguapan air dari laut maupun dari daratan yang tinggi di kawasan iklim tropis lembab mengakibatkan terjadinya pembentukan awan. Awan pada langit bersifat menghalangi radiasi matahari langsung ke permukaan daratan dan laut, yang dapat mengurangi tingginya temperatur udara. Secara umum, temperatur udara maksimum pada wilayah iklim tropis lembab tidak akan melebihi 40°C seperti pada wilayah iklim tropis kering maupun iklim subtropis. Wilayah tropis yang memiliki permukaan kering yang tidak banyak mengandung air, seperti padang pasir dan padang rumput, membuat radiasi dari matahari terhadap permukaan bumi tidak menaikkan kadar air di dalam udara dan meningkatkan kelembapan udara. Kondisi wilayah yang memiliki temperatur tinggi dan kelembapan rendah dikategorikan ke dalam zona iklim tropis kering (Karyono, 2016).

2.2.1 Iklim Tropis Lembab di Indonesia

Berdasarkan pengertiannya, iklim tropis lembab merupakan karakter dari daerah yang terletak di antara garis 23°27' Lintang Utara dan 23°27' Lintang Selatan atau yang disebut dengan garis tropis. Daerah yang beriklim tropis merupakan semua bagian bumi yang mempunyai rata-rata temperatur tahunan lebih besar atau sama dengan 20°C. Aspek tersebut yang menjelaskan mengapa kata tropis identik dengan

panas. Pada daerah panas dan lembab, iklim dibedakan menjadi iklim ekuatorial dan iklim tropis maritim (Kindangen, 2017).

1. Iklim Ekuatorial

Iklim ekuatorial ditandai dengan suhu udara yang tinggi dan bersamaan dengan kondisi keadaan siang hari yang konstan sepanjang tahun. Suhu udara rata-rata per tahun sebesar 27°C dengan beda suhu rata-rata bulanan antara 1 dan 3°C. Suhu maksimal pada umumnya ada pada angka 30°C dan suhu ekstrimnya dapat mencapai 38°C. Kelembapan relatif dan curah hujan sangat tinggi, dimana hujan dapat terjadi di sepanjang tahun. Pemanasan dan pendinginan pada daratan dan lautan menimbulkan angin darat dan laut secara teratur, namun hanya terbatas pada wilayah pesisir pantai. Pada daerah daratan angin cenderung sangat tenang karena posisi yang jauh dari pantai.

2. Iklim Tropis Maritim

Kondisi karakteristik pada iklim ini tidak jauh berbeda dengan iklim ekuatorial, hanya saja untuk angin memiliki karakter yang berbeda. Secara sistematis, pada daerah tropis maritime sangat dipengaruhi oleh hembusan angin. Hujan pada daratan disebabkan udara yang lembab di atas laut yang berhembus ke daratan. Jumlah uap air yang ada di dalam atmosfer pada daerah panas dan lembab sangatlah tinggi, dengan tekanan uap air 3 kPa hingga 4 kPa yang mengakibatkan kelembapan yang dapat mencapai 90% atau lebih. Penyinaran refleksi pada tanah cenderung rendah yang disebabkan tanah yang lembab dan terbayangi.

Secara umum iklim tropis lembab memiliki karakter dan parameter iklim yaitu:

- a. Kelembapan udara yang tinggi
- b. Kecepatan angin yang relatif rendah
- c. Temperatur udara yang tinggi
- d. Curah hujan yang tinggi
- e. Radiasi matahari yang tinggi

2.2.2 Pengaruh Iklim Tropis Lembab Terhadap Manusia dan Lingkungan

Binaan

Perilaku manusia tropis sangat dipengaruhi dengan temperatur dan kelembapan udara yang tinggi. Secara alamiah tubuh manusia selalu mengeluarkan kalor walaupun saat tidak beraktivitas. Kalor merupakan hasil dari proses metabolisme tubuh yang dibuang ke luar oleh tubuh ke lingkungannya. Disaat suhu udara di sekitar tubuh cenderung tinggi, ada kecenderungan tubuh mengurangi pembakaran atau menurunkan metabolisme yang berakibat sulit untuk melakukan aktifitas yang berat (Lechner, 2015).

Iklim di wilayah tropis akan cenderung membuat manusia untuk bergerak lebih lambat dibanding mereka yang tinggal dengan iklim bersuhu rendah. Usaha ini dilakukan agar produksi kalor pada tubuh berkurang. Dengan tidak terlalu banyak bergerak, kalor yang diproduksi akan lebih sedikit dan kalor yang dibuang dari tubuh ke lingkungan sekitar menjadi lebih sedikit, sehingga akan lebih mudah untuk mencapai kondisi nyaman termal. Selain itu, kelembapan udara yang tinggi akan menyulitkan manusia untuk bernafas dengan ringan. Akibatnya manusia akan cepat Lelah saat melakukan aktivitas berat seperti olahraga.

Manusia pada dasarnya mempunyai kemampuan dalam beradaptasi terhadap berbagai iklim. Namun, karena adaptasi bersifat alamiah hanya dapat dilakukan pada rentang waktu yang relatif sempit disaat rentang variasi iklim yang lebar. Terdapat beberapa faktor dari iklim yang dipertimbangkan arsitek dalam merancang sebuah bangunan. Faktor tersebut adalah : radiasi matahari, temperatur udara, presipitasi (hujan), kelembapan dan angin. Nilai tinggi rendahnya faktor iklim tersebut berbeda-beda disetiap tempat di dunia. Iklim memiliki pengaruh terhadap lingkungan binaan pada kawasan kota dan bangunan. Masalah yang mempengaruhi kawasan perkotaan dengan kondisi iklim tropis lembab antara lain (Kindangan, 2017) :

1. Efek Radiasi Matahari Terhadap Temperatur Udara Lingkungan,
2. Efek Pemanasan Kawasan (*Urban Heat Island-UHI*),
3. Berkurangnya Kecepatan Angin Pada Kawasan Urban
4. Berkurangnya Vegetasi per Satuan Luas Wilayah

Dengan kondisi iklim tropis lembab, arsitektur di kawasan ini memerlukan perlindungan dari faktor iklim yang tidak diinginkan. Sebagai salah satu adaptasi arsitektur terhadap kondisi iklim tersebut adalah atap lebar pada bangunan yang memiliki fungsi melindungi dari paparan sinar matahari dan terpaan hujan. Adaptasi

ini memberikan ciri khas tersendiri pada arsitektur iklim tropis lembab yang berbeda dengan arsitektur di iklim lain (Karyono, 2016).

2.3 Strategi Pendinginan Pasif

Untuk mencapai kenyamanan termal khususnya pada musim panas dengan cara berkelanjutan, perlu diterapkan tiga pendekatan desain yaitu : penghindaran panas, pendinginan pasif, dan pendinginan mekanis. Pada pendekatan penghindaran panas, arsitek diharapkan dapat melakukan segala sesuatu yang dapat meminimalisir peningkatan panas pada bangunan. Strategi yang dapat dilakukan adalah dengan penggunaan dan pengaturan *shading*, orientasi bangunan, warna, vegetasi, insulasi, arah sinar matahari dan kontrol terhadap sumber panas yang berasal dari dalam bangunan. Karena penghindaran panas tidak cukup dan berlangsung dengan sendirinya, pendekatan selanjutnya yang dilakukan adalah pendinginan pasif. Dengan pendinginan pasif, temperatur sebenarnya diturunkan dan tidak hanya diminimalkan seperti pendekatan sebelumnya (Lechner, 2015).

Temperatur pada bangunan dapat didinginkan dengan sistem pendinginan pasif melalui beberapa media peredam panas seperti udara kamar, atmosfer atas, air, dan tanah di bawah permukaan. Penggunaan dari masing-masing pendinginan dapat dilakukan dengan berbagai cara dan menghasilkan sistem yang berbeda. Givoni (1994) menjelaskan bahwa terdapat beberapa sistem pendinginan pasif yang diklasifikasikan ke dalam sumber alam yang merupakan asal dari pendinginan didapatkan (Kindangen, 2017) :

1. Ventilasi kenyamanan (*comfort ventilation*), dengan cara kerja meningkatkan evaporasi kulit pengguna ruang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan termal.
2. Pendinginan dengan pemancaran panas (*radiant cooling*), melepaskan panas dengan cara melalui radiasi.
3. Pendinginan evaporatif langsung (*direct evaporative cooling*), proses pelepasan panas terjadi saat penguapan.
4. Pendinginan evaporatif tidak langsung (*indirect evaporative cooling*).
5. Pendinginan dengan ventilasi yang terjadi pada malam hari (*nocturnal ventilative cooling*).

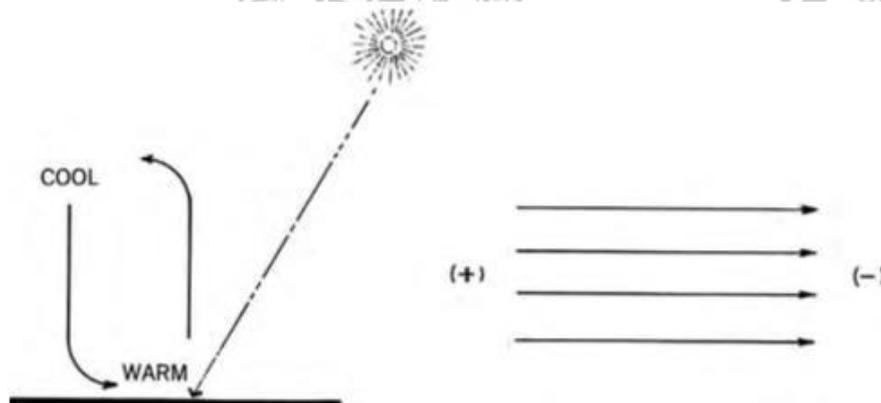
6. Pendinginan dengan tanah (*soil cooling*) yang memanfaatkan tanah sebagai heat sink.
7. Pendinginan dengan ruang luar (*cooling of outdoor spaces*).

Dari sistem pendinginan yang telah dijelaskan, sistem yang cocok untuk diterapkan pada bangunan di iklim tropis lembab adalah ventilasi kenyamanan (*comfort ventilation*) dengan strategi yang paling sederhana. Kelebihan dari *comfort ventilation* adalah insulasi yang dilakukan seperlunya, pergerakan udara terhadap pengguna ruang yang maksimal, luas ventilasi 20% dari luas lantai, dan jendela yang terbuka sepanjang hari. Untuk daerah dengan kelembapan tinggi kecepatan udara lebih cepat yang akan meningkatkan laju evaporasi keringat dari kulit, sehingga mengurangi ketidaknyamanan dari kulit yang basah.

2.3.1 Prinsip Dasar Aliran Udara

Untuk mendesain ventilasi yang berhasil dan tanggap terhadap musim panas, terdapat beberapa prinsip yang perlu dipahami (Lechner, 2015) :

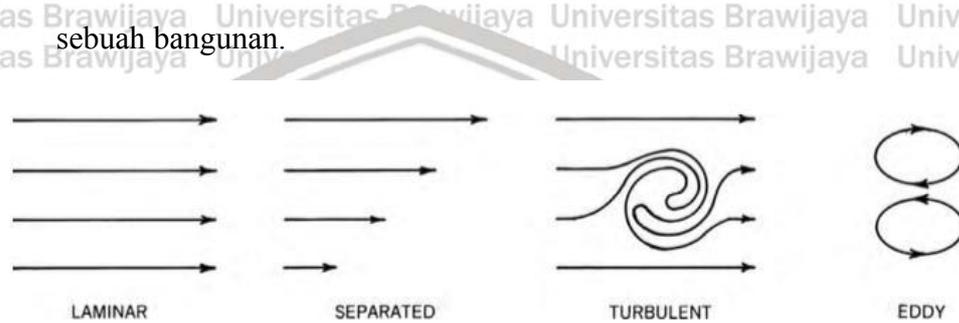
1. *Reason for the flow of air*, yang terjadi secara alami karena arus konveksi yang disebabkan perbedaan temperatur atau perbedaan tekanan (Gambar 2.2).



Gambar 2.1 Prinsip Reason for the flow of air

(Sumber : Lechner,2015)

2. *Types of airflow*, terdapat empat tipe dasar dari aliran udara yaitu : *laminar*, *separated*, *turbulent*, dan *eddy currents*. Pada gambar 2.3 dapat terlihat empat tipe aliran udara yang digambarkan dengan garis. Diagram yang ditampilkan memiliki kesamaan dengan hasil tes *wind-tunnel* yang menggunakan media aliran asap. Aliran udara berubah dari laminar menjadi turbulent jika bertemu penghalang yang memiliki sifat keras seperti halnya sebuah bangunan.



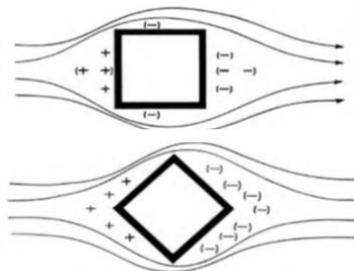
Gambar 2.2 Tipe Aliran Udara

(Sumber : Lechner,2015)

3. *Inertia* (Kelemahan), karena udara memiliki massa sehingga cenderung bergerak dalam garis lurus. Ketika dipaksa untuk mengubah arah, aliran udara akan mengikuti kurva tetapi tidak mengarah ke arah yang benar.

4. *Conservation of air*, karena udara tidak dibuat atau dihancurkan pada lokasi bangunan, udara yang masuk ke bangunan harus sama dengan udara yang keluar. Dengan demikian, garis yang menggambarkan aliran udara harus digambarkan sebagai garis kontinu.

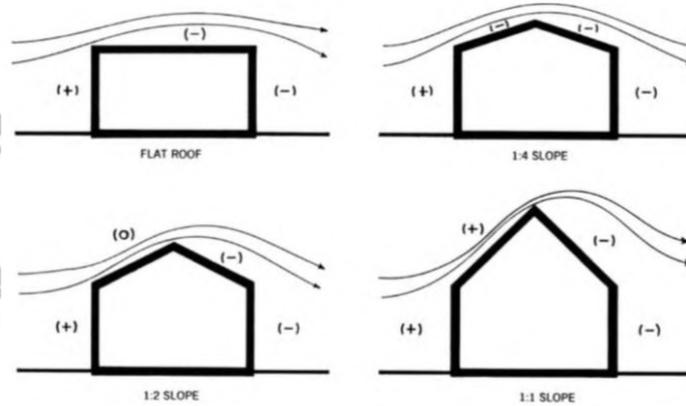
5. *High and low pressure areas*, ketika udara mengenai sisi dari sebuah bangunan akan memampatkan dan menciptakan tekanan positif (Gambar 2.4).



Gambar 2.3 High and low pressure areas

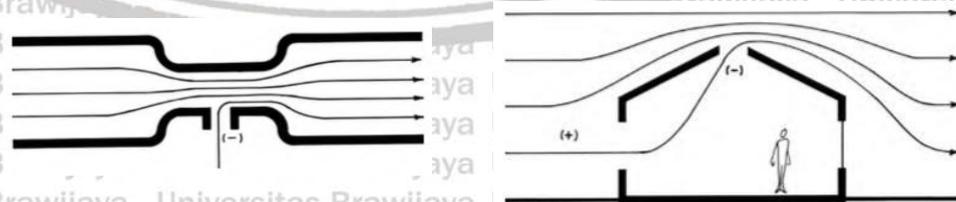
(Sumber : Lechner,2015)

Pada waktu bersamaan, udara bergerak menjauhi sisi bawah angin dan menciptakan tekanan negatif. Udara yang dibelokkan yang ada di antara sisi bangunan juga menciptakan tekanan udara, namun tekanan ini tidak terdistribusi secara merata. Tipe dari tekanan yang terbentuk di atas atap tergantung dari tingkat kelandaian dari atap (Gambar 2.5).



Gambar 2.4 Tipe tekanan pada area atap
(Sumber : Lechner,2015)

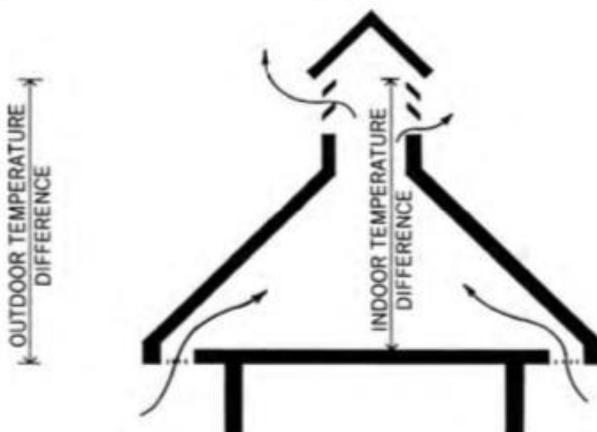
6. *Bernoulli effect*, pada prinsip ini peningkatan kecepatan dari fluida mengurangi tekanan statisnya, akibatnya terjadi tekanan negatif dari penyempitan di tabung venturi (Gambar 2.6 Kiri). Potongan melintang dari sayap pesawat terbang terlihat seperti setengah tabung venturi, selain itu atap pelana juga terlihat seperti ini (Gambar 2.6 Kanan). Efek yang terjadi dapat dibuat menjadi lebih besar dengan mendesain bukaan pada atap seperti tabung venturi penuh.



Gambar 2.5 Penyempitan di tabung venture; Tabung venture pada atap
(Sumber : Lechner,2015)

7. *Stack effect*, efek ini dapat mengeluarkan udara dari sebuah bangunan dengan konveksi alami. Udara akan dikeluarkan dari bangunan bila terjadi perbedaan temperatur pada ruang yang lebih besar dibandingkan suhu lingkungan antar bukaan vertikal (Gambar 2.7). Untuk memaksimalkan

efek ini, bukaan harus memiliki dimensi yang besar dan sejauh mungkin terpisah secara vertikal, dengan begitu udara akan lebih mudah untuk mengalir dari bukaan terendah ke bukaan tertinggi pada bangunan.



Gambar 2.6 Stack effect pada bangunan

(Sumber : Lechner, 2015)

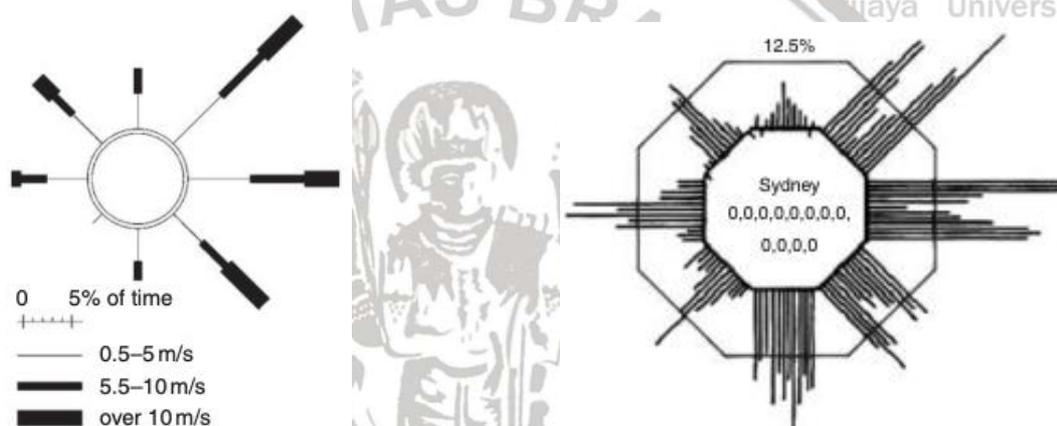
Arah aliran dan kecepatan angin merupakan unsur yang penting terhadap posisi bukaan pada bangunan. Penempatan bukaan yang tepat dapat memaksimalkan aliran angin masuk ke dalam ruang. Untuk mengetahui aliran angin secara makro, perlu adanya penggunaan dari *wind rose*. *Wind rose* merupakan diagram yang menampilkan presentase waktu dari arah angin yang berhembus yang dapat diketahui dari 16 poin pada kompas. Setiap derajat pada diagram merepresentasikan 5 persen dari setiap waktu, dan nomor di tengahnya merupakan penggambaran persentasi dari waktu yang tidak memiliki angin. Perlu diketahui bahwa arah dan kecepatan angin lokal dapat berbeda dari data dari stasiun cuaca (Lechner, 2015).



Gambar 2.7 Wind Rose

(Sumber : Lechner, 2015)

Data angin sangat baik saat ditampilkan secara grafik, terdapat beberapa jenis *wind rose* yang dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan. Wind rose dapat menampilkan data angin dalam jangka satu bulan dan terkadang hingga tiga bulan. Panjang dari garis yang berawal dari lingkaran di tengah merupakan frekuensi angin dari arah tersebut. Perbedaan ketebalan garis menggambarkan kategori kecepatan angin. Penggunaan *wind rose* dalam dunia arsitektur umumnya menggunakan bentuk segi delapan yang memiliki 12 garis di setiap sisinya, merepresentasikan 12 bulan Januari hingga Desember dengan searah dengan jarum jam. Panjang dari garis memiliki proporsi yang sama dengan frekuensi dari arah datangnya angin pada bulan bulan tersebut (Szokolay, 2004).



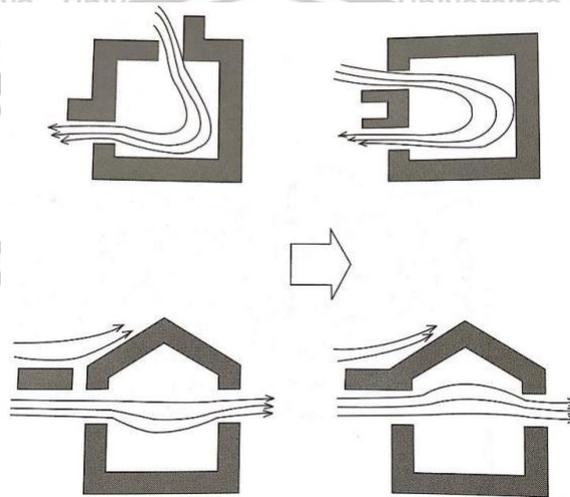
Gambar 2.8 Tipe - tipe Wind Rose

(Sumber : Szokolay, 2004)

2.3.2 Ventilasi dan Bukaannya

Rancangan bangunan pada iklim tropis harus memungkinkan terjadinya aliran udara silang dengan maksimum di dalam bangunan. Aliran udara akan mempengaruhi dan menciptakan efek dingin pada tubuh manusia, yang memberikan kenyamanan termal pengguna bangunan. Bila ruang tidak menggunakan pengkondisi udara, perlu adanya aliran udara yang menerus atau ventilasi silang di dalam bangunan. Bukaannya yang dirancang dengan baik dapat memungkinkan terjadinya ventilasi silang tanpa menimbulkan permasalahan dari sisi akustik. Pengoptimalan ventilasi silang pada bangunan perlu mempertimbangkan adanya ruang-ruang terbuka di sekitar bangunan, dengan tidak menutup seluruh area tapak dengan bangunan. Dengan adanya ruang terbuka, aliran udara akan menerus dari luar ke dalam bangunan dan sebaliknya, sehingga menciptakan efek dingin untuk tubuh manusia (Karyono, 2016).

Secara umum ventilasi dan bukaan memiliki fungsi sebagai salah satu prasyarat memenuhi aspek kesehatan. Persyaratan ini ditujukan untuk memberikan oksigen yang cukup bagi pernafasan di dalam ruang dan mencegah kenaikan kandungan karbondioksida serta bau dalam ruangan. Rasio ventilasi dari sebuah ruang pada bangunan tidak kurang dari 5% dan jendela 20% dari luas lantai ruangan, seperti yang tertuang pada SNI 03-6572-2001. Tujuan dari standar tersebut adalah untuk dapat menghilangkan kalor berlebih dan menciptakan kenyamanan termal.



Gambar 2.9 Tipe-tipe ventilasi silang

(Sumber : Karyono, 2016)

Bukaan dan ventilasi memiliki beberapa tipe yang berbeda, dan masing-masing tipe membentuk sudut pengarah yang berbeda dalam menentukan arah gerak udara. Efek yang ditimbulkan adalah efektifitas dalam mengalirkan udara untuk masuk atau keluar ruangan. Menurut Beckett & Godfrey (1974) terdapat beberapa tipe bukaan sesuai sudut pengarah dan arahnya, antara lain :

1. *Fixed*

Tipe ini merupakan sebuah dinding yang tidak memiliki bukaan, dengan kata lain 0% prosentase angin yang dapat masuk .

2. *Easement Side-hung*

Bukaan dengan tipe ini merupakan yang terbaik, dengan sudut pengarah yang dapat memasukkan aliran udara 90% dari luas bukaan.

3. *Casement Top-hung*

Arah bukaan mengarah dari bawah ke atas, yang memiliki kemampuan 75% memasukkan aliran udara.

4. *Casement Bottom-hung*

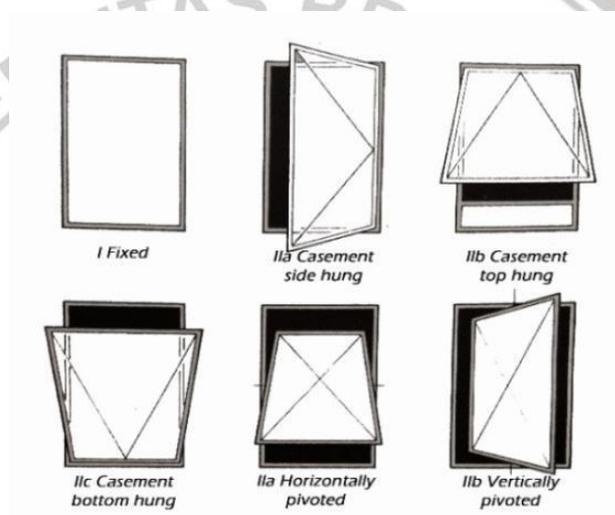
Tipe ini memiliki persamaan dengan tipe sebelumnya, perbedaan terdapat pada arah bukaan yang mengarah dari atas ke bawah, dengan kemampuan 45% memasukkan aliran udara dari luas bukaan.

5. *Horizontal Pivoted*

Sendi gerak pada tipe ini berada di tengah kanan dan kiri bukaan, yang dapat memasukkan aliran udara sebanyak 75% luas bukaan.

6. *Vertically Pivoted*

Sendi gerak pada tipe ini juga berada di tengah, tepatnya pada posisi atas dan bawah, yang dapat memasukkan aliran udara sebanyak 75% luas bukaan.

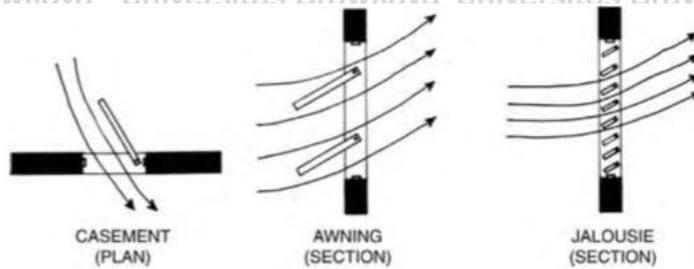


Gambar 2.10 Tipe-tipe bukaan berdasarkan sudut pengarah

(Sumber : Beckett & Godfrey, 1974)

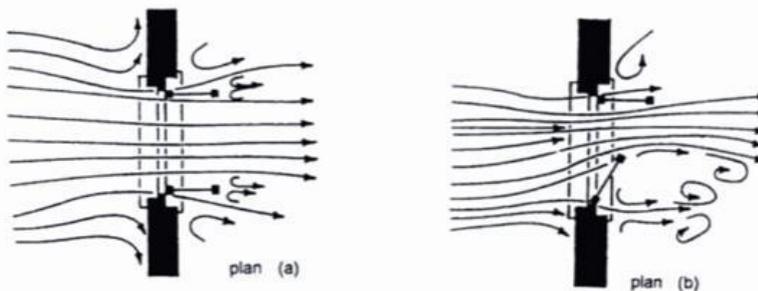
Jenis dan desain dari bukaan memiliki efek yang besar terhadap kuantitas dan arah aliran udara. Penempatan bukaan pada dinding menentukan tidak hanya kuantitas tetapi bagaimana arah awal udara yang masuk dari tapak ke bangunan. Untuk memiliki ventilasi ruangan yang lebih baik, dalam desain rancangan harus membelokkan aliran udara kearah yang berlawanan. Jenis – jenis bukaan dapat digunakan untuk mengubah keseimbangan tekanan dan dengan demikian secara tidak langsung arah dari aliran angin akan ikut berubah. Bukaan jenis “casement” memungkinkan aliran udara hampir penuh masuk ke dalam ruang, walaupun jenis ini masih dapat menangkis aliran udara. Untuk mendefleksi vertikal aliran udara, tipe bukaan yang dapat digunakan adalah *awning*, *hopper*, dan *jalousie*. Tipe ini juga dapat menangkis air hujan dan sinar matahari yang masuk disaat aliran udara masih tetap masuk (Lechner , 2015).





Gambar 2.11 Arah angin berdasarkan tipe bukaan
(Sumber : Lechner, 2015)

Bukaan sederhana umumnya tidak mempengaruhi pola atau kecepatan aliran udara. Penggunaan bukaan vertikal dan horizontal akan berpengaruh terhadap aliran udara dengan efek tertentu pada pola aliran udara vertikal dan horizontal. Tipe bukaan yang paling umum dari jenis ini adalah *casement*, yang memiliki fleksibilitas besar dengan kontrol aliran udara. Penerapannya pada dinding dapat digunakan sebagai bukaan selubung tunggal maupun jendela selubung ganda (Alvarez, 2002).



Gambar 2.12 Pergerakan aliran angin berdasarkan luas bukaan
(Sumber : Alvarez, 2002)

2.3.3 Standar Kenyamanan Ruang

Berdasarkan standar *ISO-7730:2005* dikatakan bahwa sensasi termal yang dirasakan manusia merupakan fungsi yang berasal dari empat faktor iklim : temperatur radiasi, temperatur udara, kelembapan udara, kecepatan angin, dan dua faktor personal : tingkat aktivitas yang berhubungan dengan metabolisme tubuh serta jenis pakaian. Kenyamanan temperatur tidak dipengaruhi secara langsung oleh hal-hal lain seperti perbedaan jenis kelamin, tingkat kegemukan, faktor usia, suku bangsa, adaptasi, tempat tinggal geografis, dan lain-lain (Karyono, 2016).

Standar kenyamanan di dalam ruang telah ditetapkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6572-2001, Tata Cara Perencanaan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung yang di dalamnya tertuang tingkatan suhu nyaman untuk orang di Indonesia.

Tabel 2.1 Standar Kenyamanan Termal

	Temperatur Efektif (TE)	Kelembapan/RH (%)
Sejuk nyaman Ambang atas	20,5°C TE - 22,8°C TE	50 %
Nyaman optimal Ambang atas	22,8°C TE - 25,8°C TE	80%
Hangat nyaman Ambang atas	25,8°C TE - 27,1°C TE	70%
	31°C TE	60%

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional Tahun 2001)

Kenyamanan juga dipengaruhi oleh pergerakan udara/kecepatan udara.

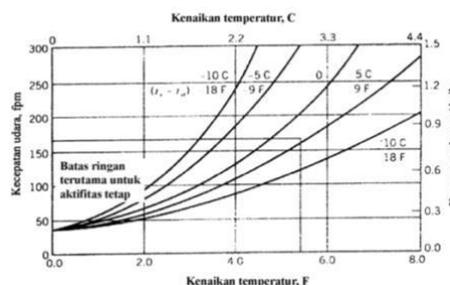
Untuk mendapatkan kondisi nyaman, kecepatan udara yang mengenai bagian atas kepala tidak boleh lebih dari 0,25 m/detik dan tidak lebih kecil dari 0,15 m/detik. Kecepatan yang melebihi 0,25 m/detik dipengaruhi dari temperatur udara kering rancangan (Tabel 2.2).

Tabel 2.2 Kecepatan Udara

Kecepatan udara, m/detik.	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35
Temperatur udara kering, °C	25	26,8	26,9	27,1	27,2

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional Tahun 2001)

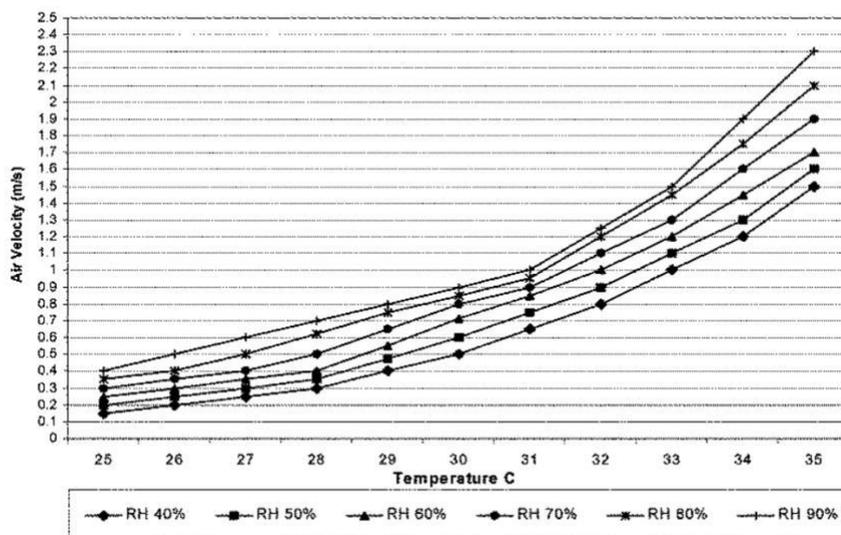
Kebutuhan peningkatan kecepatan udara mempengaruhi kenaikan temperatur udara kering agar tingkat kenyamanan termal tetap terpelihara (Tabel 2.2).



Gambar 2.13 Kebutuhan peningkatan kecepatan udara untuk mengurangi kenaikan temperature udara

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional Tahun 2001)

Kenyamanan termal akan dipengaruhi oleh kecepatan angin yang mengalir ke dalam ruang. Terdapat batasan yang ditetapkan untuk mengetahui apakah kecepatan angin di dalam ruang sudah sesuai dengan kondisi suhu dan kelembapan di dalam ruang. Grafik bioklimatik dapat menunjukkan kecepatan angin minimal yang dibutuhkan di dalam ruang pada keadaan tertentu. Studi yang mempelajari grafik ini menggunakan persamaan suhu udara dari Auliciems untuk menentukan suhu udara nyaman yang didasari juga dari teori grafik bioklimatik dari Olygay, Arens, dan Szokolay (Nugroho,2007).



Gambar 2.14 Grafik Bioklimatik

(Sumber : Nugroho, 2007)

2.4 Roster

2.4.1 Definisi

Roster adalah blok ventilasi yang digunakan pada bangunan dengan fungsi sebagai media penghawaan alami. Dengan penggunaan roster, akan terbentuk sirkulasi udara di dalam bangunan yang dapat dimaksimalkan menjadi sistem *cross ventilation*. Pemilihan model dari roster yang digunakan pada bangunan mempengaruhi penampilan khususnya fasad. Beragam model roster dapat menjadi alternatif yang disesuaikan dengan konsep bangunan sendiri. Pada bangunan konvensional, roster digunakan di atas posisi pintu dan jendela agar dapat mengalirkan udara sepanjang waktu. Perkembangan yang terjadi di dunia arsitektur, beriringan pula dengan pesatnya perkembangan teknologi bangunan yang mempengaruhi peran roster, akibatnya model roster sederhana maupun modern semakin sering digunakan. Penataan roster tidak hanya sebatas elemen pendukung dari pintu dan jendela (Persada, 2019).

Fungsi utama dari roster merupakan akses udara masuk dan keluar dari sebuah ruang maupun bangunan. Namun, dengan perkembangan dunia desain yang semakin pesat, desainer dan khususnya arsitek mulai untuk memanfaatkan roster sebagai elemen dekoratif yang tampil dominan. Motif roster sangatlah beragam dan memiliki warna yang beraneka rupa. Pada awalnya roster dibentuk dari beton cetakan yang memiliki lubang-lubang kecil. Tujuan dari lubang kecil ini adalah untuk digunakan pada ruang yang tidak membutuhkan bukaan besar seperti gudang dan

kamar mandi karena ruang harus tertutup. Bukan cahaya yang dimiliki roster lebih kecil dibandingkan dengan kaca *clear glass*, namun lebih baik penggunaannya bila dilihat dari sisi bukaan udara. Roster sering digunakan karena bentuknya yang mirip dengan batu bata sehingga mudah untuk dipasangkan ke dalam pasangan bata (Vidiyanti, 2018).

2.4.2 Aplikasi Roster

Roster digunakan tidak hanya segaia lubang angin yang diletakkan pada sisi atas jendela maupun pintu. Terdapat beberapa jenis pengaplikasian yang sudah sering dilakukan, antara lain (Akmal, 2011) :

1. Dinding Eksterior

Roster diletakkan pada dinding eksterior agar dapat bersentuhan langsung dengan udara dan matahari. Untuk memasukkan angin dan sinar matahari, jika ruangan memiliki luas kurang dari 9 m² maka hanya dibutuhkan 2-3 balok roster yang disusun berderet ke samping. Jika luasan ruang lebih besar, diperlukan lebih banyak roster lagi agar udara yang masuk lebih banyak. Roster juga dapat dijadikan sebagai elemen desain dengan menggunakannya sebagai satu dinding penuh, namun roster tidak dapat digunakan sebagai dinding struktural dan hanya sebagai dinding penyekat. Dinding roster dapat diaplikasikan juga sebagai dinding lapis kedua di luar bangunan. Penggunaan dinding roster akan memungkinkan untuk ruang memiliki kualitas kaya akan cahaya dan udara.



Gambar 2.15 Penerapan Roster pada Dinding Eksterior

(Sumber : Akmal,2011)

2. Ventilasi Pintu & Jendela

Roster identik dengan penggunaannya pada pintu dan jendela, yang biasanya diletakkan di atasnya. Umumnya roster memang diletakkan di atas pintu maupun jendela. Jendela dan pintu adalah bukaan yang dapat dibuka dan ditutup, sedangkan roster merupakan bukaan yang selalu terbuka. Roster memiliki peran sebagai lubang masuknya cahaya dan udara walaupun pintu dan jendela tertutup. Setiap saat ruangan akan memiliki aliran udara yang baik, sehingga memungkinkan juga adanya ventilasi silang.



Gambar 2.16 Penerapan Roster sebagai ventilasi pintu & jendela

(Sumber : Akmal,2011)

3. Dinding Semimasif

Penggunaan roster umum digunakan pada dinding, baik interior maupun eksterior. Dengan penggunaan dinding roster akan menghasilkan dinding yang semimasif. Cara ini merupakan salah satu kiat arsitek untuk memudahkan cahaya masuk ke ruang, yang akan menghasilkan permainan cahaya sebagai salah satu unsur estetika. Dinding semimasif akan menciptakan suasana ruang terasa lebih lapang dengan penghawaan yang baik namun tidak terlalu terkekspos bila dilihat dari sisi luar bangunan. Dengan sifat ini, dinding semimasif cocok untuk diterapkan pada ruang-ruang privat seperti kamar tidur, ruang ibadah, bahkan kamar mandi.



Gambar 2.17 Penerapan roster sebagai dinding semimassisif
(Sumber : Akmal,2011)

2.5.3 Jenis Roster

Pada awalnya roster dibuat dari beton cetak, namun sekarang roster sudah banyak dibuat dengan bahan dasar yang beragam. Dengan perbedaan itu terdapat karakteristik dan motif tersendiri yang dihasilkan. Jenis-jenis roster antara lain (Akmal, 2011) :

1. Roster Tanah Liat/Terakota

Roster tanah liat memiliki kesamaan dengan batu bata dari segi tekstur, warna, dan karakteristik yang merupakan material pembentuk dinding. Dalam proses pembuatannya juga tidak jauh berbeda dengan batu bata, dan jenis ini mudah untuk disisipkan dalam pasangan bata. Jenis ini mudah untuk dilapisi kembali acian semen dan cat.



Gambar 2.18 Roster dengan bahan dasar tanah liat
(Sumber : Akmal,2011)

2. Roster Keramik

Roster keramik juga memiliki bahan dasar tanah liat, namun proses pembakarannya yang berbeda. Dengan menggunakan oven khusus dengan suhu panas tinggi, roster dibakar sehingga pembakaran keramik lebih sempurna dan hasilnya lebih kuat. Keunggulan roster keramik ada pada tampilan warna yang beragam dan mudah untuk milih warna yang diinginkan, roster tidak perlu dilapisi lagi dengan cat atau lapisan lainnya karna tampilan yang sudah mengilap.



Gambar 2.19 Roster dengan bahan dasar keramik

(Sumber : Akmal,2011)

3. Roster Semen

Jenis roster semen memiliki kemiripan dengan roster tanah liat dari segi bentuk, ukuran, dan motifnya. Cetakan roster semen juga dibuat berlubang-lubang dengan motif tertentu. Pengaplikasian roster sebagai dinding penuh akan memberikan tampilan menonjol dan menarik. Harganya yang murah bila dibandingkan dengan jenis lain, membuat roster ini menjadi favorit bangunan dengan bujer terbatas.



Gambar 2.20 Roster dengan bahan dasar semen

(Sumber : Akmal,2011)

4. Roster Kayu

Roster kayu biasanya digunakan sebagai salah satu pelengkap pada pintu dan jendela, jenis dan warnanya disesuaikan dengan kusen dan bahan daun pintu. Motif yang tersedia untuk roster kayu tidak sebanyak roster semen, tanah liat, dan keramik. Kelebihan dari roster kayu adalah ukurannya yang flexibel.

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang berkaitan dengan kinerja ventilasi alami sudah banyak dilakukan pada tempat dan kondisi yang berbeda. Setiap penelitian memiliki objek hingga metode yang berbeda pula.

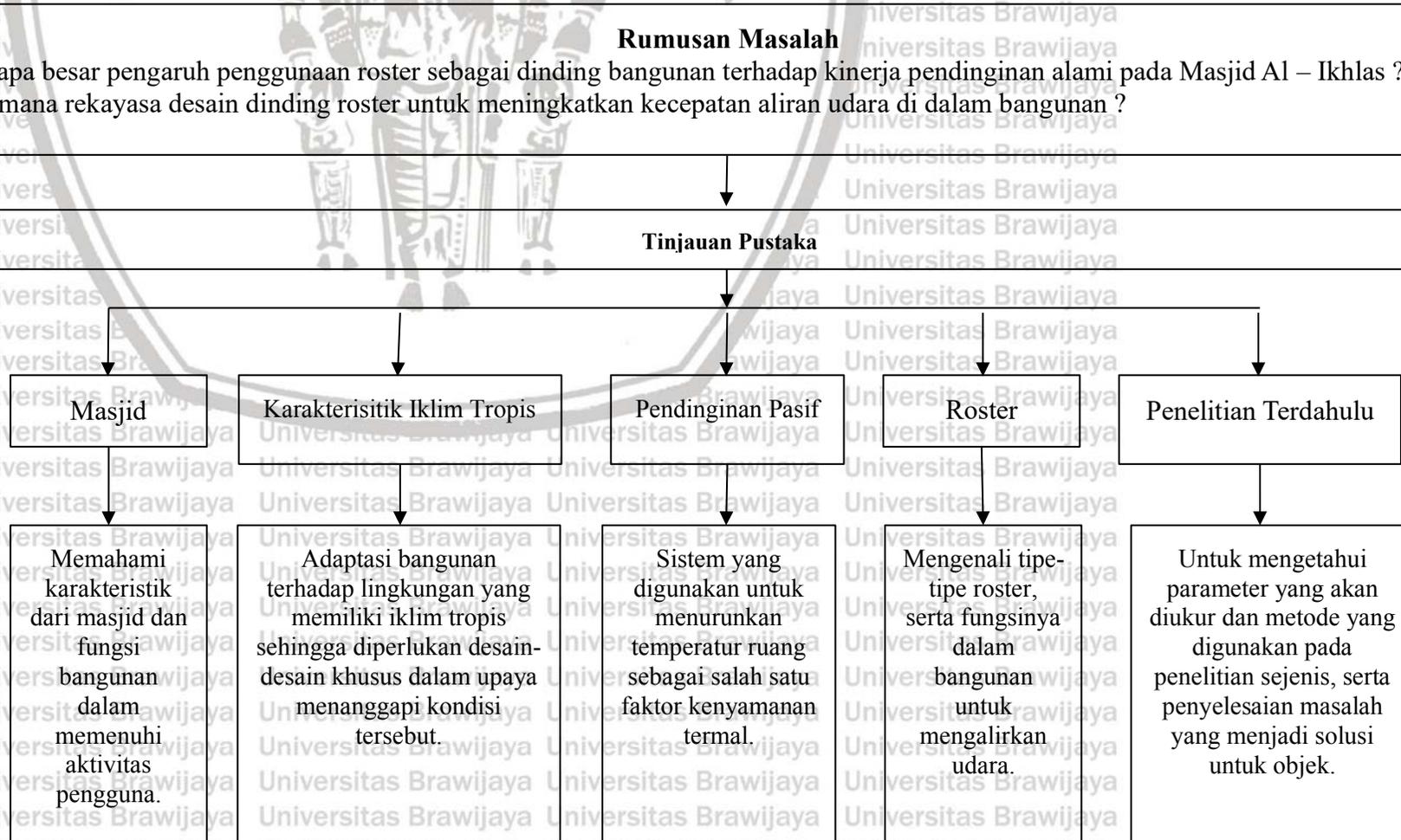
Tabel 2.3 Studi Penelitian Terdahulu

Judul	“Pengaliran Udara untuk Kenyamanan Termal Ruang dengan Metode Simulasi <i>Computational Fluid Dynamics</i> ” Sahabuddin (2014)	“Pengaruh Bukaannya Terhadap Kinerja Termal pada Masjid Jendral Sudirman” Arifin (2018)	“A numerical prediction of the passive cooling effects on thermal comfort for a historical building in Rome” Vitale (2017)
Parameter	Aliran Udara, Kenyamanan Termal, CFD (<i>Computational Fluid Dynamics</i>)	Bukaan Ventilasi, Kinerja Termal, Masjid	Bangunan bersejarah, pendinginan pasif, massa termal, ventilasi alami, simulasi CFD, adaptasi kenyamanan termal
Metode	Metode Kuantitatif Evaluatif dengan Simulasi Pengukuran Lapangan	Metode Kuantitatif Pengukuran atau Pengambilan Data Serta Membandingkan Hasil Data dengan Standar yang Digunakan	Metode Kuantitatif Evaluatif dengan Simulasi
Hasil	Rekayasa untuk memaksimalkan aliran udara yang memenuhi standar nyaman termal pada RK dilakukan dengan memperluas bukaan ventilasi inlet dan outlet. Hasil penelitian, disarankan semua jendela pada posisi inlet harus terbuka tanpa adanya kaca mati, pintu sebaiknya di tutup saat ruang kelas digunakan.	Dari data-data yang sudah dipaparkan, dapat dikatakan bahwa bukaan pada masjid jendral sudirman dapat mempengaruhi kinerja termal namun tidak signifikan hal ini dibuktikan dengan adanya perbedaan suhu sebesar 0,11°C antara experiment jendela terbuka semua dan terbuka sebagian.	Penggunaan software CFD untuk mengevaluasi efek pendinginan pasif pada ruang dalam bangunan bersejarah. Dari hasil simulasi didapatkan bahwa dalam konteks bangunan heritage perlu memperhitungkan kapasitas panas yang tinggi dari massa termal bangunan dan aksesibilitasnya oleh aliran pendingin ruangan, dengan tujuan untuk mengontrol kenyamanan. Ventilasi alami memungkinkan perluasan rentang kenyamanan termal.

<p>Judul</p>	<p>“Performance evaluation of single-sided natural ventilation for generic building using large-eddy simulations: Effect of guide vanes and adjacent obstacles” Arinami (2019)</p>	<p>“Kualitas Pencahayaan Alami dan Penghawaan Alami pada Bangunan dengan Fasade Roster” Vidiyanti (2018)</p>	<p>“Efektivitas Ventilasi Rumah Lingkungan Padat di Perumnas Depok Timur “ Nugraha (2018)</p>
<p>Parameter</p>	<p>Ventilasi alami satu sisi, Evaluasi kinerja, Simulasi CFD, LES</p>	<p>Pencahayaan alami, penghawaan alami, roster, kualitas termal, kualitas visual, masjid tropis</p>	<p>Aliran Udara, Kepadatan bangunan, Ventilasi</p>
<p>Metode</p>	<p>Metode Kuantitatif Evaluatif dengan Simulasi</p>	<p>Metode Kuantitatif Evaluatif melalui Studi Observasi Lapangan.</p>	<p>Metode Kuantitatif Evaluatif</p>
<p>Hasil</p>	<p>Serangkaian simulasi CFD dilakukan dengan menggunakan LES untuk model bangunan umum, sehingga dapat menyelidiki dampak GV dan hambatan yang berdekatan pada ACR dan efisiensi ventilasi. Oleh karena itu, spesifikasi GV, yaitu lokasi, ukuran, dan sudut bukaan dan GV, perlu diperbaiki. Kedepannya, efek dari spesifikasi ini pada kinerja ventilasi akan diselidiki menggunakan metode evaluasi yang diusulkan dalam penelitian ini. Akhirnya, GV juga efektif dalam kasus ventilasi silang [19,45,46]; dengan demikian, efek ini akan diselidiki dalam penelitian selanjutnya.</p>	<p>Hasil kondisi penghawaan alami pada Masjid Bani Umar belum dapat memenuhi standar yang ditetapkan. Kondisi pada Masjid Bani Umar masih lebih tinggi dari standar yang ditetapkan sehingga sensasi termal yang dirasakan oleh pengguna adalah agak hangat dan hangat.</p>	<p>Faktor mata angin menjadi faktor utama dalam mengalir udara ke dalam ruang. Inlet yang menghadap ke ruang terbuka mengakibatkan pergerakan udara ke dalam cukup banyak. Ruang yang memiliki inlet kurang dari 20% tidak ada pergerakan udara di dalamnya, hal ini dipengaruhi juga bukaan yang terlalu kecil, dan perletakkan bukaan yang tidak tepat.</p>

2.7 Kerangka Teori

Kerangka teori merupakan bagan yang merupakan rangkuman dari teori-teori yang akan digunakan dan juga variabel yang akan menjadi acuan pada penelitian. Tinjauan teori yang dilakukan meliputi teori umum, teori khusus, standar & kriteria, serta tinjauan penelitian terdahulu.



Gambar 2.21 Diagram Kerangka Teori

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Umum

Untuk dapat menghasilkan sebuah hasil yang sesuai dengan tujuan dari seorang peneliti, diperlukan adanya metode-metode yang mendukung agar penelitian mendapatkan data yang valid dan dapat dipertanggung jawabkan kebenarannya. Tujuan penelitian secara umum terdapat tiga macam, yaitu bersifat penemuan, pembuktian, dan pengembangan. Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah analisis deskriptif evaluatif dengan pendekatan kuantitatif eksperimental yang didukung dengan simulasi digital. Metode deskriptif merupakan usaha dalam mencari sebuah fakta dengan interpretasi yang tepat untuk dituangkan dalam bentuk deskripsi atau gambaran faktual. Pendekatan kuantitatif pada penelitian ini adalah data yang berupa penjabaran angka.

Penelitian dilakukan untuk mendapatkan kebenaran dan informasi atas keingintahuan peneliti terhadap sebuah teori dengan keadaan eksisting. Teori berfungsi sebagai tahapan merumuskan kriteria dari sebuah desain. Untuk mendapatkan kondisi eksisting dari objek yang diteliti, penggunaan pendekatan deskriptif akan memaparkan keadaan yang ada. Data eksisting didapatkan dengan melakukan pengukuran menggunakan anemometer dan thermohyrometer yang menghasilkan *output* berupa perekaman kecepatan angin, temperatur udara, dan kelembapan ruang pada waktu tertentu. Dari data eksisting yang ada, akan disimulasikan dengan *ANSYS Fluent* untuk menganalisis rekayasa desain roster.

Pengamatan di lapangan menghasilkan angka-angka yang merupakan data kondisi eksisting, yang kemudian akan di analisis untuk membandingkan data dengan standar dan kriteria. Hasil analisis akan dievaluasi untuk mengetahui pengaruh penggunaan roster terhadap kenyamanan termal pengguna masjid. Produk akhir yang dihasilkan adalah rekayasa desain yang merupakan usaha dalam meningkatkan kinerja roster terhadap pendinginan pasif pada ruang. Kesimpulan dapat dirumuskan dari hasil analisis simulasi rekayasa desain roster.

3.2 Jenis Data

Data terdiri dari dua jenis data yaitu primer dan sekunder, yang akan menunjang penelitian mengenai pengaruh penggunaan roster terhadap kenyamanan termal pengguna di Masjid Al – Ikhlas Sidoarjo.

3.2.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang didapatkan melalui survey lapangan pada objek eksisting, dengan rincian data yang dibutuhkan adalah :

1. Wawancara dengan narasumber terkait
2. Pengukuran suhu udara pada area dalam dan luar bangunan
3. Pengukuran kelembapan udara pada area dalam dan luar bangunan
4. Pengukuran kecepatan angin pada area dalam dan luar bangunan
5. Dokumentasi bangunan

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder terdiri dari kajian pustaka yang meliputi teori, standar, dan kriteria yang berhubungan langsung dengan penelitian, yaitu

1. Data fisik Masjid Al – Ikhlas
2. SNI 03-6572-2001 Tata Cara Perencanaan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung
3. Karyono, Tri Harso. 2016. Arsitektur Tropis (Bentuk, Teknologi, Kenyamanan & Penggunaan Energi).

3.3 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini, variabel yang digunakan akan disesuaikan dengan rumusan masalah yang berkaitan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi objek. Variabel merupakan sifat yang akan dipelajari dari objek dan akan memberikan informasi mengenai hal terkait yang akan ditarik sebagai kesimpulan. Pada penelitian ini dibagi berdasarkan metode yang dilakukan, yaitu :

1. Pengukuran Lapangan

Variabel : Temperatur udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin ruang dalam dan ruang luar

2. Analisis Deskriptif – Evaluatif Kondisi Eksisting & Simulasi Eksperimental

Variabel Bebas : Model roster

Variabel Terikat : Kecepatan dan distribusi aliran angin.

3.4 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa metode dan tahapan dalam menganalisis data yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan roster terhadap kenyamanan termal di Masjid Al – Ikhlas Sidoarjo, yaitu :

1. Studi Literatur

Literatur dapat berupa buku, jurnal, dan standar acuan yang berhubungan dengan penelitian. Dari literatur yang dikumpulkan akan dirumuskan kriteria desain dari roster.

2. Observasi Lapangan

Tahapan ini dilakukan dengan pengambilan data pada objek yang berupa dokumentasi, wawancara, pengamatan visual. Data juga didapat dengan pengukuran menggunakan alat thermohyrometer dan anemometer yang mengukur temperatur udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin.

3. Simulasi Kondisi Eksisting

Dari data yang didapatkan dengan survey lapangan, kemudian disimulasikan dengan *Ansys Fluent* untuk mengetahui kondisi aliran udara pada bangunan.

4. Validasi Hasil Pengukuran dan Simulasi

Membandingkan hasil simulasi dengan hasil pengukuran pada eksisting objek.

5. Analisis Eksisting

Analisis menggunakan metode deskriptif evaluatif yang bertujuan untuk membandingkan kondisi eksisting dengan kriteria desain roster.

6. Analisis Rekayasa Desain Roster

Analisis dilakukan menggunakan *Ansys Fluent* untuk mencoba berbagai desain yang mempertimbangkan faktor dimensi, posisi peletakkan terhadap kecepatan dan distribusi aliran angin.

7. Analisis Hasil Simulasi Rekayasa Desain Roster

Kinerja desain rekayasa roster dibandingkan dengan kriteria yang ada untuk mengukur seberapa besar penurunan suhu yang dapat terjadi.

8. Kesimpulan

Kesimpulan dapat diambil setelah mengetahui faktor-faktor apa saja yang dapat mempengaruhi desain roster dalam usaha menurunkan suhu ruangan.

3.5 Metode Pengumpulan Data

Metode digunakan dalam mengumpulkan data pada penelitian untuk mendapatkan informasi yang berkaitan dengan objek. Observasi dibedakan berdasarkan jenis data yaitu :

1. Observasi Data Primer

Observasi dilakukan dengan melakukan survey lapangan untuk mendapatkan data berdasarkan pengukuran dengan menggunakan alat dan juga wawancara terhadap narasumber yang terkait.

2. Observasi Data Sekunder

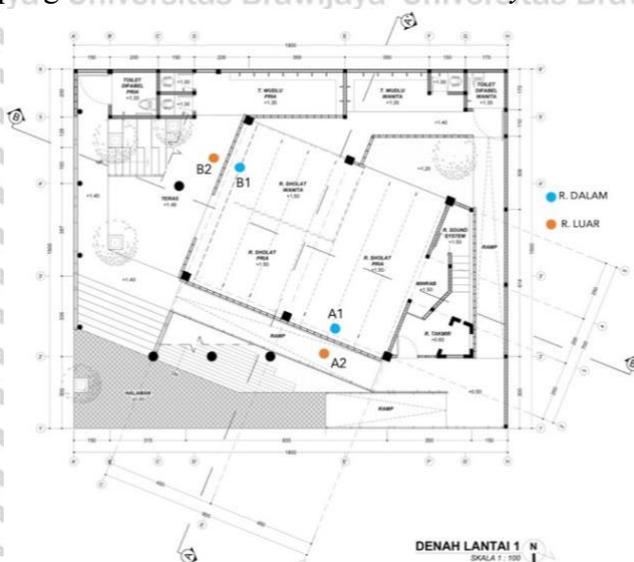
Data sekunder didapatkan melalui sumber yang berupa literatur dari buku, jurnal dan standar acuan yang berkaitan dengan kenyamanan termal.

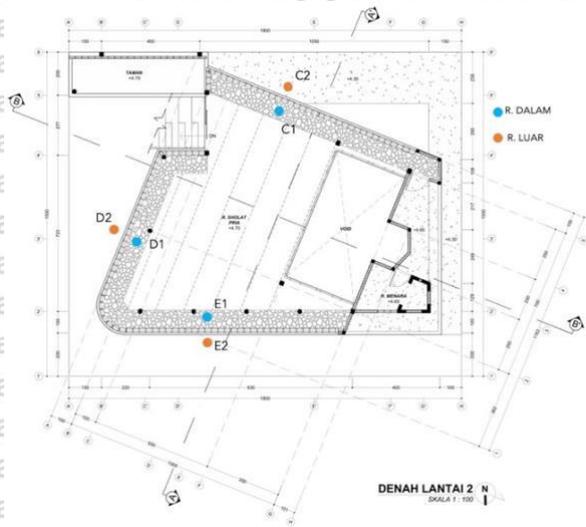
3.6 Metode Analisis Data

Untuk menganalisis data yang sudah dikumpulkan, perlu menggunakan metode analisis perbandingan dengan pendekatan kuantitatif. Analisis dibagi menjadi dua, antara lain :

1. Analisis Pengukuran

Pengukuran dilakukan terhadap faktor-faktor yang berpengaruh pada kenyamanan termal pada bangunan. Waktu yang menjadi fokus utama pengukuran adalah waktu efektif masjid digunakan yang umumnya pada saat waktu shalat. Pengukuran dengan thermohygrometer akan menampilkan perubahan tempertur udara beserta kelembapan pada setiap jamnya. Untuk mengukur kecepatan angin menggunakan alat anemometer. Data yang didapat melalui pengukuran akan divalidasi melalui *Ansys Fluent*.



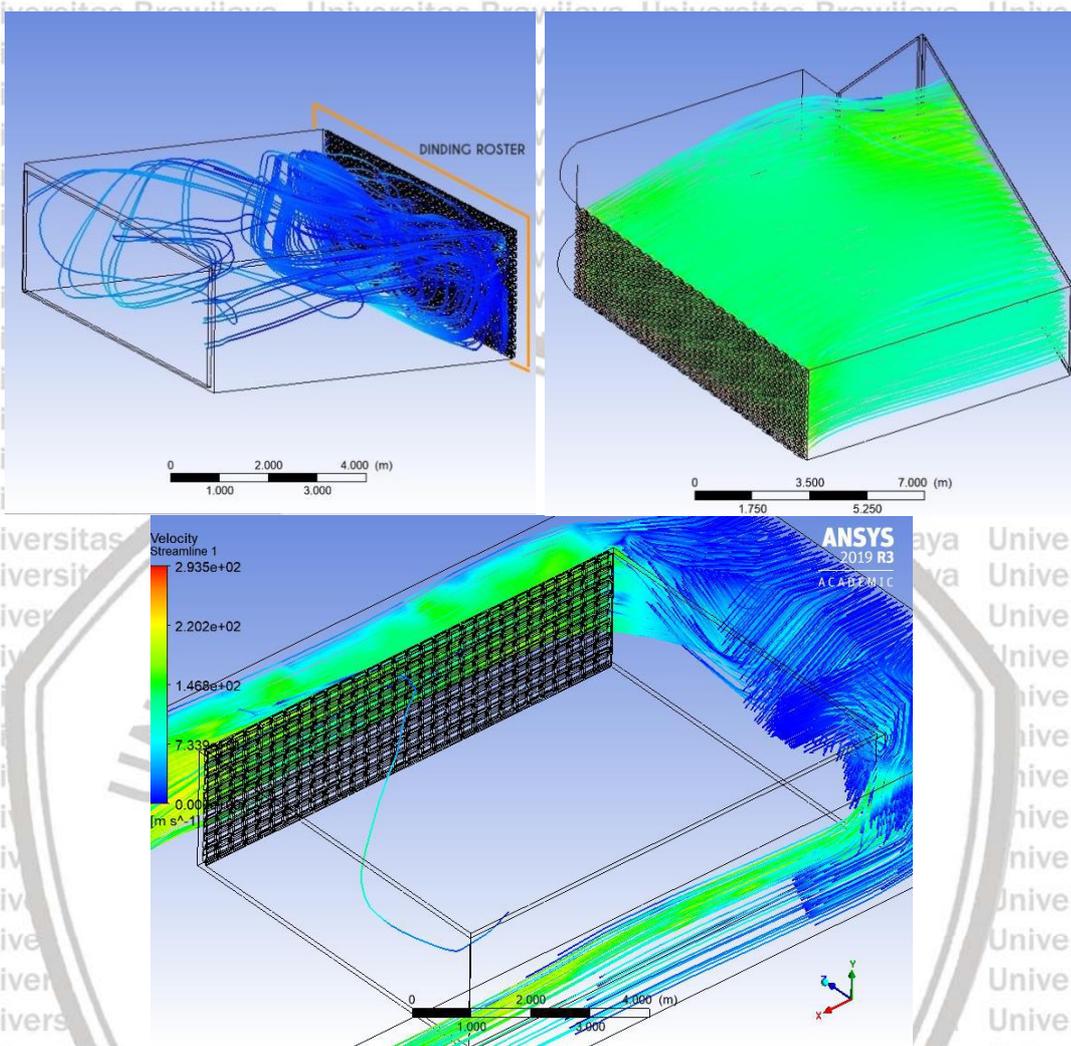


Gambar 3.1 Titik ukur pada ruang yang diteliti

Titik pengukuran diposisikan sejauh 60 cm dan 1,5 meter dari sumber angin. Pada lantai 1 terdapat 2 titik ukur dan di lantai 2 terdapat 3 titik ukur.

2. Analisis Simulasi

Simulasi dilakukan untuk membandingkan antara data eksisting dengan kondisi eksisting. Kinerja roster akan terlihat setelah kondisi eksisting dibandingkan dengan standar/teori kenyamanan termal. Rekayasa desain dibuat untuk memberikan rekomendasi yang lebih optimal untuk membuat sebuah bangunan nyaman dalam aspek termal. Untuk simulasi pada kondisi eksisting menggunakan model yang merepresentasikan keadaan sesungguhnya pada masjid dengan ukuran dan bentuk yang sama. Pada simulasi rekayasa desain, model ruang yang digunakan merupakan hasil penyederhanaan dari ruang di masjid yang memiliki ukuran yang sama, dimana model dapat menggambarkan orientasi ruang terhadap tapak. Penerapan *inlet* dan *outlet* pada model simulasi menerapkan dan mempertimbangkan kondisi eksisting pada bangunan, agar hasil dari simulasi dapat sesuai dengan keadaan sesungguhnya dari Masjid A1 – Ikhlas. *Inlet* pada model berada pada sisi timur dan utara ruang, dimana arah dominan angin pada tapak berada pada sisi ini sehingga memiliki tekanan yang positif. Untuk peletakkan *outlet*, sisi yang membelakangi dari arah datangnya angin berpotensi menjadi *outlet* karena tekanan pada area ini cenderung rendah dan sedikit angin yang dapat masuk melalui sisi ini.



Gambar 3.2 Model Simulasi Ruang

3.7 Lokasi dan Waktu Penelitian

Objek penelitian memiliki fungsi sebagai masjid yang bernama Masjid Al-Ikhlash, berlokasi di Perumahan Puri Surya Jaya Kabupaten Sidoarjo. Penelitian dilaksanakan pada waktu saat shalat, yaitu pukul 04.00, 12.00, 15.00, 18.00, dan 19.00. Sebagai sample, pengukuran dilakukan pada waktu shalat dhuhur dan ashar. Pengukuran dilakukan pada waktu ini karena berdasarkan data dari BMKG bahwa kondisi iklim makro di kabupaten Sidoarjo pada waktu subuh, magrib, dan isya sudah sesuai dengan standar kenyamanan ruang dari SNI. Sebagai contoh, saat subuh suhu dan kelembapan udara di Kabupaten Sidoarjo adalah 26°C dan 70%, yang mana angka tersebut berada pada kondisi nyaman optimal dan hangat nyaman sesuai SNI. Pada waktu dhuhur dan ashar, memiliki suhu dan kelembapan yang tinggi dan kecepatan rata – rata angin yang cenderung rendah bila dibandingkan

dengan waktu shalat lainnya. Kondisi ini perlu ditinjau kembali untuk mengetahui apakah penggunaan roster sebagai pendinginan pasif dapat optimal pada waktu – waktu tersebut. Pengukuran dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu pada tanggal 25 Januari dan 18 Maret 2020.



Gambar 3.3 Objek Penelitian
(Sumber : Dokumen Pribadi)

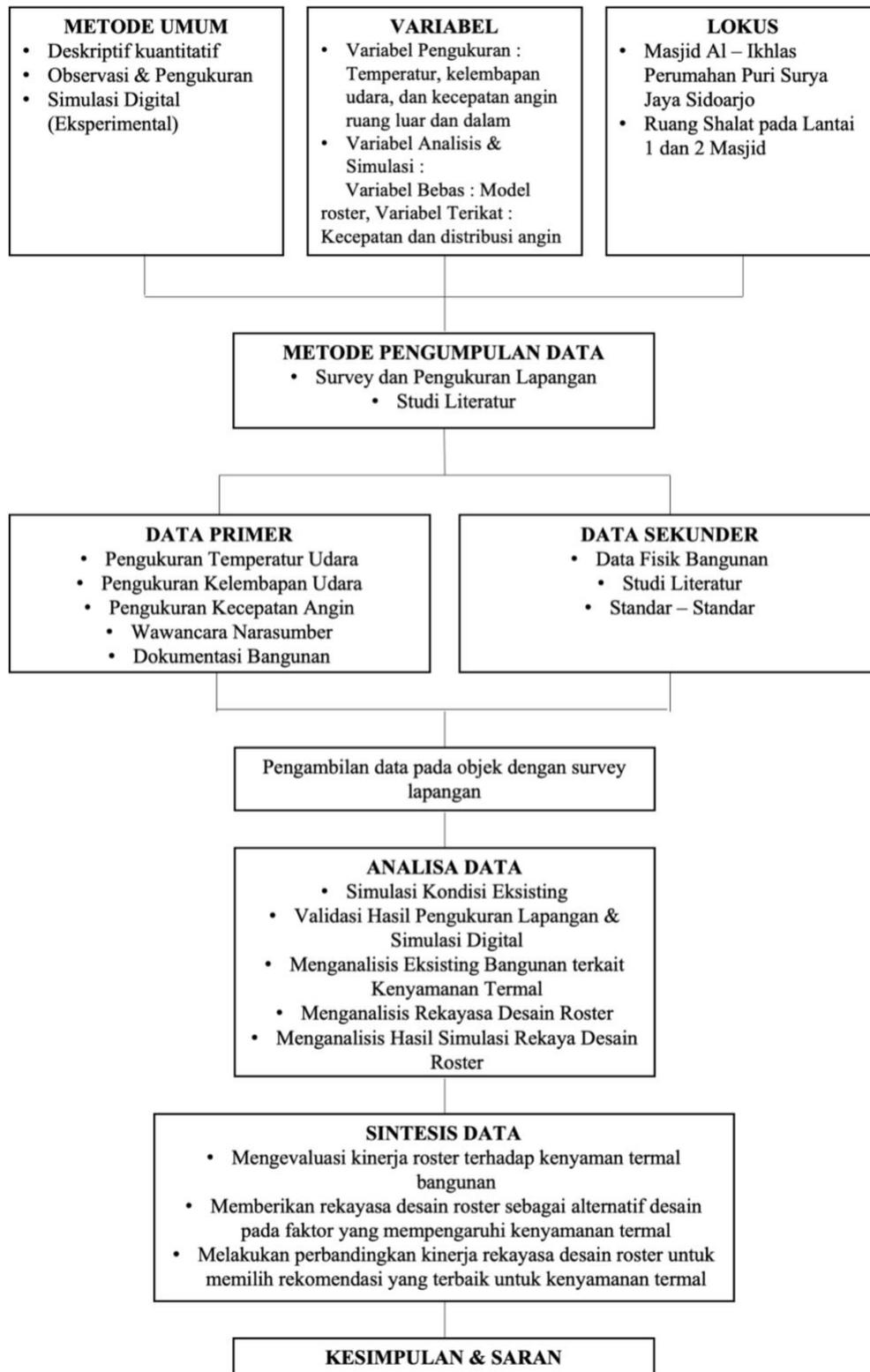
3.8 Instrumen Penelitian

Untuk menunjang dalam melakukan pengambilan data dan analisis, dibutuhkan alat-alat yang dapat mendukung proses penelitian, antara lain :

1. Thermohyrometer
Memiliki fungsi untuk merekam data temperatur udara, kelembapan udara pada ruang.
2. Kamera
Mendokumentasi secara visual kondisi bangunan secara keseluruhan dan detailnya.
3. Buku Catatan
Befungsi untuk mencatat hasil pengukuran dan juga hasil wawancara.
4. Software ANSYS Fluent
Sebagai alat untuk simulasi data khususnya aliran angin pada ruang.
5. Anemometer
Alat pengukur laju kecepatan angin di dalam bangunan.
6. Meteran
Befungsi untuk mengukur ruang khususnya dimensi roster.

3.9 Kerangka Metode Penelitian

Tahap dalam penelitian akan disusun secara diagram untuk memudahkan dalam memahami langkah-langkah apa saja yang dilakukan mulai awal hingga akhir penelitian



Gambar 3.4 Kerangka Metode Penelitian

BAB IV

HASIL DAN ANALISIS

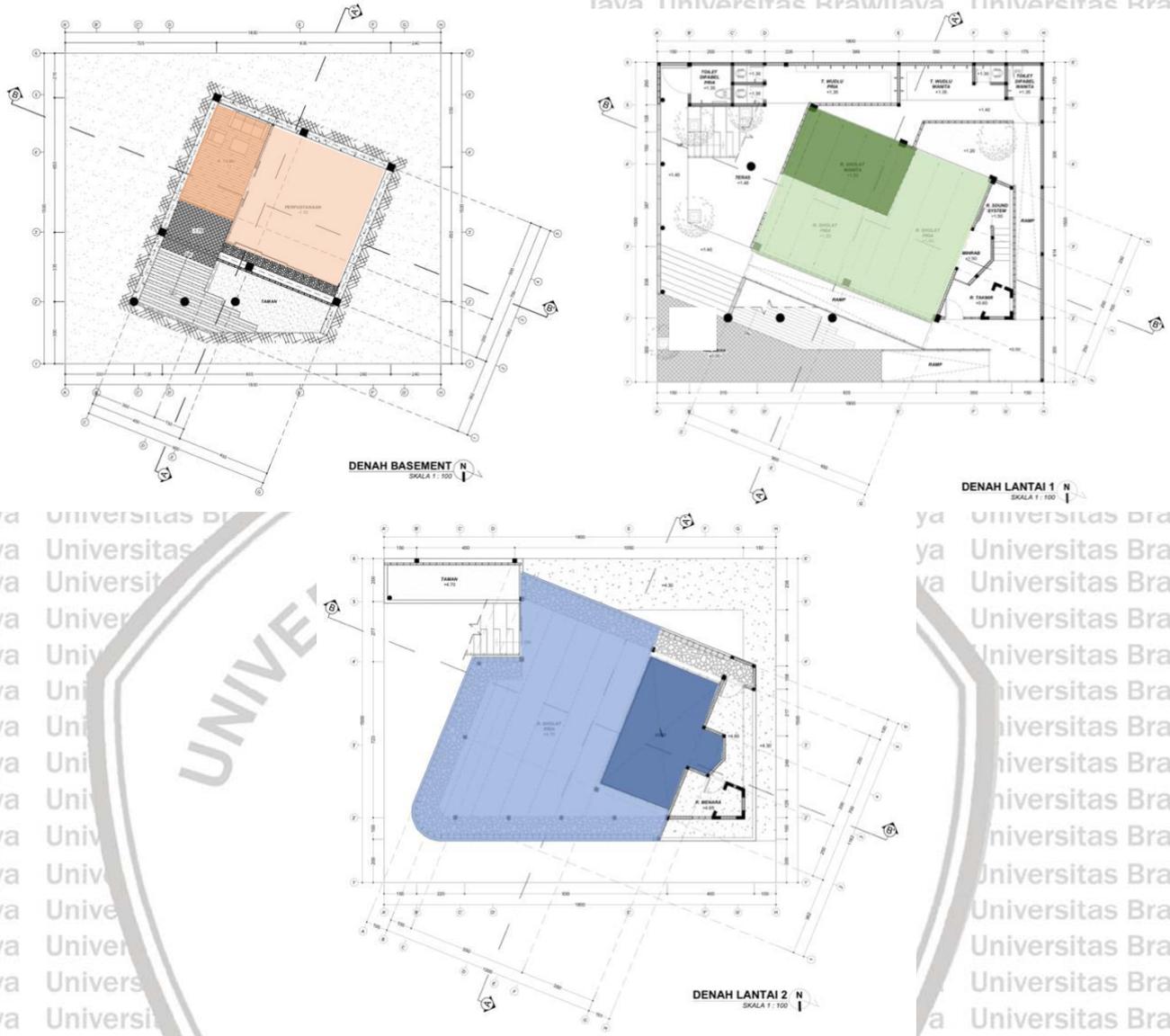
4.1 Deskripsi Objek Penelitian

Masjid Al – Ikhlas terletak di perumahan Puri Surya Jaya, Cluster Athena, Kabupaten Sidoarjo. Lokasi masjid berada pada permukiman penduduk, dengan kondisi lingkungan yang memiliki ruang terbuka hijau yang baik. Fungsi bangunan sendiri selain menjadi tempat beribadah, juga digunakan sebagai tempat berkumpul untuk kegiatan kajian agama. Keberadaan bangunan di sekitar tidak berpengaruh besar terhadap posisi masjid, hal ini dikarenakan masjid memiliki kedudukan bangunan yang lebih tinggi. Bangunan menjadi salah satu landmark di dalam cluster perumahan, melihat dari fungsi dan ketinggiannya. Pencapaian menuju masjid dapat ditempuh dari dua jalan yaitu dari Jalan Athena Barat dan Jalan Athena Timur, posisi masjid berada pada Jalan Raya Athena Selatan I.



Gambar 4.1 Masjid Al - Ikhlas

Bangunan memiliki 3 lantai fungsional, dimana lantai basement berfungsi sebagai ruang berkumpul dan juga sebagai perpustakaan, lantai 1 merupakan ruang beribadah untuk pria dan wanita, untuk lantai 2 berfungsi sebagai ruang khusus pria dan sering fungsikan saat sholat jumat. Luas tanah dari masjid adalah 270 m², dengan luas tanah terbangun sebesar 80% dari luas total. Konsep ruang memiliki karakter semi terbuka, dengan pemanfaatan roster sebagai dinding semi massif. Karakter ini sangat terlihat pada lantai 1 dan 2 masjid, sedangkan lantai basement cenderung lebih tertutup. Berikut perletakan ruang-ruang utama pada bangunan masjid :



Gambar 4.2 Denah Masjid Al - Ikhlas

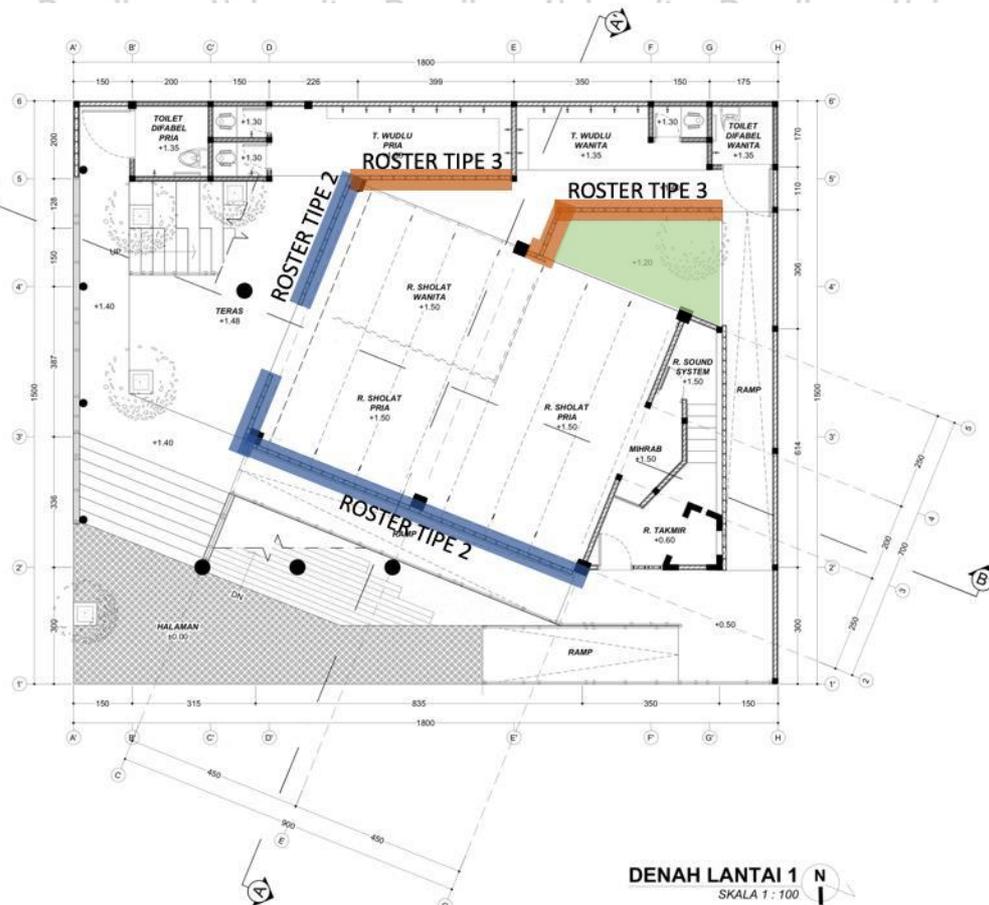
Sebagai penghawaan pada bangunan, roster menjadi sumber dan media utama penghawaan alami yang digunakan pada lantai 1 dan 2 masjid. Untuk lantai basement menggunakan penghawaan buatan berupa *Air Conditioner (AC)*.



Gambar 4.3 Interior Masjid Al - Ikhlas

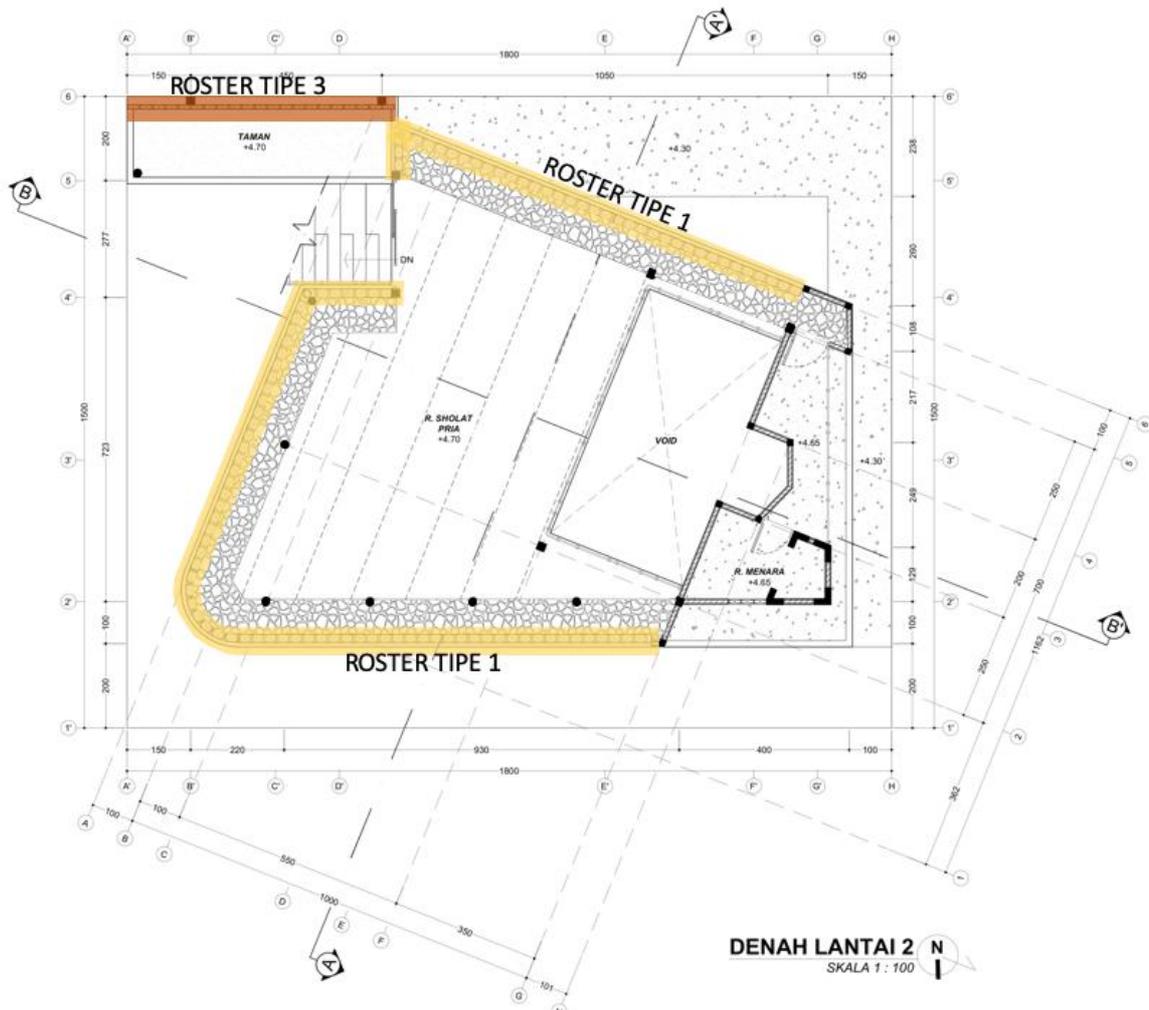
4.2 Analisis Desain Ventilasi Alami Eksisting

4.2.1 Posisi Ventilasi Terhadap Bangunan



Gambar 4.4 Denah Lantai 1 Masjid

Ventilasi alami yang terdapat pada bangunan berupa rooster, yang memiliki tiga jenis dimana setiap jenisnya memiliki ukuran dan bentuk yang berbeda-beda. Penggunaan rooster difokuskan pada ruang ibadah sebagai fungsi utama dari bangunan. Pada lantai satu masjid, rooster yang digunakan adalah rooster tipe 2 dan tipe 3. Letak rooster tipe 2 berada pada dinding sisi tenggara dan timur laut masjid, sedangkan rooster tipe 3 berada pada sisi selatan. Orientasi utama masjid mengarah ke timur laut, dengan begitu sisi ini yang menjadi *inlet* bagi udara masuk ke dalam bangunan pada lantai 1 ada di sisi ini. Udara yang masuk akan keluar melalui outlet pada sisi barat daya bangunan, yang mana selain terdapat rooster pada bagian ini juga memiliki *courtyard*. Ruang penunjang berupa tempat wudlu bagi pria dan wanita yang terletak di ujung selatan masjid masih mendapatkan aliran udara yang didapatkan dari rooster pada sisi selatan ruang.

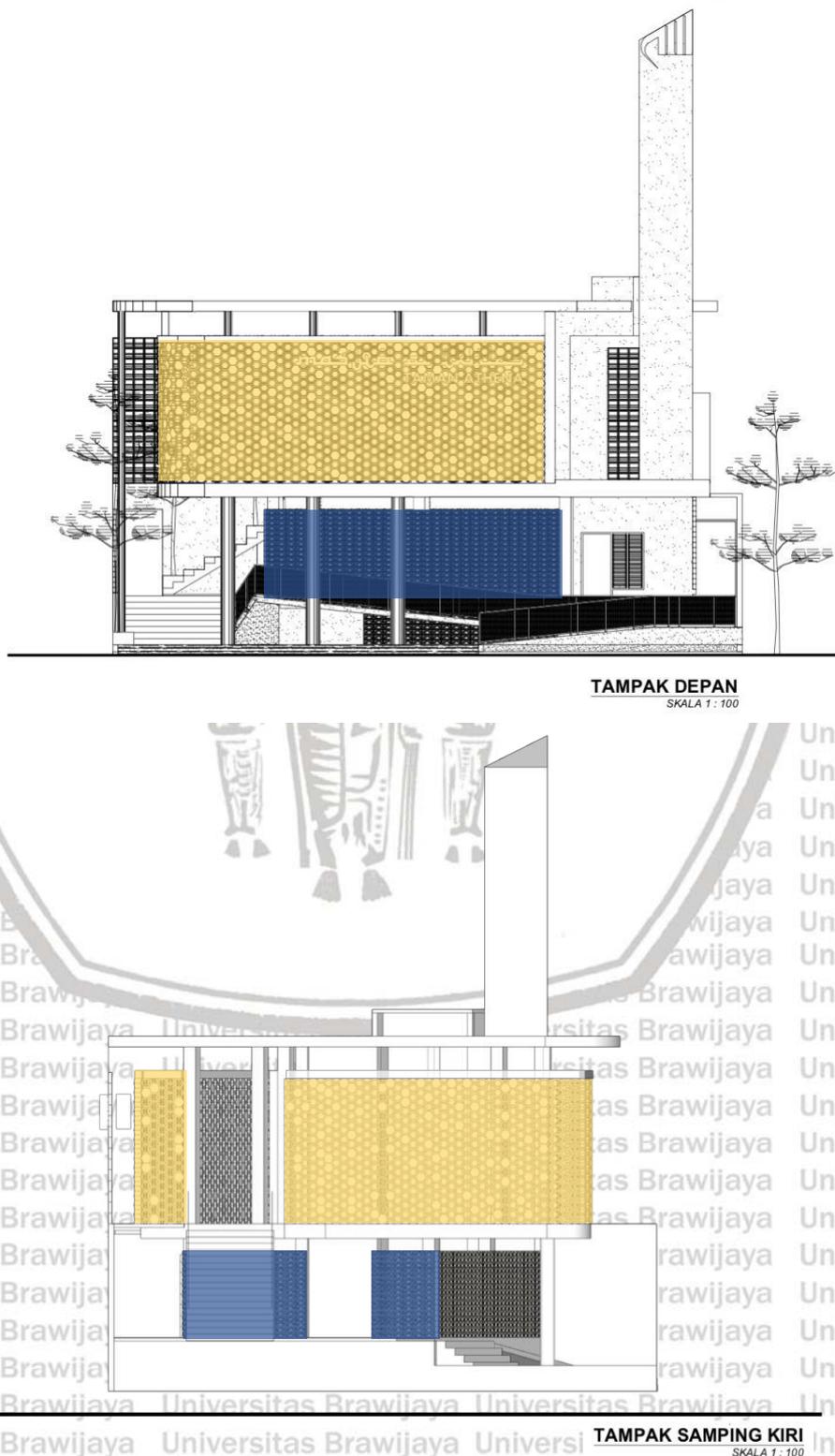


Gambar 4.5 Denah Lantai 2 Masjid

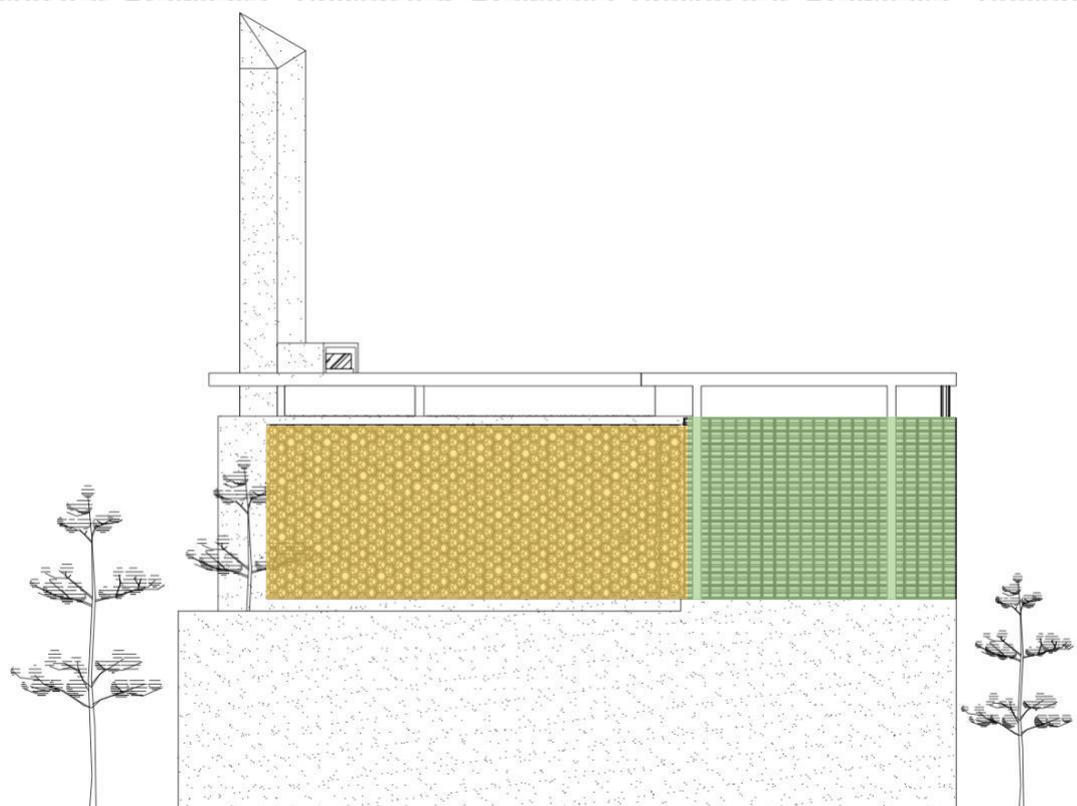
Penggunaan roster pada lantai 2 bangunan dominan digunakan disetiap sisi dinding, kecuali pada sisi barat laut yang merupakan ruang menara sehingga dindingnya lebih tertutup. Jenis roster yang digunakan pada lantai 2 adalah roster tipe 1 dan tipe 3. Untuk roster tipe 1 diletakkan pada ruang ibadah yang tersusun mengelilingi lantai. Pada lantai 2 setiap sisi memiliki keterbukaan yang hampir sama, dengan begitu terdapat tiga sisi yang dapat menjadi *inlet* dan *outlet* pada ruang. *Inlet* dan *outlet* bergantung dari arah angin yang ada pada lingkungan sekitar. Angin dapat berhembus dari sisi utara dan keluar di sisi selatan, maupun sebaliknya. Bila angin datang dari sisi timur, maka angin dapat terpecah ke sisi utara maupun selatan dikarenakan sisi barat daya lantai 2 merupakan dinding masif. Untuk roster tipe 3 pada lantai 2 terletak di luar ruang ibadah, tepatnya pada taman. Peletakan roster pada sisi ini dapat memberikan aliran udara pada bagian tangga dan juga taman, namun keberadaannya tidak berpengaruh langsung terhadap ruang ibadah.

4.2.2 Luas Ventilasi Terhadap Luas Lantai

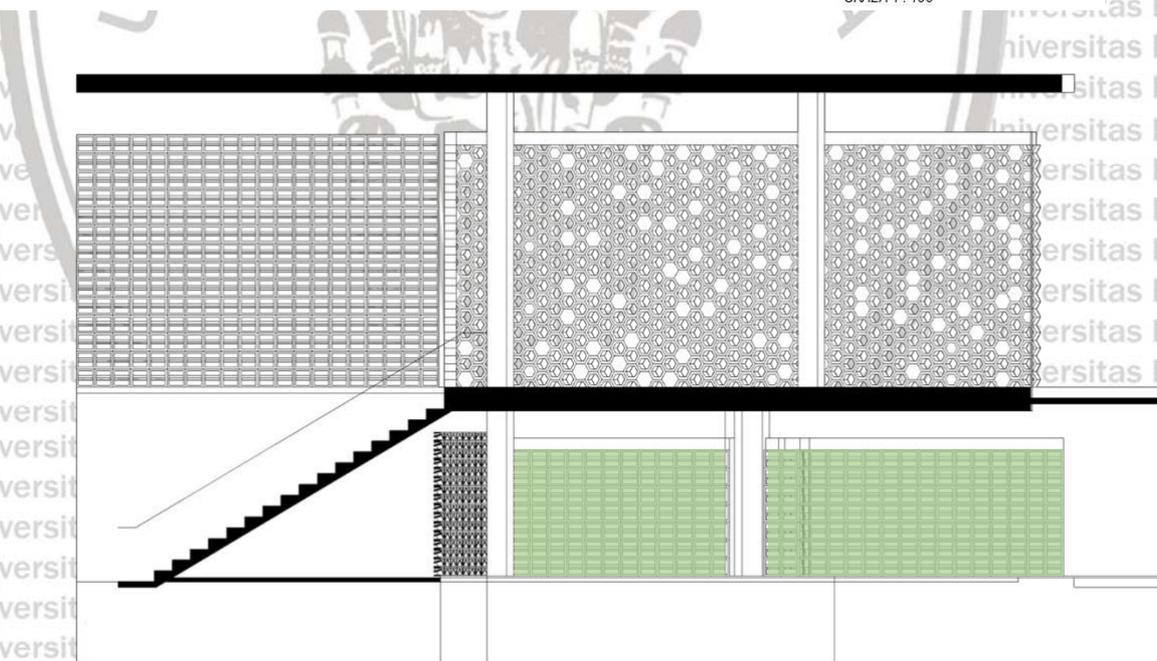
Luas ventilasi pada bangunan mendominasi dinding ruangan karena pengaplikasian roster digunakan sebagai dinding semi masif. Perbandingan luas roster terhadap bangunan dapat terlihat pada Gambar 4.6 – 4.7.



Gambar 4.6 Tampak Depan & Samping Kiri Masjid



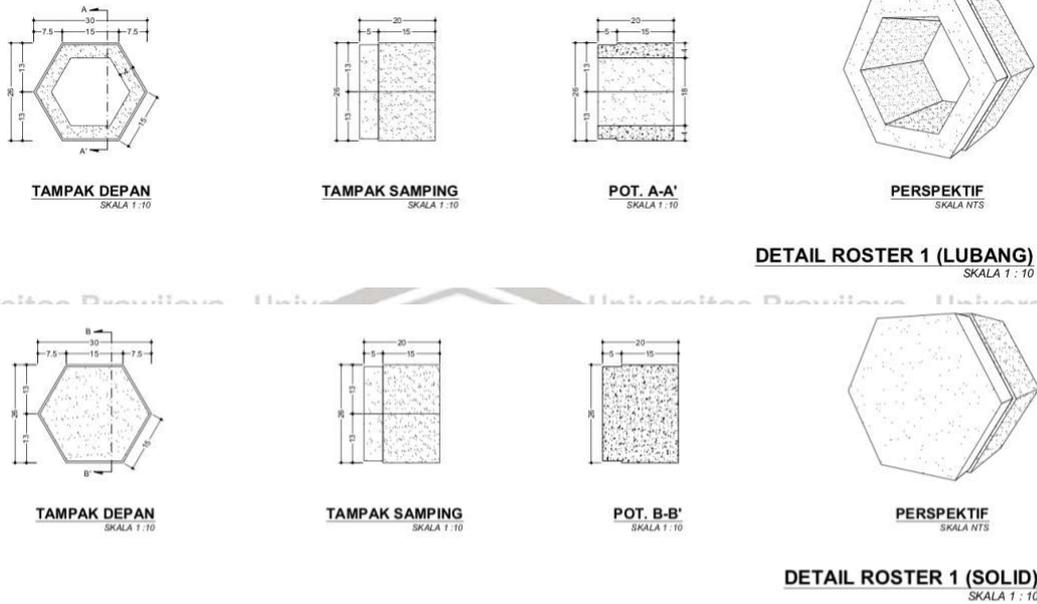
TAMPAK BELAKANG
SKALA 1 : 100



Gambar 4.7 Tampak Belakang & Samping Kanan Masjid

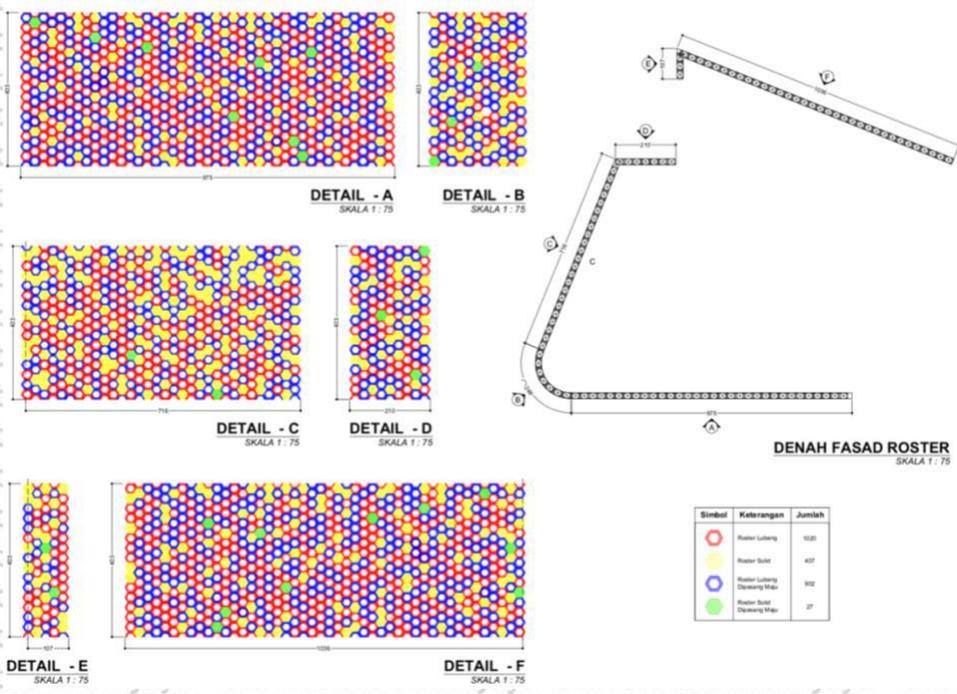
Masing – masing tipe roster yang digunakan memiliki ukuran dan pola penyusunan tersendiri. Berikut merupakan detail dari roster yang ada pada bangunan :

1. Roster Tipe 1



Gambar 4.8 Roster Tipe 1

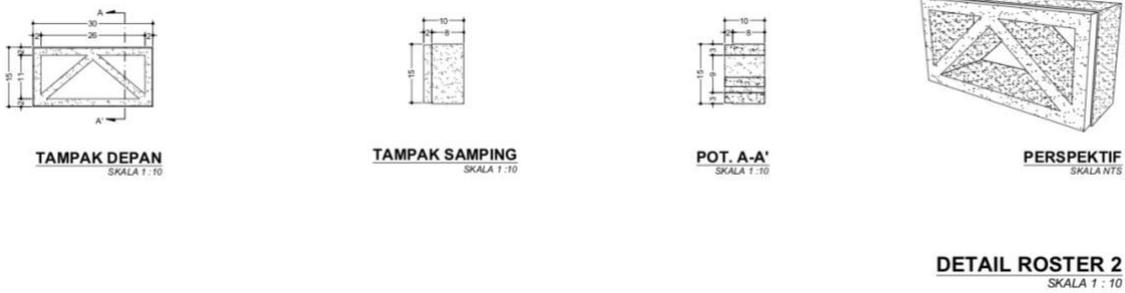
Pada roster jenis ini memiliki pola tersendiri yang menyerupai bentuk dari sarang lebah. Penataannya sudah ditentukan pada gambar kerja, yang mana terdapat roster yang berlubang dan juga terdapat roster yang berbentuk solid. Penerapan pola ini secara arsitektural lebih diperuntukkan sebagai unsur estetika pada bangunan. Penggunaan tipe ini terdapat pada ruang ibadah di lantai 2 masjid. Bahan dasar dari roster ini adalah semen.



Simbol	Keterangan	Jumlah
○	Roster Lubang	1020
●	Roster Solid	437
○	Roster Lubang Disamping Masjid	910
●	Roster Solid Disamping Masjid	27

Gambar 4.9 Panduan Penyusunan Roster Tipe 1

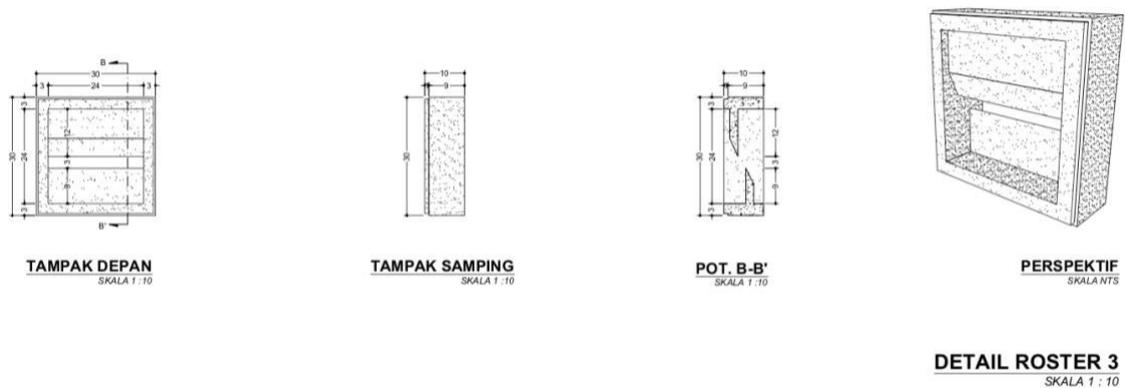
2. Roster Tipe 2



Gambar 4.10 Roster Tipe 2

Roster tipe 2 memiliki bentuk persegi panjang dengan detail segitiga di dalamnya, yang tidak memiliki sudut kemiringan tertentu sehingga memungkinkan aliran angin mudah melewati roster. Bentuknya yang menyerupai batako mempermudah penyusunannya sebagai dinding semi massif. Bahan dasar roster ini adalah semen dengan finishing cat warna merah, sehingga menyerupai roster berbahan tanah liat. Pengaplikasian roster tipe ini digunakan pada ruang sholat pria dan wanita di lantai 1 masjid.

3. Roster Tipe 3



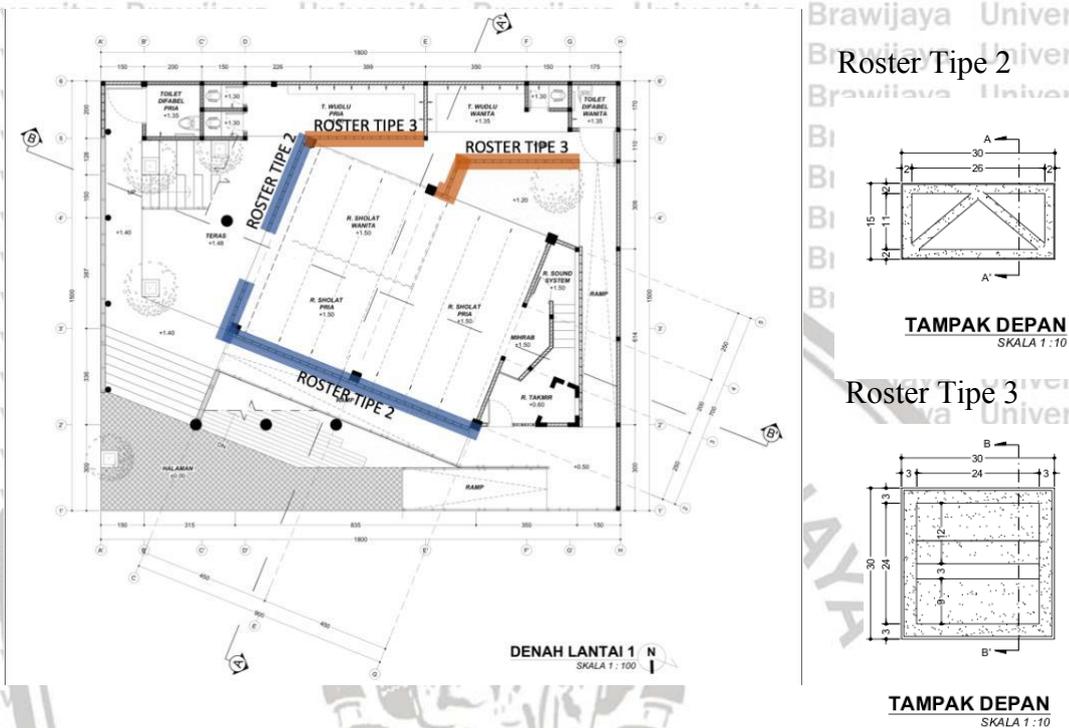
Gambar 4.11 Roster Tipe 3

Tipe roster yang terakhir merupakan roster dengan bentuk persegi yang memiliki bahan dasar semen. Bentuk roster pada tipe ini memiliki spesifikasi tersendiri yang mana terdapat sudut kemiringan yang membentuk lubang sebesar 3 cm sebagai jalur sirkulasi angin. Roster digunakan di lantai 1 sebagai dinding semi massif yang menjadi pembatas antara ruang sholat dan ruang wudlu. Di lantai 2, roster digunakan pada area taman yang membatasi bangunan dengan lingkungan sekitar.



Dari pemaparan mengenai luas roster dan detail dari roster, didapatkan rasio perbandingan antara luas lubang ventilasi terhadap luas lantai ruang ibadah sebagai berikut:

1. Lantai 1

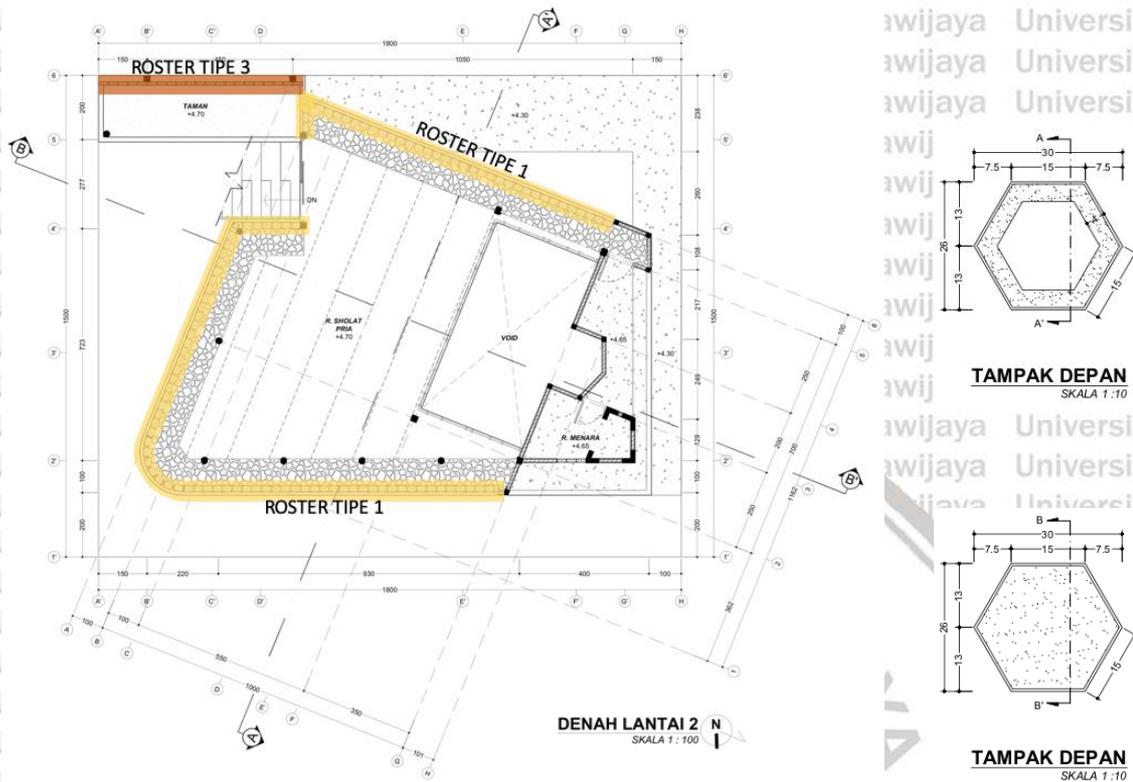


Gambar 4.12 Peletakkan Roster pada Lantai 1

- Luas lantai ruang ibadah pria dan wanita = 7 m x 9m = 63 m²
 Luas lantai ruang penunjang = (6,26 m x 1,7 m) + (5 m x 1,7 m) = 19,1
 Total luas = 63 + 19,1 = 82,1 m²
- Luas lubang ventilasi
 Roster tipe 2, luas lubang setiap modul = 0,02 m²
 Jumlah roster tipe 2 = 768 modul, luas total roster tipe 2 = 768 x 0,02 m² = 15,36 m²
 Roster tipe 3, luas lubang setiap modul = 0,01 m²
 Jumlah roster tipe 3 = 216 modul, luas total roster tipe 3 = 216 x 0,01 m² = 2,16 m²
 Luas total ventilasi pada lantai 1 = 15,36 + 2,16 = 17,52 m²
- Rasio perbandingan luas lantai dan luas ventilasi

$$\frac{17,52 \text{ m}^2}{82,1 \text{ m}^2} \times 100 \% = 21,3 \% \text{ luas lantai 1}$$

2. Lantai 2



Gambar 4.13 Peletakkan Roster pada Lantai 2

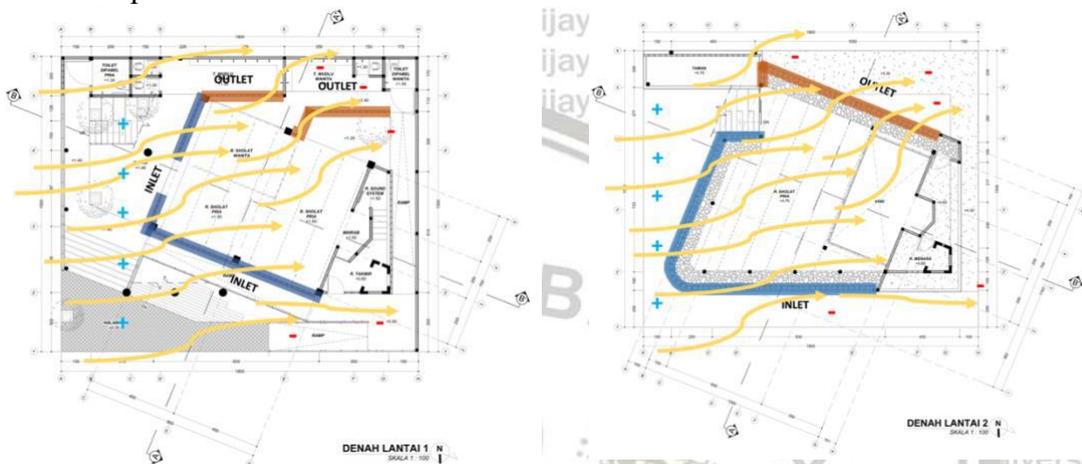
- Luas lantai ruang ibadah = 90,25 m²
Luas void = 24,5 m²
- Luas lubang ventilasi
Roster tipe 1, luas lubang setiap modul = 0,03 m²
Jumlah total roster tipe 1 = 2263 modul
Jumlah roster solid = 404 modul
Jumlah roster berlubang = 2263 – 404 = 1859 modul
Luas total ventilasi pada lantai 2 = 1859 x 0,03 m² = 55,77 m²
- Rasio perbandingan luas lantai dan luas ventilasi
 $\frac{55,77 \text{ m}^2}{90,25 \text{ m}^2} \times 100\% = 61\%$ luas lantai 2

4.2.3 Persebaran Pergerakan Angin Eksisting

Pergerakan angin di dalam bangunan dipengaruhi oleh letak, jumlah bukaan serta arah datangnya angin. Bila di dalam ruang hanya terdapat satu sisi yang memiliki bukaan, maka akan mengurangi efektifitas angin masuk ke dalam. Hal ini diakibatkan tidak adanya jalan lain untuk udara keluar, sehingga udara dari luar tidak bisa masuk ke dalam.



Pada Masjid Al – Ikhlas, bangunan menerapkan sistem ventilasi silang yang memungkinkan terdapatnya *inlet* dan *outlet* di dalam ruang. Dengan sistem ini, ventilasi di letakkan secara berhadapan sehingga memungkinkan adanya pertukaran udara dari dalam ke luar bangunan. Visualisasi pergerakan angin di dalam bangunan terlihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Visualisasi Pergerakan Angin

Berdasarkan data dari BMKG, di kabupaten Sidoarjo arah angin dominan tahunan berhembus dari arah timur. Penerapan *inlet* dan *oulet* pada ruang dipengaruhi oleh arah datangnya angin, masjid memiliki dinding roster di sisi timur, utara dan selatan. Sisi timur bangunan memiliki daerah *inlet* yang memadai karena dapat memaksimalkan angin yang masuk dari luar bangunan. Dinding roster di sisi timur dapat menerima aliran angin yang datang, sehingga ventilasi dapat berkerja secara maksimal. Angin yang datang dari arah timur saat bertemu dengan sisi bangunan akan menciptakan tekanan positif. Untuk angin bergerak menjauhi sisi bangunan akan membentuk tekanan negatif dan tidak dapat tersebar secara merata.



Gambar 4.15 Wind Rose Kab. Sidoarjo

Pada ruang ibadah, idealnya terdapat dua *inlet* yang menjadi jalan masuknya angin. Sisi timur ruang menjadi *inlet* utama pada bangunan bila dilihat dari arah datangnya angin. Sisi utara bangunan memiliki dinding roster yang sama dengan sisi timur. Ventilasi ini menjadi alternatif jalur masuknya angin saat arah angin datang dari arah utara. Sebagai outlet, sisi selatan bangunan menjadi jalur keluar sirkulasi udara baik yang berasal dari sisi utara maupun timur. Lantai 1 bangunan memiliki *courtyard* yang mana dapat berfungsi juga sebagai outlet untuk membuang udara panas keluar dari ruang.

4.2.4 Kelebihan & Kekurangan Ventilasi Roster

Penggunaan roster sebagai ventilasi dan juga dinding semi massif pada bangunan memiliki kelebihan dan kekurangannya. Roster yang disusun sebagai dinding fasad memungkinkan udara di dalam ruang terasa lebih sejuk, hal ini dikarenakan sirkulasi pertukaran udara jauh lebih baik dari bangunan ber dinding solid. Sirkulasi udara yang baik didukung dengan konsep ventilasi silang dalam ruang. Penataan roster pada fasad memberikan unsur dekoratif dan nilai artistik lebih terhadap bangunan dengan adanya motif tertentu. Unsur dekoratif didapatkan dari perpaduan warna tertentu pada roster dengan unsur lain pada fasad. Roster memiliki sifat terbuka yang memungkinkan cahaya matahari masuk lebih banyak untuk mengurangi penggunaan pencahayaan buatan di siang hari, dan juga mengurangi kelembapan di dalam ruang.

Roster yang digunakan pada masjid Al – Ikhlas memiliki dual fungsi yang itu sebagai ventilasi dan juga pembatas ruang. Ruang ibadah dan area wudlu untuk jamaah dipisahkan oleh dinding roster yang membedakan kedua area tersebut, konsep ini juga diterapkan untuk membatasi area teras dan area ibadah. Fungsi roster sebagai ventilasi dan dinding semi massif memiliki beberapa kekurangan yang mempengaruhi bangunan itu sendiri dan juga aktivitas di dalamnya. Pemasangan roster sebagai dinding mengurangi tingkat privasi dan keamanan pada ruang di masjid, mengingat fungsi bangunan sebagai tempat ibadah yang membutuhkan privasi lebih. Dinding yang berongga akan membuat kebisingan dari luar bangunan mengganggu kegiatan ibadah, seperti suara kendaraan yang melewati jalan disekitar masjid. Dalam menjaga keamanan masjid, diperlukan ruang khusus untuk menyimpan benda berharga karena sifat bangunan yang semi terbuka agar terhindar dari tindak kejahatan pencurian.

4.2.5 Analisis *Shading Device* pada Bangunan

Masjid Al – Ikhlas memiliki shading device yang cukup luas khususnya pada lantai 1, dimana lantai 2 masjid memiliki konsep kantilever sehingga dapat menaungi ruangan di bawahnya. Lantai kantilever merupakan struktur yang menggantung tanpa tiang penyangga atau penguat lainnya, dimana konsep ini sangatlah kontras dengan bangunan yang memiliki penyangga di ujungnya sebagai penahan beban. Ruang pada lantai 2 masjid menjorok ke arah utara dan terlihat melayang menampilkan kesan modern pada bangunan. Lantai yang melayang akan melindungi dinding roster di bawahnya terlindung dari sinar matahari secara langsung, dengan tujuan tidak memindahkan panas dari luar ke dalam bangunan.



Gambar 4.16 Lantai Kantilever pada Masjid

Naungan pada masjid dapat melindungi dinding terutama pada sisi dinding yang memiliki dinding roster sebagai inlet dimana akan mendinginkan udara yang akan masuk ke dalam. Bentuk katilever pada masjid memiliki kesamaan dengan jenis *shading device horizontal single blade*, yang mana tipe ini merupakan bentuk yang paling optimal sebagai naungan. Penerapan kantilever yang cukup panjang membuat sudut jatuh sinar matahari terhadap dinding roster cukup efektif, sehingga sinar matahari tidak terpapar secara langsung karena berada di daerah tertutup bayangan. Sistem ini juga di terapkan pada lantai 2 yang memiliki atap datar dengan teritisan, walaupun tidak memiliki panjang yang sama dengan naungan pada lantai 1. Atap dapat membayangi dinding roster yang menjadi dinding terluar pada ruang, sehingga saat angin masuk dari berbagai arah maka angin dapat didinginkan.

4.3 Analisis Kinerja Roster Sebagai Ventilasi Alami

Pengukuran terhadap kinerja roster pada masjid dilakukan pada dua hari yang berbeda, dimana pengukuran meliputi suhu, kelembapan, dan kecepatan angin.

Pada pengukuran pertama, jarak pengukuran terhadap posisi roster adalah 60 cm sedangkan pada pengukuran kedua pengukuran dilakukan dengan jarak 1,5 m.

Pelaksanaan pengukuran pertama dilakukan pada 25 Januari 2020 dengan rentang waktu pukul 12.00 – 16.00 pada 2 waktu shalat, yaitu shalat duhur dan shalat ashar.

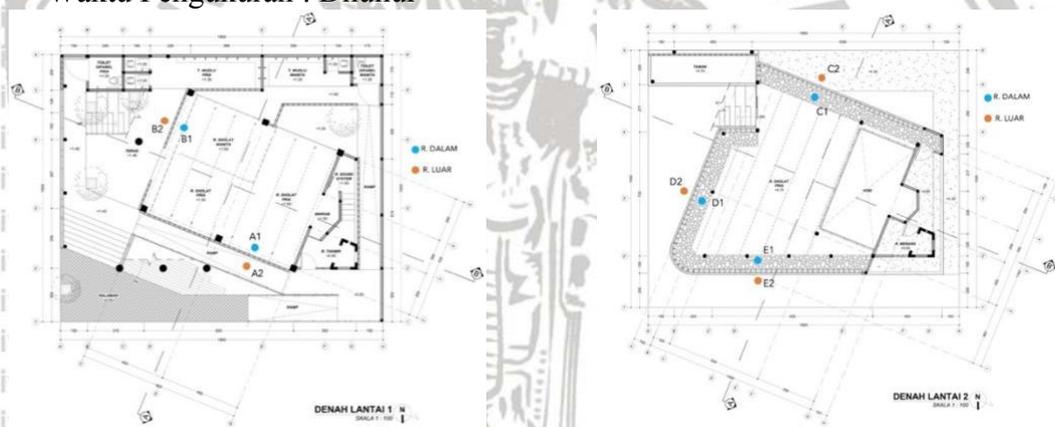
Pengukuran kedua dilakukan pada 18 Maret 2020, dengan rentang waktu pukul 12.00 – 16.00 yang merupakan waktu shalat dhuhur dan ashar.

4.3.1. Analisis Suhu Udara Eksisting

Pengukuran 1

Tanggal Pengukuran : Sabtu, 25 Januari 2020

Waktu Pengukuran : Dhuhur



Gambar 4.17 Denah Titik Pengukuran 1

Tabel 4.1 Pengukuran 1 Temperatur Udara Waktu Dhuhur

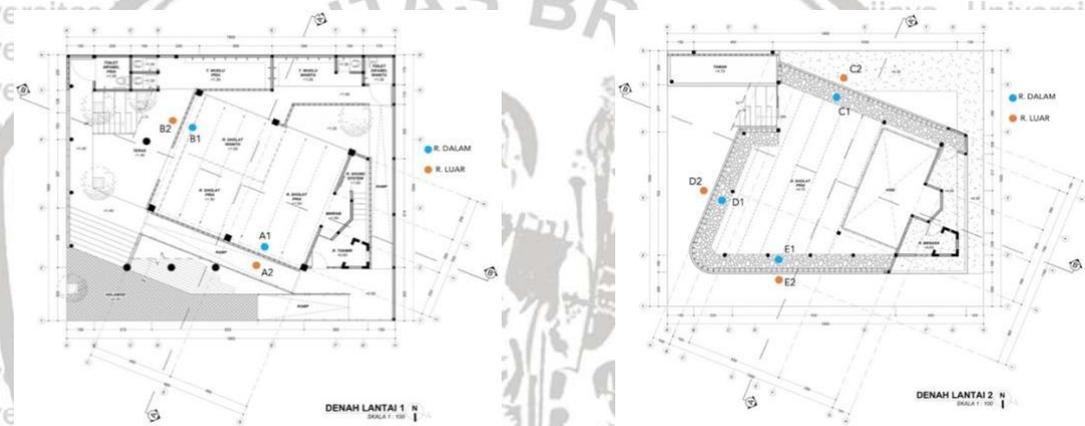
Lantai	Titik Dalam	Suhu (°C)	Titik Luar	Suhu (°C)	Selisih (°C)	Waktu	Kondisi	Standar Nyaman Ruang Dalam SNI = 25°C – 27°C
1	A1	33,6	A2	33,5	0,1	12.24	Ambang atas hangat nyaman	Tidak sesuai
	B1	33,3	B2	33,3	-	12.30	Ambang atas hangat nyaman	Tidak sesuai
2	C1	33	C2	33,1	0,1	12.48	Ambang atas hangat nyaman	Tidak sesuai
	D1	33,2	D2	33,2	-	12.46	Ambang atas hangat nyaman	Tidak sesuai
	E1	33,3	E2	33,3	-	12.44	Ambang atas hangat nyaman	Tidak sesuai

Berdasarkan dari hasil pengukuran di siang hari, suhu udara pada setiap titik ruang memiliki suhu yang merata dengan rata – rata suhu 33°C. Angka ini berada di ambang atas standar nyaman untuk suhu di dalam ruang. Suhu pada ruang cenderung sama dengan suhu lingkungannya. Titik A1 memiliki suhu udara terhangat dibandingkan dengan titik lainnya. Dapat dikatakan suhu udara pada setiap ruang pada siang hari tidak nyaman bagi pengguna ruang, karena jauh dari batas atas suhu hangat nyaaman yaitu 27°C.

Pengukuran 1

Tanggal Pengukuran : Sabtu, 25 Januari 2020

Waktu Pengukuran : Ashar



Gambar 4.18 Denah Titik Pengukuran 1

Tabel 4.2 Pengukuran 1 Temperatur Udara Waktu Ashar

Lantai	Titik Dalam	Suhu (°C)	Titik Luar	Suhu (°C)	Selisih (°C)	Waktu	Kondisi	Standar Nyaman Ruang Dalam
1	A1	31,7	A2	31,7	-	15.34	Ambang atas hangat nyaman	Tidak sesuai SNI = 25°C – 27°C
	B1	32	B2	32	-	15.37	Ambang atas hangat nyaman	
2	C1	32	C2	32	-	15.40	Ambang atas hangat nyaman	Tidak sesuai
	D1	31,8	D2	31,9	0,1	15.43	Ambang atas hangat nyaman	
	E1	31,7	E2	31,7	-	15.46	Ambang atas hangat nyaman	

Hasil dari pengukuran yang dilakukan pada sore hari menggambarkan bahwa setiap titik tidak memiliki perbedaan suhu udara yang signifikan. Suhu ruang luar dan dalam memiliki kesamaan, hal ini dikarenakan jarak titik pengukuran yang

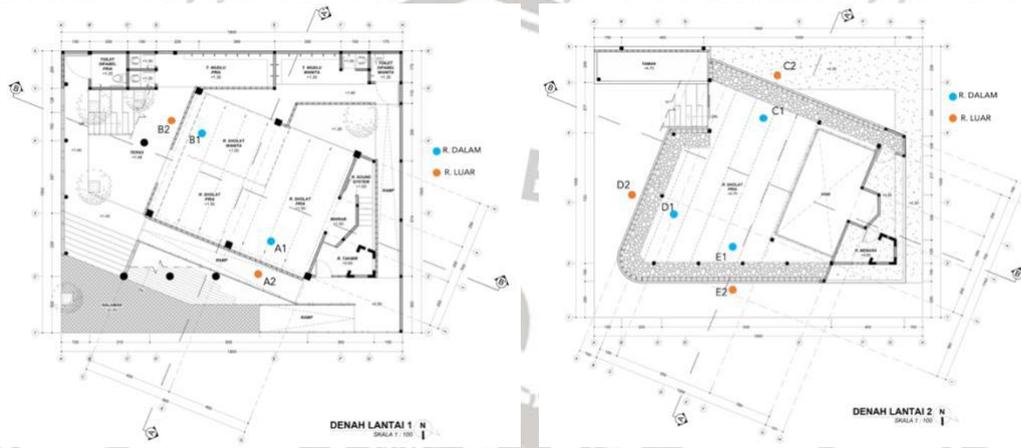


berdekatan sehingga ruang dalam masih dipengaruhi suhu ruang luar. Suhu terhangat berada pada titik B1 dan C1 dengan angka 32°C. Pada pengukuran di sore hari suhu udara mengalami penurunan dari siang hari, namun masih berada di ambang batas atas hangat standar nyaman ruang.

Pengukuran 2

Tanggal Pengukuran : Rabu, 18 Maret 2020

Waktu Pengukuran : Duhur



Gambar 4.19 Denah Titik Pengukuran 2

Tabel 4.3 Pengukuran 2 Temperatur Udara Waktu Duhur

Lantai	Titik Dalam	Suhu (°C)	Titik Luar	Suhu (°C)	Selisih (°C)	Waktu	Kondisi	Standar Nyaman Ruang Dalam SNI = 25°C – 27°C
1	A1	32,8	A2	31,2	1,6	12.20	Ambang atas hangat nyaman	Tidak sesuai
	B1	31,9	B2	30,0	1,9	12.25	Ambang atas hangat nyaman	Tidak sesuai
2	C1	31,4	C2	30,1	1,3	12.32	Ambang atas hangat nyaman	Tidak sesuai
	D1	31,2	D2	29,4	0,8	12.37	Ambang atas hangat nyaman	Tidak sesuai
	E1	31,3	E2	29,7	0,6	12.42	Ambang atas hangat nyaman	Tidak sesuai

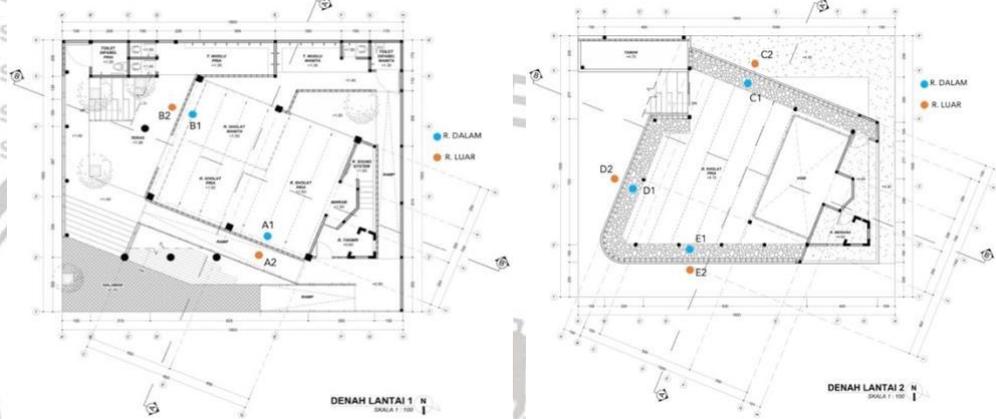
Pada pelaksanaan kedua, titik pengukuran yang ditentukan memiliki jarak 1,5 meter dari dinding roster. Dari hasil pengukuran didapatkan suhu udara di ruang dalam memiliki kecenderungan lebih hangat dibandingkan suhu udara di luar ruang, hal ini berlaku di setiap titik pengukuran. Suhu terhangat pada pengukuran di dalam ruang ada pada titik A1 dengan angka 32,8°C, dan terendah ada pada titik D1 yaitu 31,2°C. Suhu yang dimiliki setiap titik berada di ambang atas kondisi hangat nyaman dan dikategorikan tidak nyaman berdasarkan standar nyaman ruang SNI.

Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan suhu di dalam ruang lebih hangat dibandingkan suhu lingkungannya, seperti aliran udara yang masuk dan juga kelembapan dari ruang tersebut akibat dari penggunaan material pada perabot. Kondisi ini akan membuat ruang terasa lebih panas dan kurang nyaman untuk pengguna.

Pengukuran 2

Tanggal Pengukuran : Rabu, 18 Maret 2020

Waktu Pengukuran : Ashar



Gambar 4.20 Denah Titik Pengukuran 2

Tabel 4.4 Pengukuran 2 Temperatur Udara Waktu Ashar

Lantai	Titik Dalam	Suhu (°C)	Titik Luar	Suhu (°C)	Selisih (°C)	Waktu	Kondisi	Standar Nyaman Ruang Dalam SNI = 25°C – 27°C
1	A1	31,7	A2	30,8	0,9	15.24	Ambang atas hangat nyaman	Tidak sesuai
	B1	31,6	B2	30,6	1	15.37	Ambang atas hangat nyaman	Tidak sesuai
2	C1	31,7	C2	30,8	0,9	15.40	Ambang atas hangat nyaman	Tidak sesuai
	D1	31,3	D2	30,7	0,6	15.43	Ambang atas hangat nyaman	Tidak sesuai
	E1	30,9	E2	30,2	0,7	15.46	Ambang atas hangat nyaman	Tidak sesuai

Setiap titik pada ruang memiliki suhu udara dengan rentang 30,9 – 31,7°C dimana suhu tersebut lebih tinggi bila dibandingkan suhu udara di luar yaitu antara 30,2 – 30,8°C. Perbedaan suhu yang paling terlihat terjadi pada titik B1 dan B2, dimana titik B1 memiliki suhu 1°C lebih tinggi dari B2 sebagai titik luarnya. Rata-rata suhu udara pada ruang dalam adalah 31,4°C dan pada titik luar 30,6°C. Suhu pada ruang berada dikategori tidak nyaman, karena berada di atas 27°C. Kondisi ini



mebutuhkan solusi yang dapat menurunkan suhu udara ruang agar lebih rendah dari suhu lingkungannya. Penerapan ventilasi silang yang ada pada ruang seharusnya dapat membantu untuk mengefektifkan usaha tersebut.



Gambar 4.21 Diagram Pengukuran 1 Temperatur Udara

Dari hasil pengukuran 1, pada setiap waktu sholat memiliki suhu yang merata pada setiap titiknya. Pengukuran dilakukan pada saat kegiatan ibadah telah selesai, sehingga tidak ada pengaruh pengguna secara langsung terhadap kondisi suhu ruangan. Untuk waktu sholat yang memiliki kondisi suhu yang cukup tinggi berada saat waktu duhur, dan terendah pada waktu ashur. Rentang suhu pada ruang berkisar antara 29°C hingga 33°C. Untuk waktu sholat duhur, suhu memiliki rata-rata sebesar 33,2°C dan pada waktu ashur memiliki rata-rata suhu sebesar 31,8°C. Perbandingan rata – rata suhu luar dan suhu ruangan tidak berbeda, hal ini terlihat pada grafik pergerakan suhu dari waktu duhur hingga ashur.



Gambar 4.22 Diagram Pengukuran 2 Temperatur Udara

Pengukuran 2 dilakukan dengan mengatur jarak ukur sebesar 1,5 m dari dinding roster, sehingga dapat melihat keadaan ruang yang tidak terpengaruh secara langsung oleh lingkungannya. Hasil pengukuran memetakan bahwa rata-rata suhu udara pada ruang dalam lebih hangat dari suhu udara ruang luar dan terjadi

perbedaan suhu disetiap titiknya antara 0,6 – 1,9°C. Suhu tertinggi yang di ruang dalam terjadi saat waktu dhuhur antara pukul 12.00 – 13.00, dan mengalami penurunan pada saat waktu sholat ashar. Suhu ruang luar cenderung mengalami kenaikan dari rata-rata 30,08°C pada saat waktu dhuhur dan menjadi 30,6°C di waktu ashar.

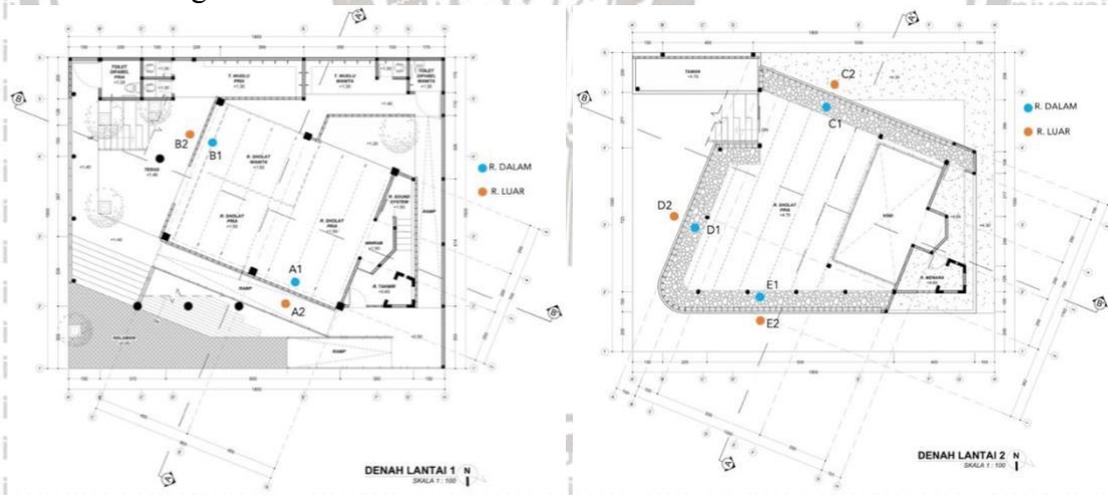
Pada pengukuran 1, perbedaan suhu ruang dalam dan suhu ruang luar hanya sedikit yang berkisar 0,1°C. Dibeberapa titik terdapat yang kedua suhunya sama dan tidak terdapat selisih. Pengukuran 1 dilakukan dengan jarak titik ukuran di posisikan berada 0,6 m dari dinding roster, sehingga pengaruh dari ruang luar masih cukup besar pada area ini. Hasil dari pengukuran 2 memiliki selisih yang berbeda dengan pengukuran 1, dimana terdapat selisih antara 0,6 – 1,9°C di setiap titiknya. Pengukuran 2 memiliki jarak ukur 1,5 m dari dinding roster

4.3.2. Analisis Kelembapan Eksisting

Pengukuran 1

Tanggal Pengukuran : Sabtu, 25 Januari 2020

Waktu Pengukuran : Dhuhur



Gambar 4.23 Denah Titik Pengukuran 1

Tabel 4.5 Pengukuran 1 Kelembapan Waktu Dhuhur

Lantai	Titik	Kelembapan Dalam (%)	Titik	Kelembapan Luar (%)	Selisih (%)	Waktu	Kondisi	Standar Nyaman Ruang Dalam SNI = 50%-70%
1	A1	71	A2	67	4	12.24	Diatas batas nyaman	Tidak sesuai

	B1	73	B2	72	1	12.30	Diatas batas nyaman	Tidak sesuai
2	C1	67	C2	74	7	12.48	Nyaman	Sesuai
	D1	66	D2	71	5	12.46	Nyaman	Sesuai
	E1	71	E2	69	2	12.44	Diatas batas nyaman	Tidak sesuai

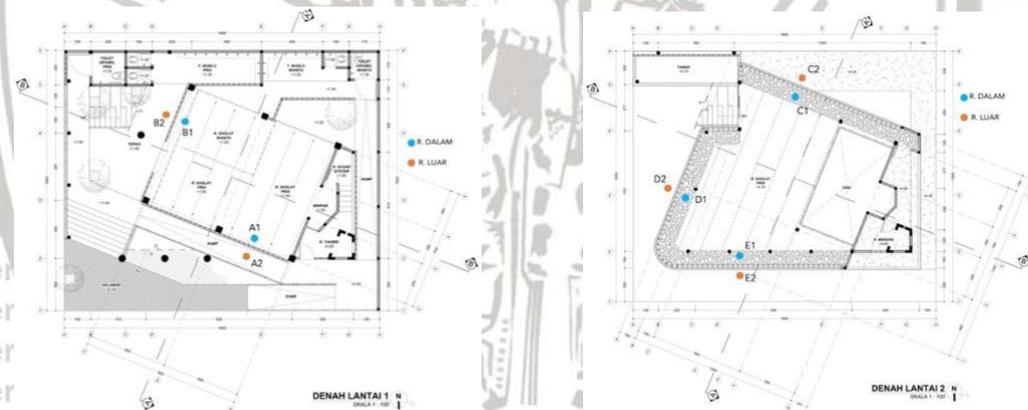
Kelembapan udara pada waktu dhuhur memiliki kecenderungan yang cukup tinggi, namun di beberapa titik masih dalam kategori standar nyaman ruang. Perbandingan kelembapan udara pada ruang luar dan ruang dalam memiliki selisih yang kecil, dan dapat dikategorikan keduanya memiliki kondisi yang sama.

Kelembapan tertinggi terjadi pada titik B1 sebesar 73%, dan cukup nyaman pada titik C1 dan D1.

Pengukuran 1

Tanggal Pengukuran : Sabtu, 25 Januari 2020

Waktu Pengukuran : Ashar



Gambar 4.24 Denah Titik Pengukuran 1

Tabel 4.6 Pengukuran 1 Kelembapan Waktu Ashar

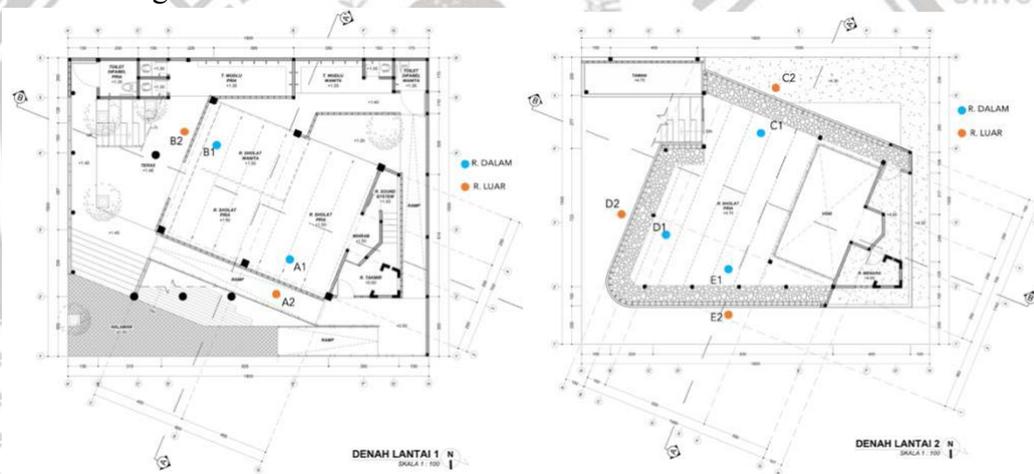
Lantai	Titik Dalam	Kelembapan (%)	Titik Luar	Kelembapan (%)	Selisih (%)	Waktu	Kondisi	Standar Nyaman Ruang Dalam SNI = 50%-70%
1	A1	64	A2	63	1	15.34	Nyaman	Sesuai
	B1	63	B2	65	2	15.37	Nyaman	Sesuai
2	C1	61	C2	63	2	15.40	Nyaman	Sesuai
	D1	62	D2	61	1	15.43	Nyaman	Sesuai
	E1	64	E2	65	1	15.46	Nyaman	Sesuai

Kondisi kelembapan ruang pada waktu sholat ashar mengalami penurunan bila dibandingkan dengan waktu dhuhur. Kelembapan ruang memiliki tingkat yang merata dan cenderung sama baik pada ruang dalam maupun ruang luar. Setiap titik pengukuran menunjukkan angka 61 – 65 %, dimana untuk ruang dalam keadaan tersebut masih dalam standar nyaman ruang. Di antara 5 titik pengukuran, titik A1 dan E1 yang memiliki kelembapan paling tinggi dibandingkan titik lainnya. Keberadaan matahari yang akan terbenam mempengaruhi keadaan ruang, dimana suhu tidak terlalu tinggi sehingga kelembapan ruang juga akan turun mengikuti pergerakan tersebut.

Pengukuran 2

Tanggal Pengukuran : Rabu, 18 Maret 2020

Waktu Pengukuran : Dhuhur



Gambar 4.25 Denah Titik Pengukuran 2

Tabel 4.7 Pengukuran 2 Kelembapan Waktu Dhuhur

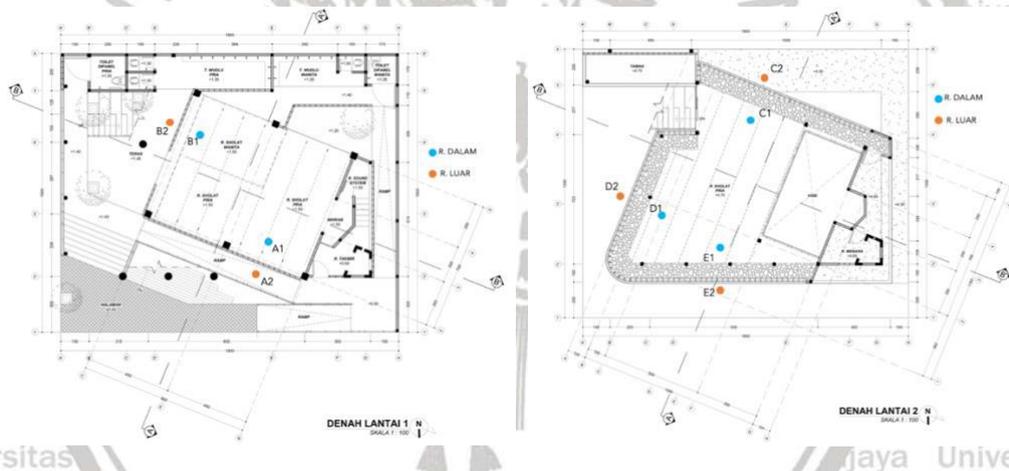
Lantai	Titik Dalam	Kelembapan (%)	Titik Luar	Kelembapan (%)	Selisih (%)	Waktu	Kondisi	Standar Nyaman Ruang
1	A1	62	A2	64	2	12.20	Nyaman	Sesuai
	B1	69	B2	68	1	12.25	Nyaman	Sesuai
2	C1	72	C2	67	5	12.32	Diatas batas nyaman	Tidak sesuai
	D1	68	D2	68	-	12.37	Nyaman	Sesuai
	E1	72	E2	68	-	12.42	Diatas batas nyaman	Tidak sesuai

Pengukuran kedua dilakukan dengan jarak ukur titik ruang dalam sejauh 1,5 m dari dinding roster. Pada pengukuran di waktu dhuhur, hasil menunjukkan bahwa kondisi kelembapan pada ruang dalam kategori nyaman. Terdapat 3 titik dari 5 titik pengukuran yang memiliki kelembapan antara 50 – 70%, sedangkan untuk titik C1 dan E1 tingkat kelembapannya bernilai 72%. Rata – rata kelembapan pada ruang luar adalah 67 %, dimana angka tersebut lebih rendah dibandingkan kelembapan rata – rata dari ruang dalam yaitu 68,6%. Untuk memberikan rasa nyaman terhadap pengguna ruang, seharusnya tingkat kelembapan di dalam ruang dapat lebih rendah dibandingkan ruang luar. Kelembapan yang tinggi akan memberikan kesan sesak di dalam ruangan.

Pengukuran 2

Tanggal Pengukuran : Rabu, 18 Maret 2020

Waktu Pengukuran : Ashar

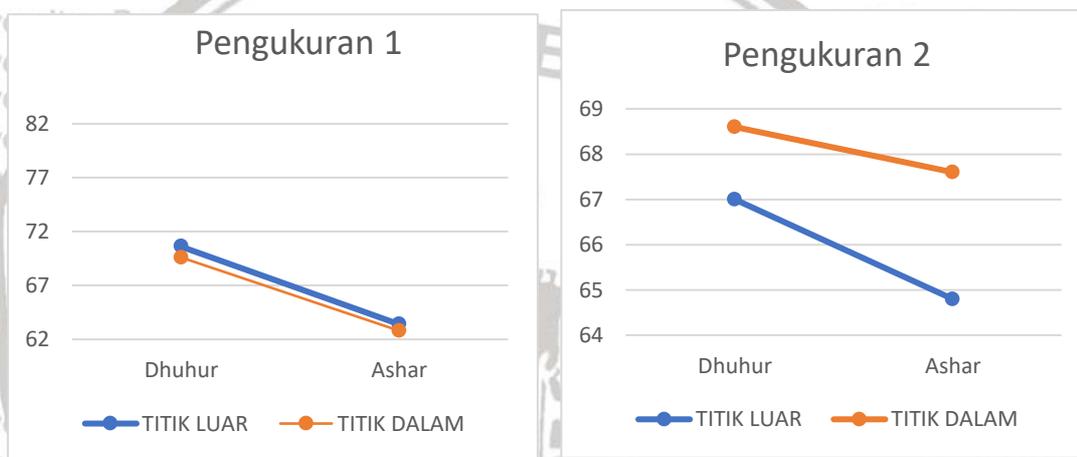


Gambar 4.26 Denah Titik Pengukuran 2

Tabel 4.8 Pengukuran 2 Kelembapan Waktu Ashar

Lantai	Titik Dalam	Kelembapan (%)	Titik Luar	Kelembapan (%)	Selisih (%)	Waktu	Kondisi	Standar Nyaman Ruang Dalam SNI = 50%-70%
1	A1	77	A2	65	12	15.24	Diatas batas nyaman	Tidak sesuai
	B1	69	B2	65	4	15.37	Nyaman	Sesuai
2	C1	64	C2	66	2	15.40	Nyaman	Sesuai
	D1	63	D2	63	-	15.43	Nyaman	Sesuai
	E1	65	E2	65	-	15.46	Nyaman	Sesuai

Pengukuran pada waktu ashar menunjukkan penurunan kelembapan dari waktu sebelumnya. Namun, terdapat satu titik yang mengalami kenaikan kelembapan yang cukup banyak, yaitu titik A1 dengan jumlah kenaikan sebesar 15%. Untuk titik pengukuran yang lain berada diantara 50 – 70% dengan kondisi nyaman untuk ruang dalam. Kondisi kelembapan pada ruang luar memiliki hasil yang seruapa dengan keadaan di dalam ruangan. Kelembapan pada ruang tidak terpengaruh oleh faktor manusia, karena pengukuran dilakukan pada saat kegiatan beribadah telah selesai. Faktor – faktor yang mempengaruhi penurunan dan kenaikan kelembapan berasal dari lingkungan.



Gambar 4.27 Diagram Pengukuran 1 & 2 Kelembapan Udara

Berdasarkan hasil pengukuran 1, setiap titik memiliki tingkat kelembapan ruang yang cukup tinggi. Pada waktu dhuhur untuk rata – rata kelembapan ruang dalam adalah 69,6%, dengan perbandingan untuk ruang luar adalah 70,6%. Saat ashar, ruang memiliki kelembapan rata - rata sebesar 62,8% dengan kelembapan ruang luar 63,4%. Rata - rata kelembapan terendah terjadi pada waktu ashar, dimana mengalami penurunan dari waktu dhuhur.

Pada pengukuran 2, hasil pengukuran menunjukkan bahwa kelembapan udara di dalam ruang lebih tinggi dibandingkan di luar ruang. Kondisi ini berlaku untuk pengukuran di waktu ashar dan dhuhur. Rata – rata kelembapan di ruang dalam adalah 68,6 untuk dhuhur dan 67,6 untuk ashar, sedangkan di ruang luar memiliki kelembapan 67 dan 64,8. Kelembapan di dalam ruang yang lebih tinggi dapat di sebabkan oleh penggunaan material perabot maupun elemen interior yang dapat menyerap uap air. Penyimpanan uap air pada material akan menyebabkan kelembapan udara tinggi, bahkan melebihi kelembapan di luar ruang.

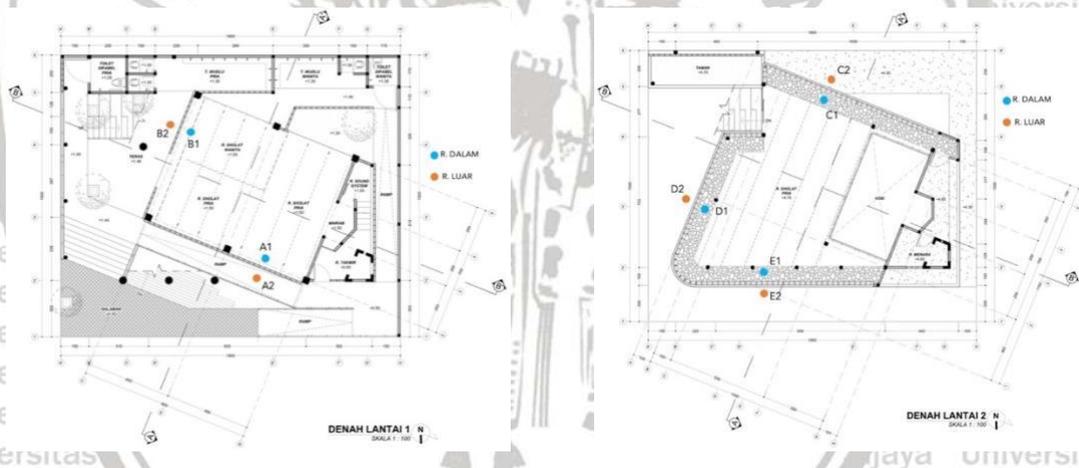
Dari dua pengukuran yang dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa ada faktor – faktor yang mempengaruhi tingkat kelembapan dari suatu ruang maupun lingkungan. Faktor yang pertama adalah faktor alam, di mana faktor ini meliputi curah hujan, suhu udara, kecepatan angin, radiasi matahari, dan ketinggian tempat. Ruang yang tidak didukung dengan sirkulasi udara yang baik juga dapat mempengaruhi kadar uap air di dalamnya. Sedangkan faktor lain yang dapat mempengaruhi adalah kondisi dari ruang itu sendiri, seperti penggunaan jenis material, aktivitas yang dilakukan, dan kuantitas pengguna ruang terhadap luasannya.

4.3.3. Analisis Kecepatan Angin

Pengukuran 1

Tanggal Pengukuran : Sabtu, 25 Januari 2020

Waktu Pengukuran : Dhuhur



Gambar 4.28 Denah Titik Pengukuran 1

Tabel 4.9 Pengukuran 1 Kecepatan Angin Waktu Dhuhur

Lantai	Titik Dalam	Kecepatan rata-rata angin (m/s)	Titik Luar	Kecepatan rata-rata angin (m/s)	Selisih (m/s)	Waktu	Kondisi	Standar Nyaman Ruang Dalam SNI = 0,15m/s – 0,25m/s
1	A1	0,12	A2	0,15	0,03	12.24	Dibawah batas nyaman	Tidak sesuai
	B1	0,24	B2	2,73	2,49	12.30	Nyaman	Sesuai
2	C1	0,33	C2	1,07	0,74	12.48	Diatas batas nyaman	Tidak sesuai

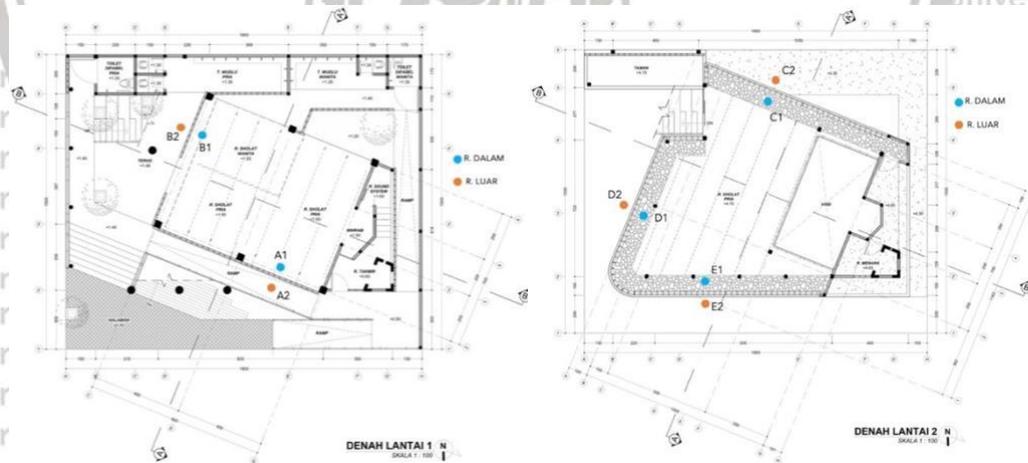
D1	0,15	D2	1,20	1,05	12,46	Nyaman	Sesuai
E1	0,1	E2	0,71	0,61	12,44	Dibawah batas nyaman	Tidak sesuai

Kecepatan angin pada masjid diukur pada kondisi ruang tidak terdapat aktivitas, sehingga sirkulasi pergerakan angin dapat lebih terlihat karena tidak adanya pengaruh manusia di dalamnya. Pada waktu dhuhur kecepatan rata-rata angin di luar ruang cukup kencang, hal ini terlihat pada pada titik B2 dengan laju angin adalah 2,73 m/s. Angin yang berhembus pada dinding roster di titik B1 hanya berkecepatan rata – rata 2,73 m/s, atau 2,49 lebih pelan dari angin diluar. Arah angin berasal dari sisi timur menuju ke barat, dimana sisi ini merupakan posisi dari titik B1 dan B2. Kecepatan rata – rata angin pada titik lain cenderung lemah, dengan setiap titik di dalam ruang memiliki aliran angin secepat 0,1 – 0,33. Hanya titik B1 dan D1 memiliki rata – rata kecepatan angin yang sesuai dengan standar nyaman ruang.

Pengukuran 1

Tanggal Pengukuran : Sabtu, 25 Januari 2020

Waktu Pengukuran : Ashar



Gambar 4.29 Denah Titik Pengukuran 1

Tabel 4.10 Pengukuran 1 Kecepatan Angin Waktu Ashar

Lantai	Titik Dalam	Kecepatan angin rata-rata (m/s)	Titik Luar	Kecepatan angin rata-rata (m/s)	Selisih (m/s)	Waktu	Kondisi	Standar Nyaman Ruang Dalam SNI = 0,15m/s – 0,25m/s
	D1	0,15	D2	1,20	1,05	12,46	Nyaman	Sesuai
	E1	0,1	E2	0,71	0,61	12,44	Dibawah batas nyaman	Tidak sesuai

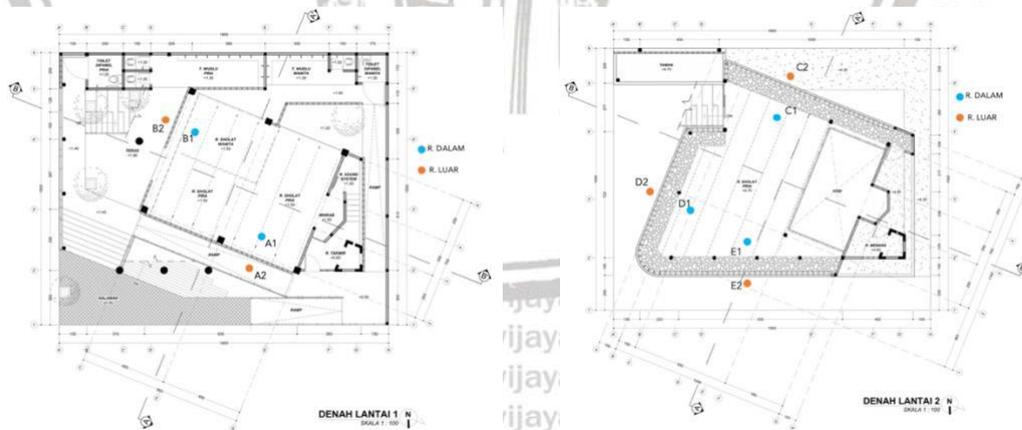
1	A1	0,36	A2	1,16	0,8	15.34	Diatas batas nyaman	Tidak sesuai
	B1	0,13	B2	0,44	0,31	15.37	Dibawah batas nyaman	Tidak sesuai
2	C1	0,13	C2	0,53	0,4	15.40	Dibawah batas nyaman	Tidak sesuai
	D1	0,21	D2	1,02	0,81	15.43	Nyaman	Sesuai
	E1	0,20	E2	1,89	1,69	15.46	Nyaman	Sesuai

Berdasarkan pengukuran pada waktu ashar, angin berhembus dari arah utara ke selatan. Rata – rata kecepatan angin pada waktu ini pada setiap titiknya berada di rentang 0,20 – 0,36 m/s. Titik E2 dan A2 merupakan dinding roster yang paling banyak mendapatkan hembusan angin, karena posisinya berada di utara bangunan. Untuk titik pada ruang dalam yang dapat menerima angin dengan baik adalah A1, D1, dan E1, dimana ketiga titik tersebut memiliki kecepatan angin diantara 0,13 – 0,25 m/s sebagai standar nyaman ruang. Perbedaan kecepatan angin yang berhembus dengan angin yang masuk ke dalam ruang angkanya cukup besar, yaitu 0,8 – 1,69 m/s di setiap titiknya.

Pengukuran 2

Tanggal Pengukuran : Rabu, 18 Maret 2020

Waktu Pengukuran : Dhuhur



Gambar 4.30 Denah Titik Pengukuran 2

Tabel 4.11 Pengukuran 2 Kecepatan Angin Waktu Dhuhur

Lantai	Titik Dalam	Kecepatan angin rata-rata	Titik Luar	Kecepatan angin rata-rata	Selisih (m/s)	Waktu	Kondisi	Standar Nyaman Ruang Dalam SNI = 0,15m/s – 0,25m/s
1	A1	0,36	A2	1,16	0,8	15.34	Diatas batas nyaman	Tidak sesuai
1	B1	0,13	B2	0,44	0,31	15.37	Dibawah batas nyaman	Tidak sesuai
2	C1	0,13	C2	0,53	0,4	15.40	Dibawah batas nyaman	Tidak sesuai
	D1	0,21	D2	1,02	0,81	15.43	Nyaman	Sesuai
	E1	0,20	E2	1,89	1,69	15.46	Nyaman	Sesuai

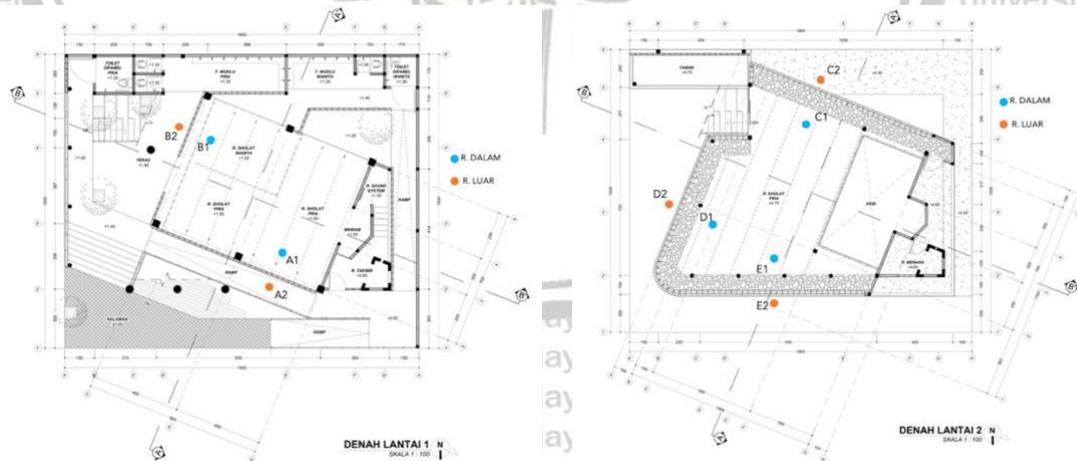
		rata (m/s)	rata (m/s)				
1	A1	0,22	A2	0,22	-	12.20	Nyaman Sesuai
	B1	0,1	B2	0,14	0,04	12.25	Dibawah batas nyaman Tidak sesuai
2	C1	0,1	C2	0,22	0,12	12.32	Dibawah batas nyaman Tidak sesuai
	D1	0,15	D2	0,26	0,11	12.37	Nyaman Sesuai
	E1	0,18	E2	0,54	0,36	12.42	Nyaman Sesuai

Pengukuran kedua dilakukan dengan kondisi titik pengukuran di dalam ruang berjarak 1,5 dari dinding roster. Pada waktu dhuhur, angin dominan berhembus dari arah utara ke selatan. Kecepatan angin pada pengukuran ini cenderung rendah, dimana pada titik luar rata – rata kecepatan angin adalah 0,11 – 0,36. Untuk titi ukur di dalam ruang, terdapat tiga titik yang dapat menerima angin sesuai dengan standar SNI, yaitu titik A1, D1, dan E1. Rendahnya kecepatan angin di dalam ruang dipengaruhi oleh sirkulasi pergerakan angin dilingkungannya.

Pengukuran 2

Tanggal Pengukuran : Rabu, 18 Maret 2020

Waktu Pengukuran : Ashar



Gambar 4.31 Denah Titik Pengukuran 2

Tabel 4.12 Pengukuran 2 Kecepatan Angin Waktu Ashar

Lantai	Titik	Kecep atan angin rata	Titik	Kecepa tan angin rata	Selisih (m/s)	Waktu	Kondisi	Standar Nyaman Ruang Dalam SNI = 0,15m/s – 0,25m/s
--------	-------	--------------------------------	-------	--------------------------------	------------------	-------	---------	---

		rata (m/s)	rata (m/s)					
1	A1	0,31	A2	0,46	0,15	15.24	Diatas batas nyaman	Tidak sesuai
	B1	0,21	B2	0,58	0,37	15.37	Nyaman	Sesuai
2	C1	0,22	C2	0,23	0,01	15.40	Nyaman	Sesuai
	D1	0,20	D2	1,07	0,87	15.43	Nyaman	Sesuai
	E1	0,33	E2	0,60	0,27	15.46	Diatas batas nyaman	Tidak sesuai

Kecepatan angin pada pengukuran di waktu ashar mengalami peningkatan bila dibandingkan pada waktu dhuhur. Angin berhembus dari arah timur menuju ke barat, dengan begitu titik B2 dan D2 merupakan titik yang mendapatkan pengudaraan paling dominan. Titik B2 dan D2 memiliki rata – rata kecepatan angin sebesar 0,58 dan 1,07 m/s. Secara keseluruhan semua titik pada ruang dalam bangunan dapat mentransfer aliran angin dari luar ruang, setiap titik memiliki kecepatan diatas 0,15 m/s. Dengan kondisi ini, keadaan di dalam ruang dapat terasa sejuk dan memberikan rasa nyaman pada pengguna.



Gambar 4.32 Diagram Pengukuran 1 Kecepatan Angin

Hasil yang didapatkan pada pengukuran satu menggambarkan bahwa kecepatan angina rata – rata di luar ruang lebih besar dari pada kecepatan di dalam ruang. Kecepatan rata – rata ruang luar tertinggi terjadi pada waktu dhuhur yaitu 1,172 m/s, namun hal tersebut tidak terjadi pada ruang dalam. Ruang dalam pada waktu dhuhur hanya memiliki rata – rata kecepatan angin sebesar 0,188, yang walaupun angka tersebut berada dalam rentang standar nyaman ruang dalam. Angin

yang diterima oleh ruang dalam tidak sebanding dengan kecepatan angin yang ada di luar ruang. Kenaikan kecepatan angin terjadi pada waktu ashar, hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor alam yang terjadi saat pengukuran. Udara yang lembab dan temperatur yang cukup tinggi akan mempengaruhi laju angin baik di luar ruang maupun di dalam ruang.



Gambar 4.33 Diagram Pengukuran 2 Kecepatan Angin

Pada pengukuran kedua kecepatan angin di dalam ruang juga tidak selaras dengan keadaan di luar ruang. Kecepatan angin cukup rendah pada pengukuran di waktu duhuru, pada titik luar rata-rata kecepatan angin adalah 0,276 m/s dan di ruang dalam 0,15 m/s. Pada saat waktu ashar kecepatan angin mengalami kenaikan, ruang luar memiliki rata – rata 0,588 m/s dan ruang dalam 0,254 m/s. Secara keseluruhan, kecepatan angin pada pengkuran kedua berada di bawah hasil pada pengukuran pertama. Tidak ada pengaruh curah hujan terhadap rendahnya kecepatan angin, faktor lain yang lebih berpengaruh adalah tingginya suhu udara dan juga pengaruh dari desain ventilasi alami pada bangunan.

Desain ventilasi alami tidak hanya mengutamakan besarnya bukaan terhadap dimensi dinding, namun juga harus memperhatikan sudut-sudut tertentu yang dapat mempermudah angin untuk masuk ke dalam ruang. Bangunan sudah memiliki tiga tipe roster yang diharapkan dapat mengoptimalkan aliran udara menuju area dalam bangunan. Dari pengukuran dapat dilihat bahwa angin yang masuk ke dalam ruang tidak sebanding dengan angin yang ada di sekitar bangunan.

4.3.4. Analisis Kenyamanan Ruang Berdasarkan Hubungan Kecepatan Angin, Temperatur, dan Kelembapan Udara

Kondisi kenyamanan ruang bila dilihat dari hubungan antara kecepatan angin, temperatur, dan kelembapan udara berikut data yang disajikan pada tabel.

Tabel 4.13 Hubungan Kecepatan Angin, Temperatur, dan Kelembapan Udara

Waktu	Arah Angin Dominan	Suhu Rata-rata (Co)	Kelembapan Rata-rata (RH)	Kecepatan Angin Rata-rata (m/s)	Kesesuaian dengan Grafik Bioklimatik
Dhuhur 25 Januari 2020 Lantai 1	Timur -> Barat	33,45	72	0,18	Dibawah batas nyaman
Dhuhur 25 Januari 2020 Lantai 2	Timur -> Barat	33,16	68	0,19	Dibawah batas nyaman
Ashar 25 Januari 2020 Lantai 1	Utara -> Selatan	31,85	63,5	0,245	Dibawah batas nyaman
Ashar 25 Januari 2020 Lantai 2	Utara -> Selatan	31,8	62,3	0,18	Dibawah batas nyaman
Dhuhur 18 Maret 2020 Lantai 1	Utara -> Selatan	32,35	65,5	0,16	Dibawah batas nyaman
Dhuhur 18 Maret 2020 Lantai 2	Utara -> Selatan	31,3	70,6	0,14	Dibawah batas nyaman
Ashar 18 Maret 2020 Lantai 1	Timur -> Barat	31,65	73	0,26	Dibawah batas nyaman
Ashar 18 Maret 2020 Lantai 1	Timur -> Barat	31,3	64	0,25	Dibawah batas nyaman

Berdasarkan hasil perbandingan antara hasil rata – rata pengukuran pada ruang dalam masjid Al – Ikhlas dengan grafik bioklimatik menunjukkan hasil yang tidak sesuai. Grafik bioklimatik akan menunjukkan kecepatan angin minimal yang dibutuhkan pada ruang yang memiliki suhu dan kelembapan udara tertentu. Kondisi ruang pada saat waktu shalat dhuhur dan ashar memiliki tingkat kenyamanan yang berada di bawah batas minimal. Pada tabel 4.13 dapat dilihat bahwa dari hasil pengukuran pada setiap lantai dan waktu kecepatan angin pada ruang tidak dapat menurunkan suhu dan kelembapan udara untuk mencapai kondisi nyaman. Dengan kata lain aliran angin yang masuk tidak mencapai batas minimal yang dibutuhkan.

4.4 Analisis Permodelan Kinerja Ventilasi Alami Roster

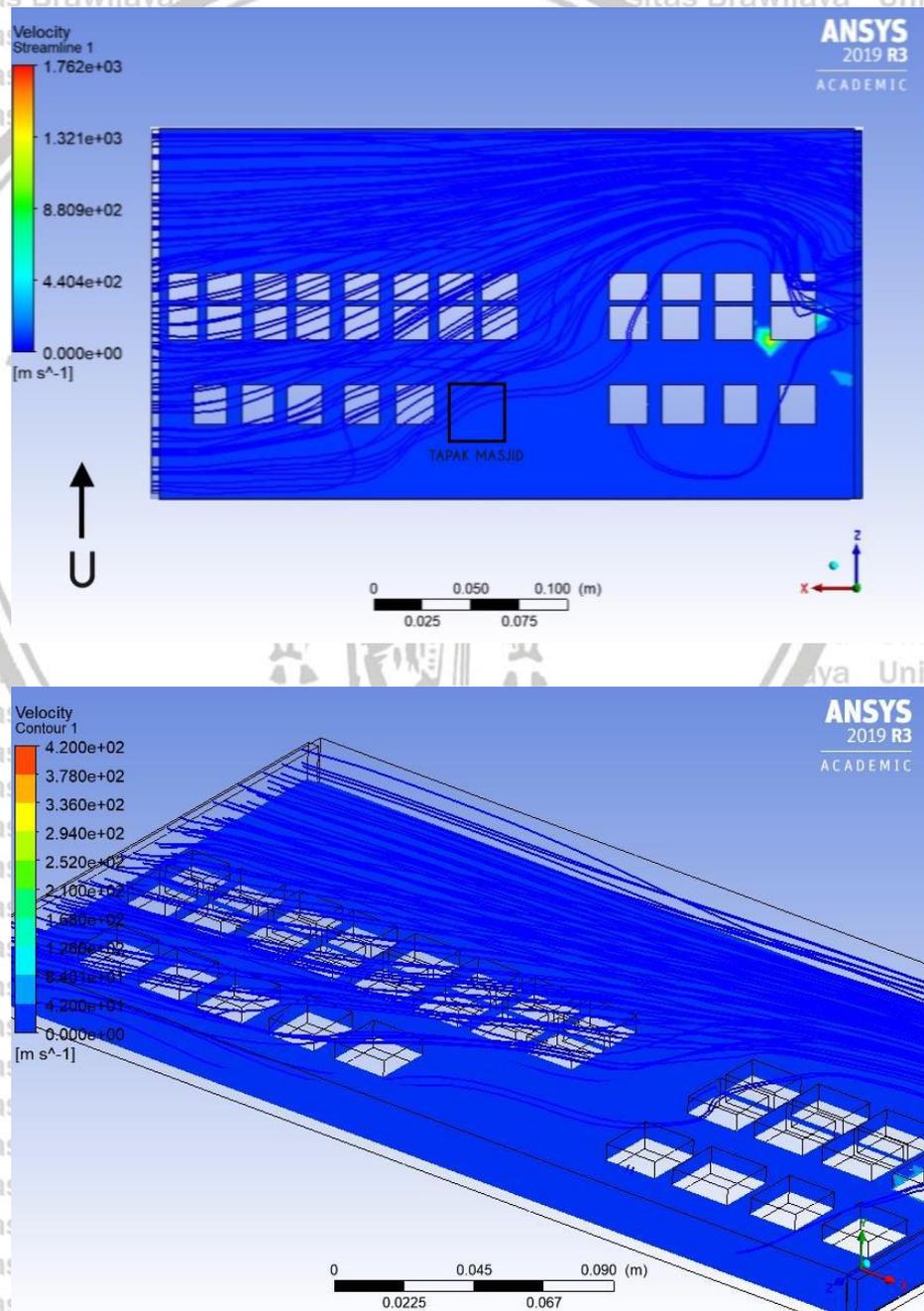
Analisis permodelan terhadap kinerja roster pada masjid dilakukan dengan bantuan software ANSYS Fluent untuk mensimulasikan persebaran pergerakan aliran angin di dalam ruangan. Secara umum pergerakan aliran dibagi menjadi empat tipe, yaitu *laminar*, *separated*, *turbulent*, dan *eddy currents*. Pergerakan aliran angin pada ruangan di Masjid Al – Ikhlas memiliki tipe laminar dan turbulen, yang dimana angin datang secara laminar ke arah bangunan dan mengalami perubahan arah gerak akibat adanya hambatan. Hambatan yang mempengaruhi arah gerak angin adalah elemen – elemen solid dari bangunan sendiri maupun vegetasi di sekitarnya. Pada saat angin terhambat oleh elemen solid, pergerakan secara laminar akan berubah menjadi lebih merata akibat adanya turbulen. Penggunaan dinding roster pada bangunan akan memudahkan aliran angin lebih merata terhadap ruang, hal ini disebabkan penggunaannya yang dominan terhadap dinding bangunan dan bukan hanya sebagai lubang angin.

Pergerakan aliran angin di dalam bangunan di pengaruhi juga oleh *inlet* dan *outlet* yang ada. Pada bangunan masjid, ruang – ruang utama yang difungsikan sebagai tempat ibadah memiliki ratio perbandingan *inlet* dan *outlet* yang seimbang. *Outlet* merupakan elemen yang penting dalam penerapan ventilasi silang, dimana fungsinya menjadi jalan keluar udara panas yang ada di dalam ruang dan menggantikannya dengan udara baru melalui *inlet*. Pada lantai 1 outlet yang ada berupa *courtyard* yang menjadi pembatas antara ruang sholat dan ruang wudlu, dan tidak terdapat dinding massif pada area perbatasan ini. Aliran angin akan lebih mudah bersirkulasi ketika tidak ada penghalang.

Pada tahap simulasi selain melihat pergerakan aliran angin, akan divisualisasikan juga persebaran temperatur udara di dalam ruangan. Simulasi akan menggunakan sampel yang berasal dari hasil pengukuran yang sudah dilakukan sebelumnya. Hal ini dilakukan untuk mengetahui gambaran kondisi aliran angin melalui software. Sebagai langkah awal, kondisi aliran angin di lingkungan sekitar bangunan akan disimulasikan juga untuk mengetahui kondisi secara kawasan. Masjid berada di tengah permukiman, hal ini membuat terdapat beberapa halangan berupa hunian disekitarnya. Kondisi ini pastinya akan mempengaruhi aliran angin yang akan menuju masjid.

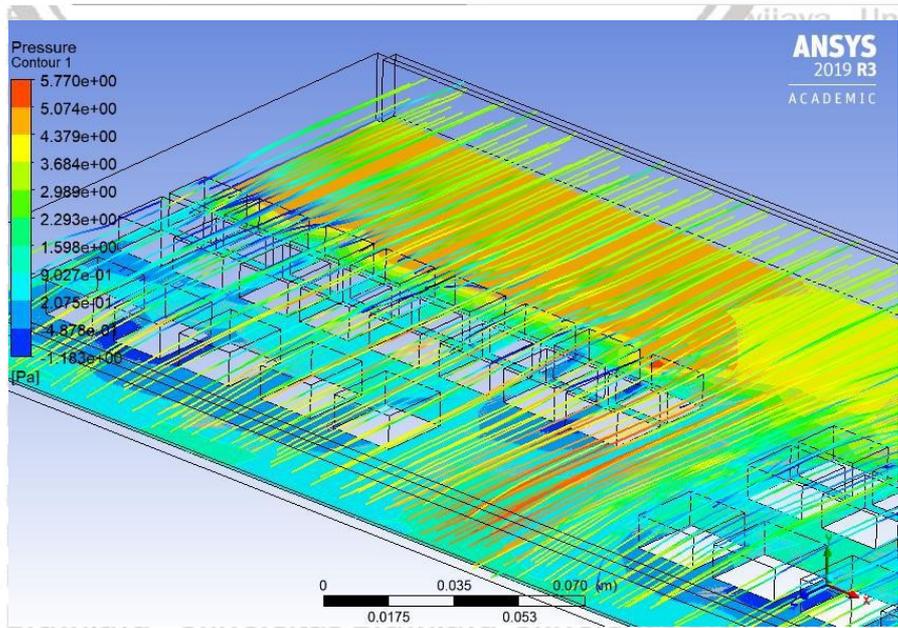
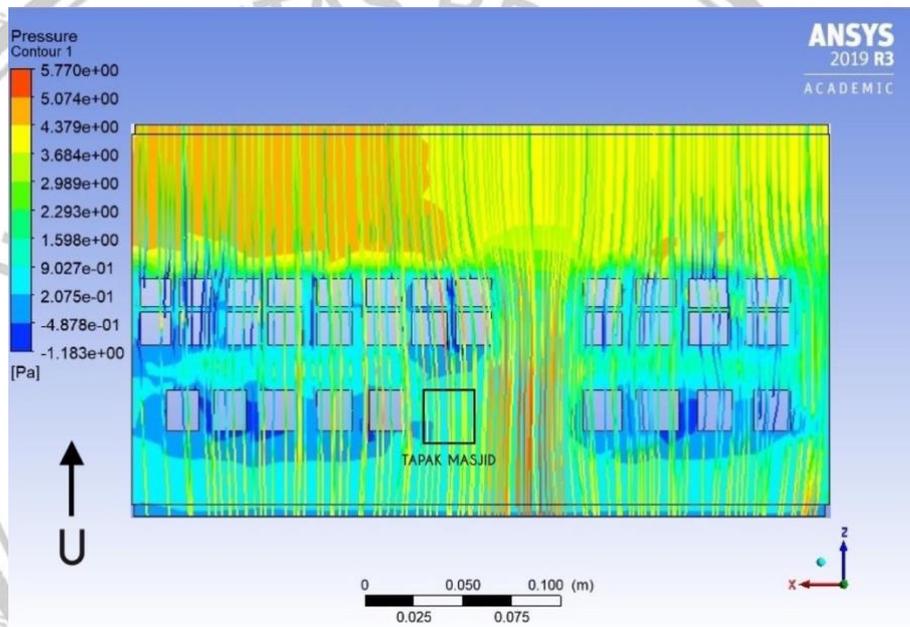
4.4.1. Analisis Aliran Angin di Tapak

Masjid Al – Ikhlas berada di perumahan Puri Surya Jaya yang berada di Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur pada $-7.394387^{\circ}\text{S}$, $112.732255^{\circ}\text{E}$. Dalam melakukan simulasi aliran pergerakan angin di sekitar tapak, data rata – rata kecepatan dan arah angin didapatkan dari BMKG. Berdasarkan data dari BMKG, diketahui bahwa angin pada bulan Januari – Februari dominan berasal dari arah barat dengan kecepatan rata -rata $2,6875 \text{ m/s}$. Pada bulan Februari – Maret angin dominan berasal dari arah utara dengan kecepatan rata – ratanya adalah $2,17 \text{ m/s}$.



Gambar 4.34 Simulasi Aliran Angin dari Arah Barat

Kondisi pergerakan aliran angin pada bulan Januari – Februari berasal dari arah barat, pada hasil simulasi dapat terlihat bahwa kecepatan angin cenderung stabil walaupun kecepatannya rendah. Dengan kondisi lingkungan yang terdapat banyak hunian, mengakibatkan perlambatan dan terjadinya turbulensi yang membuat arah angin bergerak ke arah utara. Ketinggian bangunan sekitar yang berkisar 4 – 6 meter memengaruhi laju dan arah angin untuk bergerak secara laminar. Perubahan pergerakan yang terjadi membuat angin dominan pada satu arah saja dan tidak tersebar dengan baik. Dengan keadaan arah aliran angin yang berubah, tapak masjid tidak terlewati oleh angin secara keseluruhan hanya sebagian sisi saja yang mendapatkan aliran angin.



Gambar 4.35 Simulasi Aliran Angin dari Arah Utara

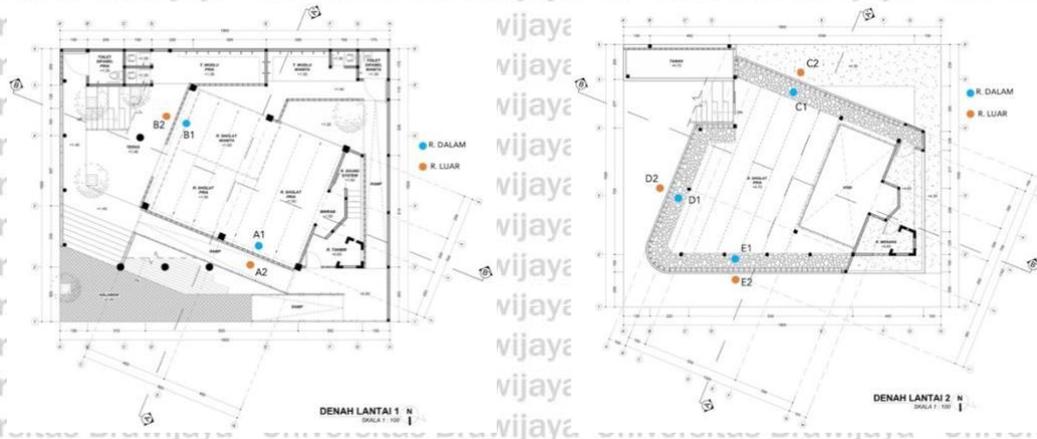


Hasil simulasi kondisi pergerakan aliran angin pada bulan Februari – Maret menggambarkan persebaran angin yang baik sehingga arah angin tidak mengalami pembelokan. Arah angin berasal dari utara dan berhembus ke arah selatan, namun setelah melewati bangunan disekitar tapak angin mengalami perlambatan kecepatan angin. Walaupun terjadi perlambatan kecepatan angin, tapak masjid masih mendapatkan aliran angin dengan kecepatan yang sedang. Kondisi ini dapat terlihat pada hasil simulasi bahwa di area tapak kontur warna kecepatan angin memiliki warna biru muda. Kecepatan angin tertinggi berada pada Lorong yang merupakan jalan masuk cluster, dikarenakan tidak terdapat bangunan yang dapat menghalangi laju dari aliran angin.

Dari dua simulasi yang dilakukan pada keadaan bulan Januari – Februari dan Februari – Maret didapatkan bahwa elemen solid pada lingkungan dapat mempengaruhi pergerakan aliran angin. Pengaruh yang dapat terjadi antara lain melambatnya laju kecepatan angin dan juga berubahnya arah aliran angin. Perubahan arah angin yang diakibatkan adanya tekanan positif yang terjadi saat angin mengenai sisi dari bangunan dan udara menjauhi sisi bawah angin sehingga membuat tekanan negatif. Efek dari terjadinya gesekan antara angin dengan bangunan adalah distribusi angin yang tidak merata.

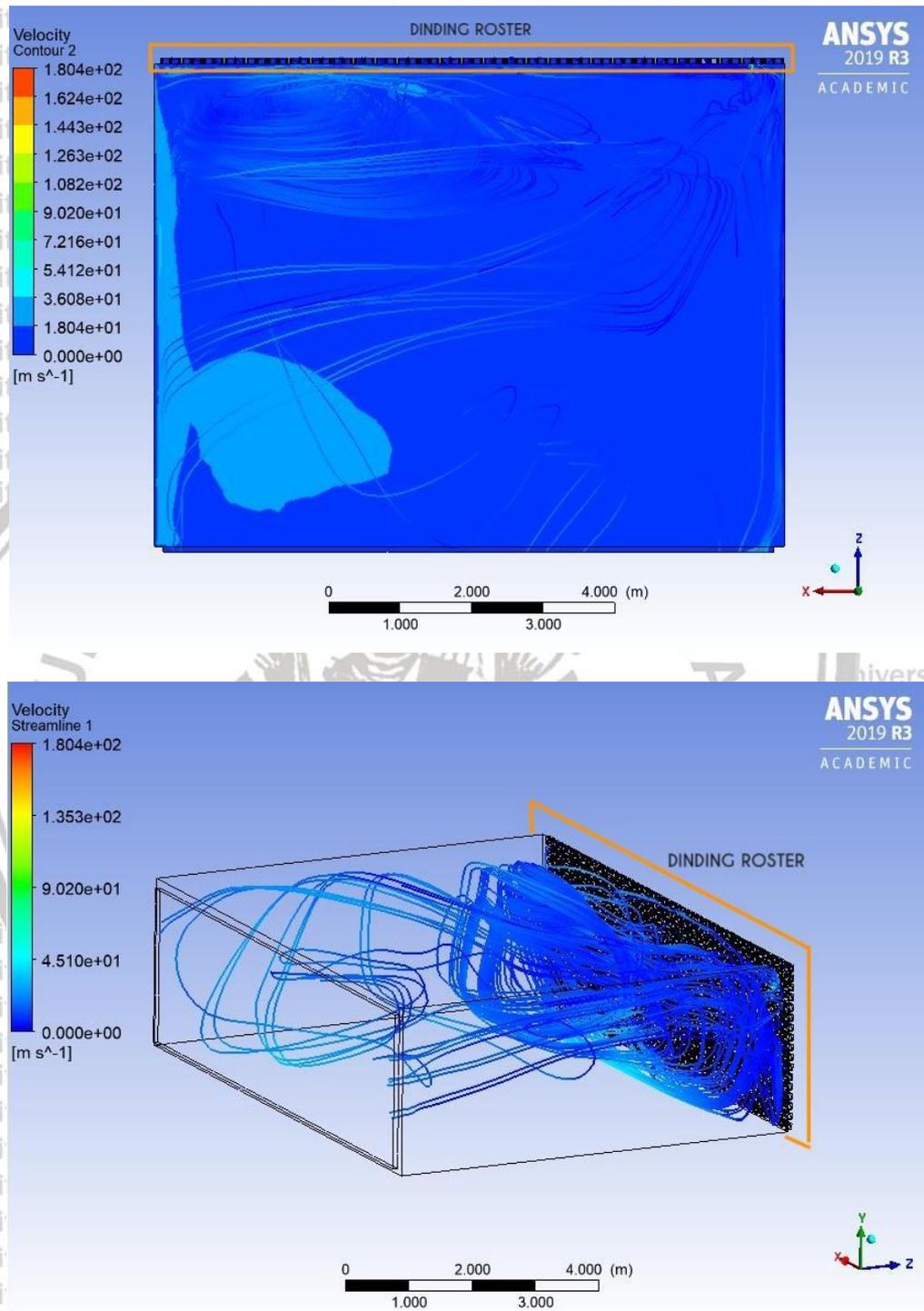
4.4.2. Analisis Aliran Angin Dalam Ruang

Simulasi dilakukan pada 5 titik dinding roster di ruang ibadah yang terdiri dari dua dinding roster pada lantai 1 dan tiga dinding roster pada lantai 2. Dinding roster pada lantai 1 dan 2 menggunakan jenis roster yang berbeda. Lantai 1 menggunakan roster berbentuk persegi panjang, dan untuk lantai 2 memiliki roster berbentuk segi enam. Hasil simulasi juga menampilkan kondisi temperatur udara di dalam ruang sebagai salah satu pengaruh penggunaan dinding roster.



Gambar 4.36 Denah Titik Simulasi Roster

1. Hasil Simulasi Dinding Roster Titik A



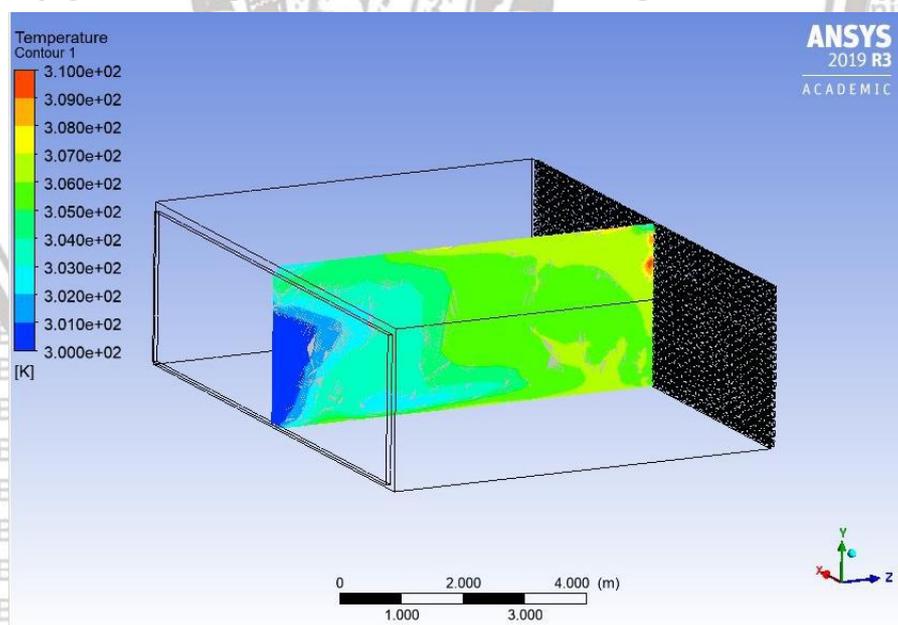
Gambar 4.37 Hasil Simulasi Aliran Angin Roster di Titik A

Hasil simulasi dari pergerakan aliran angin yang melalui dinding roster di titik A menggambarkan persebaran angin yang belum merata dari *inlet* terhadap ruangan. Angin dominan pada titik tertentu khususnya pada zona yang bedekatan dengan roster dan aliran tersebut membentuk sebuah turbulensi. Bentuk roster yang



tidak memiliki sudut kemiringan pada kondisi idealnya dapat meneruskan aliran angin secara laminar karena mengurangi angin mengenai sisi roster. Namun, pada penerapannya pada dinding roster titik A aliran angin yang masuk ke dalam ruangan masih belum tersebar dengan baik. Keadaan tersebut seharusnya dapat diminimalisir karena bangunan menerapkan sistem ventilasi silang, dan juga ratio *outlet* terhadap *inlet* seimbang.

Kecepatan angin maksimal berada di selatan ruangan, karena di area ini merupakan letak *outlet* sehingga tekanan angin bertemu dan mengarah pada titik ini. Disaat angin berkumpul pada satu area, kecepatan yang ditimbulkan lebih besar dari area lainnya. Pada Gambar 4. terlihat area dengan kontur warna biru muda memiliki kecepatan antara 0,18 – 0,3 m/s, sedangkan area lainnya yang berwarna biru tua hanya memiliki kecepatan angin antara 0,0 – 0,18 m/s. Persebaran yang tidak merata ini akan membuat pengguna ruang merasa kurang nyaman, khususnya pada area – area yang memiliki kecepatan aliran angin rendah. Kondisi ini dapat berpengaruh terhadap temperatur udara ruang menjadi tinggi. Aliran udara yang stabil dan juga merata dapat membantu menurunkan temperatur udara ruang .

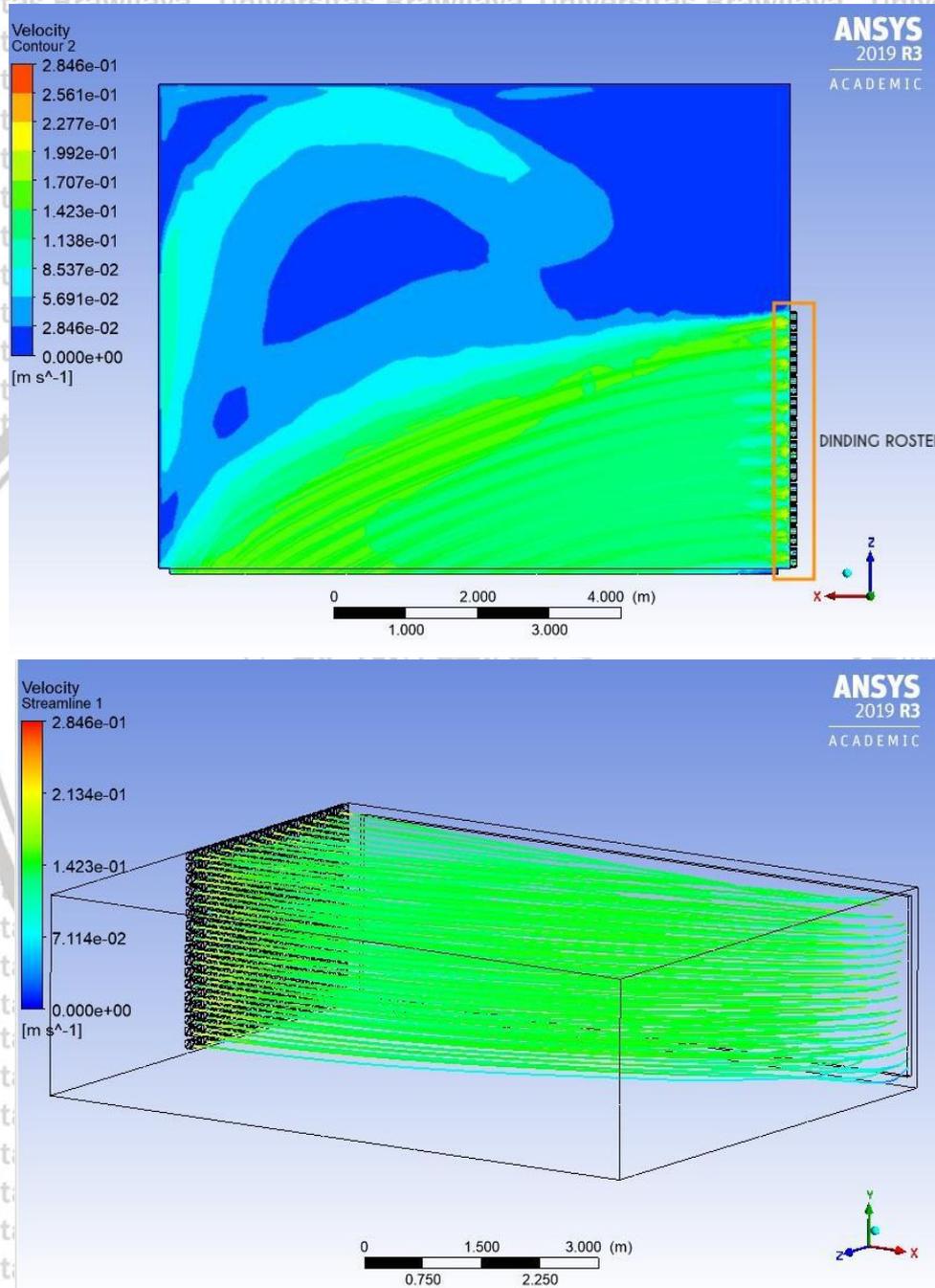


Gambar 4.38 Hasil Simulasi Temperatur Udara di Roster di Titik A

Penggunaan dinding roster berpengaruh juga terhadap kondisi suhu udara ruang. Pada Gambar 4. terlihat persebaran suhu berdasarkan jarak area dengan dinding roster. Area yang berada di dekat dinding memiliki suhu udara yang tinggi di antara 34 – 33^o C. Tingginya suhu dipengaruhi karena dinding roster berbatasan langsung dengan lingkungan sekitar, sehingga masih ada pengaruh kondisi di luar

ruang. Suhu terendah berapa di area yang berdekatan dengan outel, dengan suhu berada di antara 27 – 28 °C.

2. Hasil Simulasi Dinding Roster Titik B

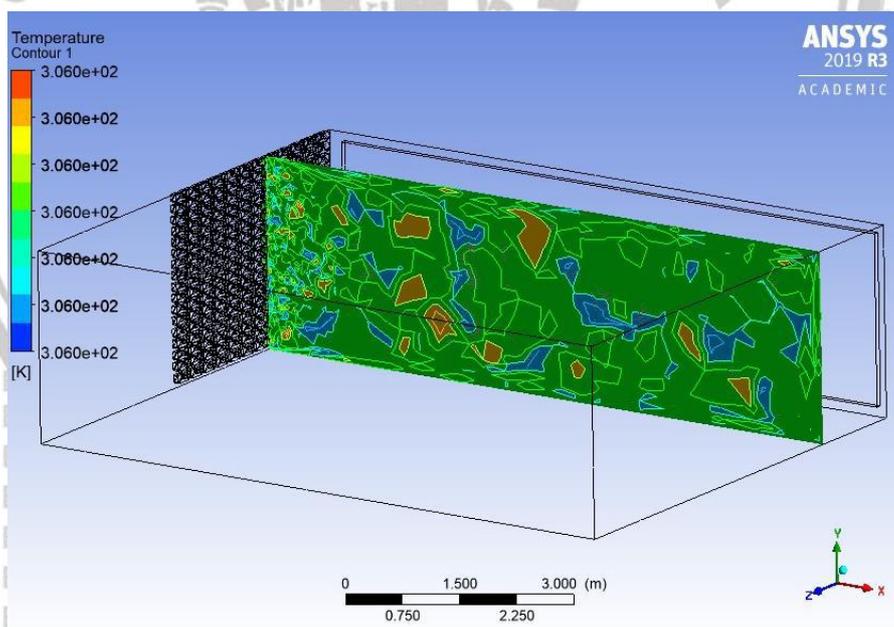


Gambar 4.39 Hasil Simulasi Aliran Udara Roster di Titik B

Berdasarkan hasil simulasi terhadap dinding roster di titik B, kecepatan angin di dalam ruang berada di rentang 0,0 – 1,9 m/s. Kecepatan angin tertinggi berada di area selatan bangunan yang berada diantara dinding roster dan juga outlet, dengan laju angin 0,5 – 1,9 m/s. Persebaran angin yang berasal dari titik ini memang

hanya dominan pada sisi selatan ruang saja, namun angin bergerak secara laminar menuju *outlet*. Terjadi pembelokan aliran angin yang dapat disebabkan oleh posisi *outlet* dan juga pertemuan aliran angin dengan roster. Tidak adanya turbulensi pada aliran angin di dalam ruang sehingga kecepatannya dapat lebih stabil dan cenderung tenang. Saat adanya turbulensi, kecepatan angin akan meningkan namun persebarannya terhadap ruang tidak merata. Sisi utara ruangan memiliki persebaran kecepatan angin dengan rentang 0,0 – 0,8, dimana masih terdapat area yang mendapatkan aliran angin.

Ditinjau dari hasil simulasi, penerapan sistem ventilasi silang pada ruang dapat terjadi dengan baik. Posisi *inlet* yang berada di timur ruang dan *outlet* pada sisi selatan dapat mempermudah pertukaran udara di dalam ruang. Semakin jauh posisi *inlet* dan outlet, kecepatan angin akan semakin turun dan mendekati angka 0. Hal ini juga didukung dengan rasio *outlet* yang lebih besar bila dibandingkan ukuran *inlet*nya. Namun, dengan kondisi tersebut membuat persebaran angin hanya dominan disatu sisi dan sisi lainnya memiliki kecepatan angin yang rendah.

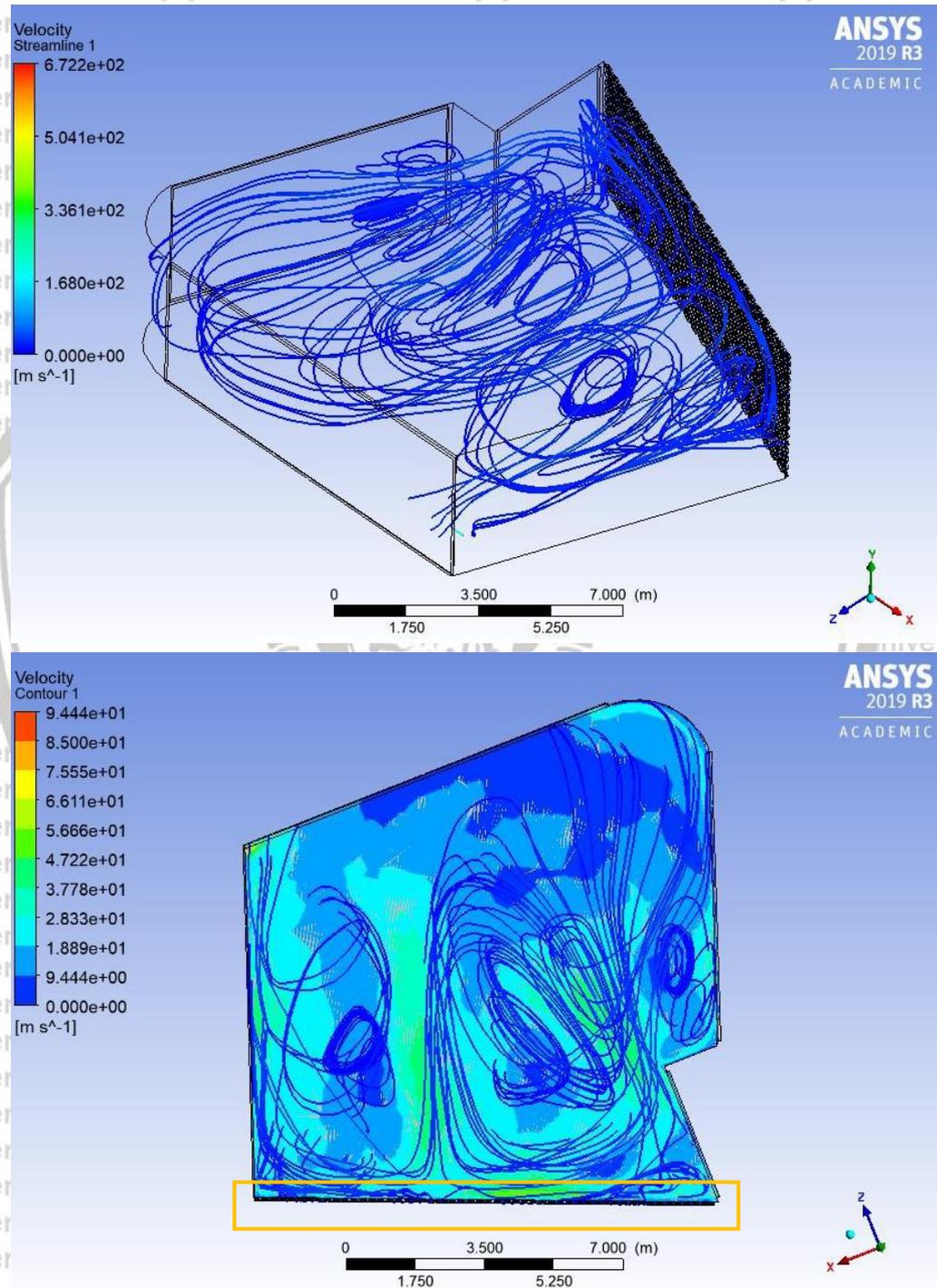


Gambar 4.40 Hasil Simulasi Temperatur Udara Roster di Titik B

Secara keseluruhan, pengaruh penggunaan dinding roster terhadap temperatur udara di dalam ruang membuat suhu tinggi. Berdasarkan Gambar 4. temperatur udara berada diangka 33oC, kondisi ini kurang memberi kenyamanan terhadap pengguna ruang. Suhu udara nyaman di ruangan sendiri memiliki rentang 25 – 27 oC, dengan begitu suhu pada ruang dikatakan tidak sesuai dengan standar

yang ada. Angin yang masuk melalui roster belum mampu menurunkan suhu ruang, walaupun persebaran suhunya pada setiap titik merata.

3. Hasil Simulasi Dinding Roster Titik C

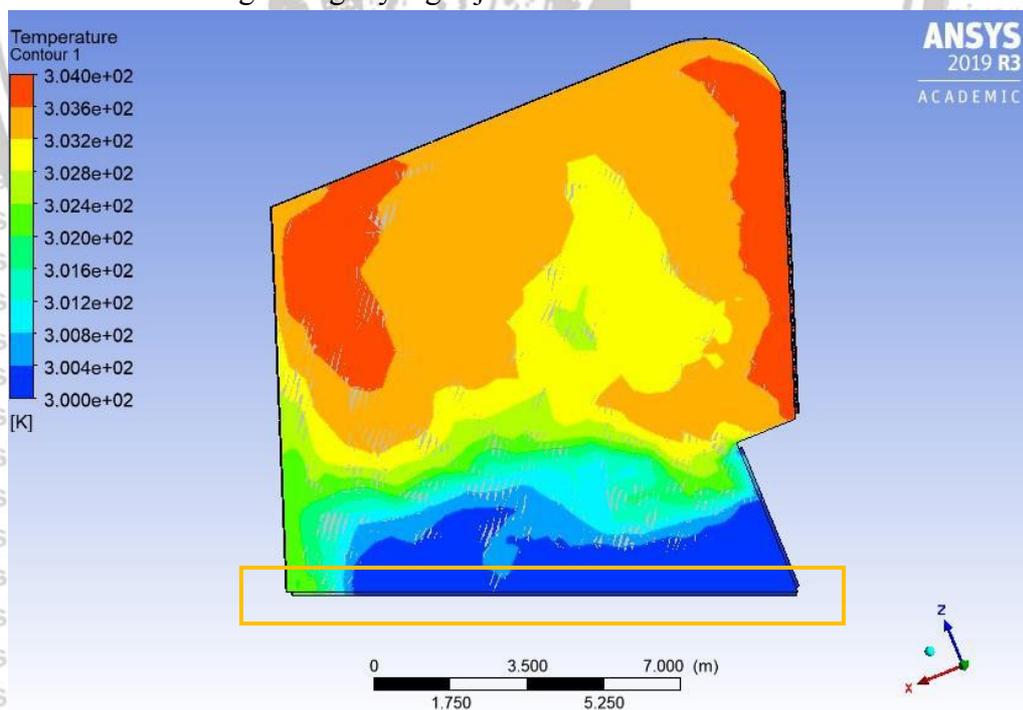


Gambar 4.41 Hasil Simulasi Kecepatan Angin Roster di Titik C

Pergerakan aliran angin pada penggunaan roster di titik C membentuk pola tubulensi yang terjadi pada tiga titik di dalam ruang. Tidak terlihat aliran angin laminar yang bergerak secara dominan. Kondisi ini dapat disebabkan adanya

pertemuan antara angin dengan elemen dinding, dan juga dipengaruhi aliran angin yang memiliki arah berbeda saling bersinggungan. Hal ini dapat menunjukkan bahwa kinerja sistem ventilasi silang masih belum maksimal. Perputaran angin pada titik tertentu akan mengakibatkan adanya hambatan pada aliran angin untuk menyebarkan secara merata keseluruhan area ruangan. Kecepatan angin yang dihasilkan dari turbulensi dapat meningkat 2 – 3 kali lipat dari kecepatan angin yang masuk. Ukuran lubang pada roster dapat mempengaruhi besar aliran angin yang masuk dan keluar dari ruangan.

Secara umum, kecepatan angin pada ruang memiliki rentang 0 – 2 m/s. Pada area yang memiliki aliran turbulensi, aliran angin dapat mencapai kecepatan maksimal yaitu 2 m/s. Kecepatan angin terendah berada pada area berkontur warna biru tua, dengan kecepatan maksimalnya 0,9 m/s. Dengan adanya perbedaan aliran angin pada ruang, kondisi nyaman tidak dapat dicapai pada semua area. Area yang memiliki kecepatan aliran angin rendah akan terasa lebih panas. Namun, disisi lain area yang dilewati aliran angin yang tinggi akan terasa mengganggu karena sudah melewati batas kategori angin yang sejuk.

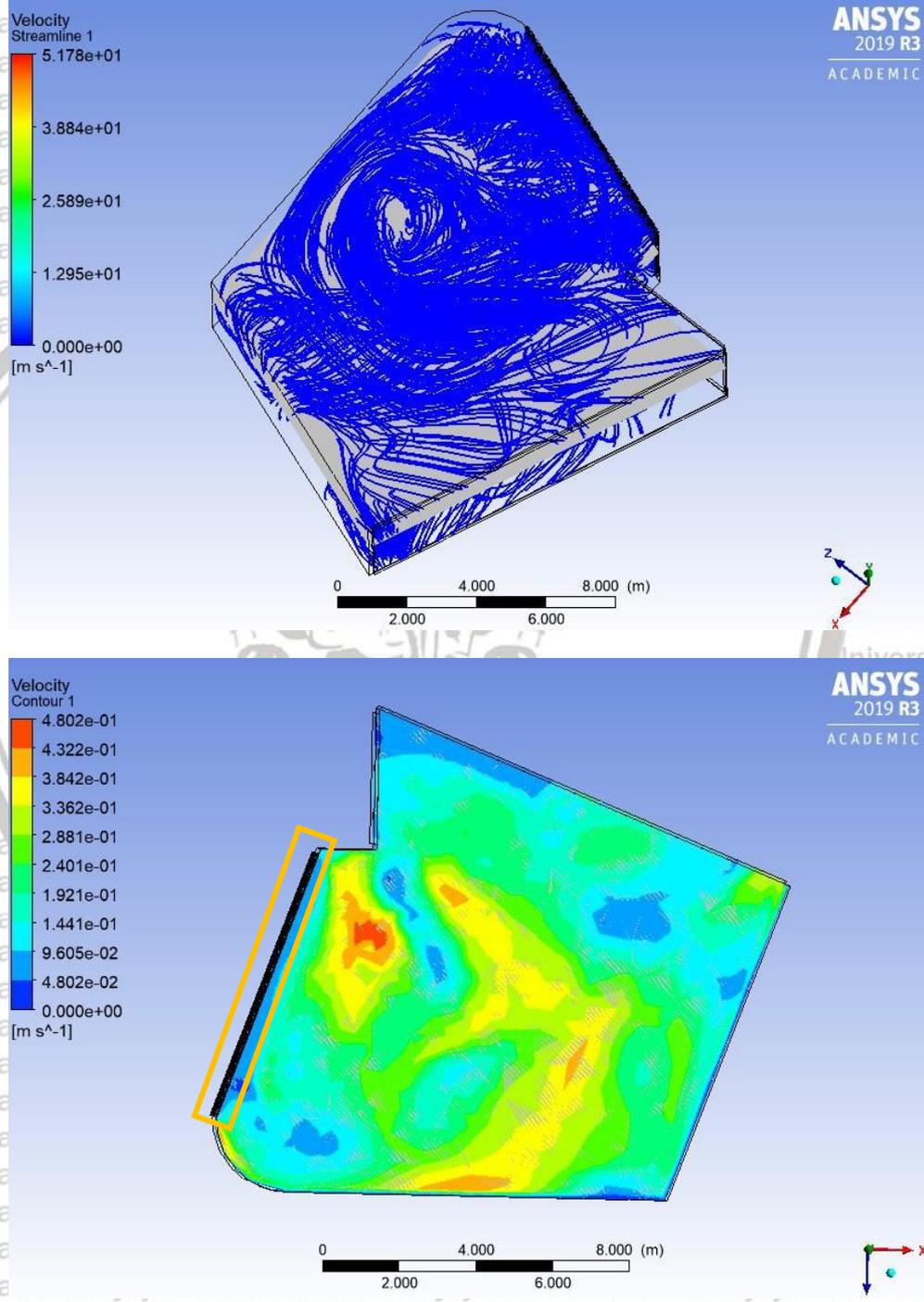


Gambar 4.42 Hasil Simulasi Temperatur Udara Roster di Titik C

Kondisi temperatur udara ruang mengalami penurunan suhu yang signifikan pada area yang berdekatan dengan *inlet*. Temperatur pada area ini mencapai angka 27°C, dimana rentang suhu pada ruang adalah 27 – 31°C. Area yang kurang mendapatkan aliran angin memiliki temperatur yang tinggi yaitu 30 –

31°C, hal ini dikarenakan udara panas yang tidak dapat terbawa oleh angin dengan maksimal. Penurunan temperatur yang optimal akan meningkatkan kenyamanan terhadap ruang.

4. Hasil Simulasi Dinding Roster Titik D

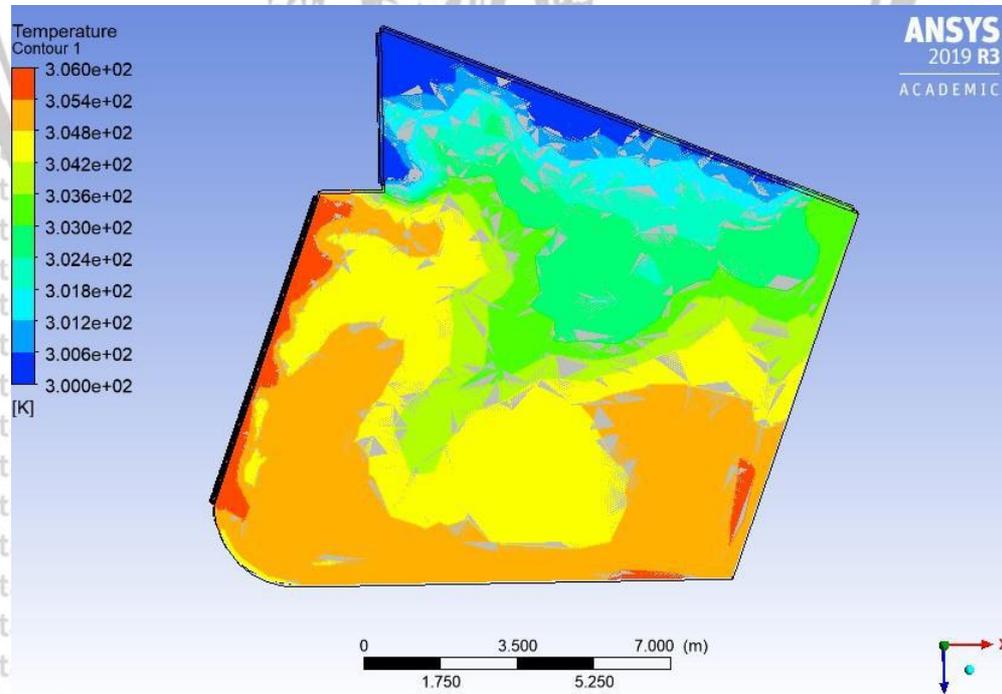


Gambar 4.43 Hasil Simulasi Kecepatan Angin Roster di Titik D

Berdasarkan hasil simulasi pada dinding roster di titik D, persebaran pergerakan aliran angin menggambarkan adanya turbulensi yang terjadi di dalam

ruang. Turbulensi yang terjadi terlihat pada aliran angin yang berputar pada pusat ruang. Pergerakan angin yang saling bersinggungan akan menciptakan aliran baru pada sebuah titik, hal ini sebabkan aliran angin yang keluar dari *inlet* tidak terarah dengan baik. Penggunaan roster yang tidak memiliki sudut kemiringan kurang efektif dalam mengarahkan aliran angin. Turbulensi biasanya hanya membentuk aliran angin yang dominan pada suatu area, namun pada hasil simulasi pada titik D terlihat bahwa aliran angin dapat tersebar secara merata. *Outlet* yang tidak berhadapan langsung dengan *inlet* mengakibatkan adanya pembelokan terhadap angin.

Pada hasil kontur warna kecepatan angin, terdapat peningkatan kecepatan angin yang disebabkan oleh turbulensi. Peningkatan yang terjadi dapat mencapai kecepatan 3 m/s, walaupun angin yang masuk hanya memiliki kecepatan 0,4 – 1 m/s. Aliran angin terendah berada di sisi terluar ruang yang tidak berada di pusat perputaran angin. Kecepatan angin yang berlebihan justru dapat memberikan rasa tidak nyaman dan cukup mengganggu, saat angin berada di rentang 0,25 – 1 m/s kondisi dalam ruang akan terasa sejuk. Diperlukan adanya variasi pada dinding roster agar dapat mengontrol laju dan arah angin yang masuk.



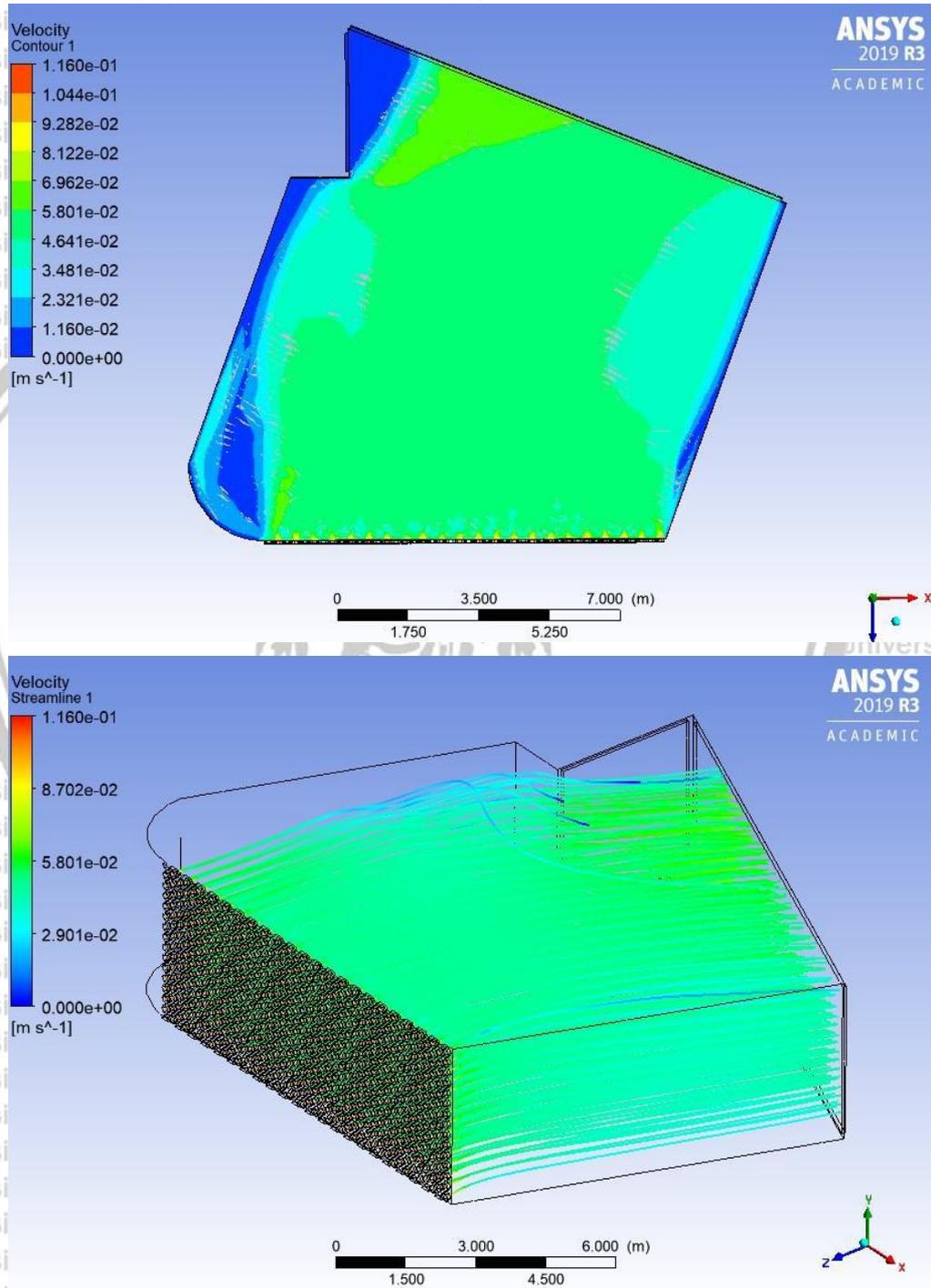
Gambar 4.44 Hasil Simulasi Temperatur Udara Roster di Titik D

Temperatur udara pada ruang memiliki persebaran yang dipengaruhi aliran angin. Pada area yang mengalami aliran turbulensi, terjadi penurunan suhu bila dibandingkan dengan area disekitar *inlet*. Temperatur pada ruang ada pada rentang



27 – 34°C, dimana suhu terendah berada di area *outlet* ruang. Penurunan suhu dipengaruhi kecepatan aliran angin yang dapat membawa udara panas ke luar bangunan.

5. Hasil Simulasi Dinding Roster Titik E

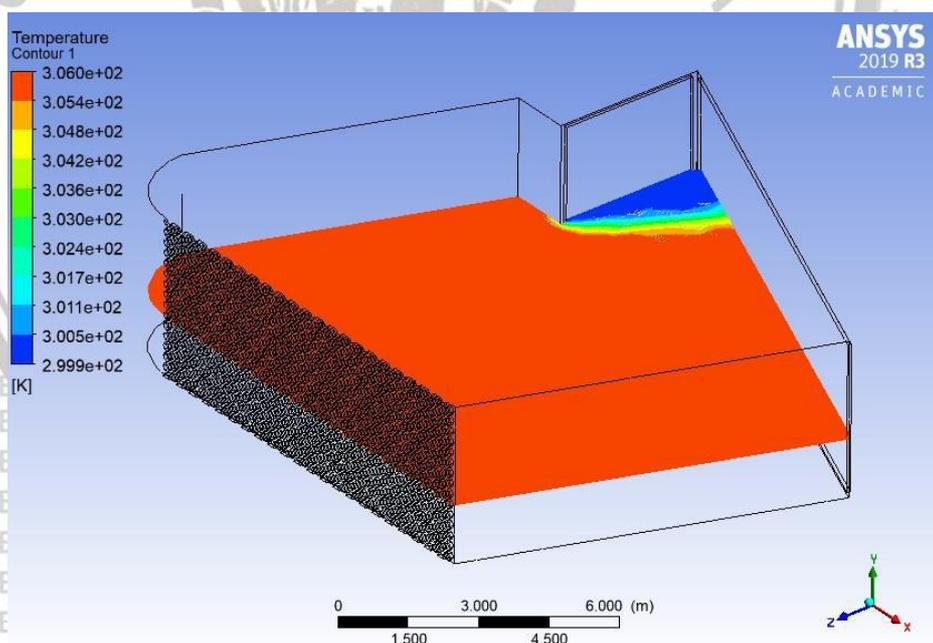


Gambar 4.45 Hasil Simulasi Kecepatan Angin Roster di Titik E

Persebaran aliran angin yang melalui roster di titik E dapat menjangkau semua area pada ruangan. Aliran angin berbentuk laminar dapat membuat sirkulasi

udara di dalam ruang dapat mudah mengalami pertukaran, hal ini dikarenakan angin tidak berputar di satu titik saja atau tubulensi. Posisi *inlet* dan *outlet* yang berhadapan dapat berpengaruh terhadap aliran yang terbentuk. Persebaran angin dengan kondisi ini akan memberikan kenyamanan bagi pengguna ruang walaupun kecepatan angin tidak tinggi. Penggunaan roster sebagai dinding dapat memaksimalkan eksposur kearah angin yang datang menuju bangunan.

Kecepatan angin pada ruang secara umum memiliki kecepatan yang setara, dimana area yang memiliki angka tertinggi berada di antara *inlet* dan *outlet*. Pada area ini, kecepatan angin dapat mencapai 0,5 m/s yang bergerak stabil mengalir menuju *outlet*. Aliran pergerakan angin dengan kecepatan tertinggi memiliki kontur berwarna hijau pada hasil simulasi. Kecepatan aliran angin pada area lainnya berada di rentang 0,1 – 0,4 m/s, dimana angka ini sesuai kecepatan angin nyaman berdasarkan SNI. Kondisi kecepatan angin nyaman menurut standar adalah 0,15 – 0,25 m/s. Roster yang disusun sebagai dinding akan membuat aliran angin dapat menjangkau pengguna dalam posisi duduk maupun berdiri.



Gambar 4.46 Hasil Simulasi Temperatur Udara Roster di Titik E

Pengaruh penggunaan dinding roster pada ruang masih belum maksimal dalam usaha menurunkan temperatur udara. Aliran angin yang tersebar merata pada ruangan hanya memberi rasa sejuk pada pengguna, namun tidak berpengaruh besar terhadap temperatur. Kondisi ini dapat dipengaruhi oleh kecepatan angin yang ada pada ruang. Kecepatan angin yang rendah akan lebih susah membawa udara panas

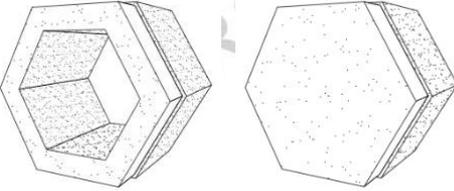
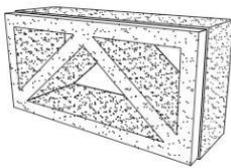
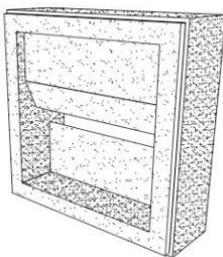
untuk keluar bersirkulasi. Temperatur udara ruangan secara keseluruhan berada diangka 33°C, dan hanya pada salah satu titik yang memiliki suhu 27°C

4.5 Analisis Modifikasi / Rekayasa Roster

4.5.1. Jenis Roster Eksisting

Masjid Al – Ikhlas menggunakan tiga jenis roster dalam penerapannya sebagai dinding semi massif dan juga ventilasi alami. Penggunaannya terbagi menjadi beberapa titik yang digunakan secara berkelompok sesuai dengan tipenya, antara lain :

Tabel 4.14 Jenis Roster Eksisting Bangunan

<p>Roster Tipe 1</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Berbahan Semen, Finishing - Cat Abu - Abu - P x L : 30 cm x 26 cm - Digunakan pada ruang sholat lantai 2
<p>Roster Tipe 2</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Berbahan Semen, Finishing - Cat Merah - P x L : 30 cm x 15 cm - Digunakan pada ruang sholat lantai 1
<p>Roster Tipe 3</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Berbahan Semen, Exposed - P x L : 30 cm x 30 cm - Digunakan pada sebagai pembatas ruang sholat dan ruang wudlu

4.5.2. Kriteria Desain Roster

Tipe dan desain dari roster memiliki pengaruh yang besar terhadap kuantitas dan arah dari aliran angin. Desain yang tidak tepat akan menghambat masuknya aliran angin ke dalam bangunan dan mempengaruhi persebaran angin pada ruangan

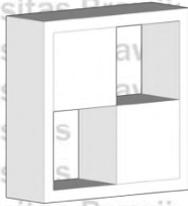
Terdapat beberapa kriteria yang dapat diperhatikan dalam membuat modifikasi roster yang baru, kriteri tersebut antara lain :

1. Berdasarkan SNI 03-6572-2001 bahwa jumlah rasio ventilasi alami tidak kurang dari 20% terhadap luas lantai. Ventilasi harus menghadap ke halaman berinding dengan ukuran sesuai atau daerah yang terbuka ke atas, teras terbuka atau halaman tersebut sejenis, dan ruang yang bersebelahan.
2. Karyono, 2016 mengemukakan beberapa jenis tipe bukaan yang dikutip dari Beckett & Godfrey (1974). Dari beberapa tipe yang ada, terdapat empat tipe bukaan yang dapat memaksimalkan aliran angin ke dalam ruang. Tipe bukaan tersebut adalah *Easement Side-hung* (90%), *Casement Top-hung* (75%), *Horizontal Pivoted* (75%), *Vertically Pivoted* (75%). Dalam memodifikasi roster, penerapan tipe – tipe tersebut dapat dipertimbangkan dalam mendesain.
3. Terdapat faktor – faktor lain yang perlu diperhatikan dalam mendesain roster, khususnya saat digunakan sebagai dinding semi massif yang berbatasan langsung dengan ruang luar. Desain roster dapat mengurangi masuknya air hujan ke dalam ruang, mengingat Indonesia memiliki iklim tropis dengan curah hujan yang cukup tinggi. Bangunan memiliki fungsi sebagai masjid, dimana penggunaannya memerlukan kenyamanan untuk terhindar dari kebisingan. Fungsi roster sebagai lubang angin juga menjadi potensi masuknya sumber kebisingan di sekitar bangunan, desain yang tepat akan meminimalkan potensi tersebut.

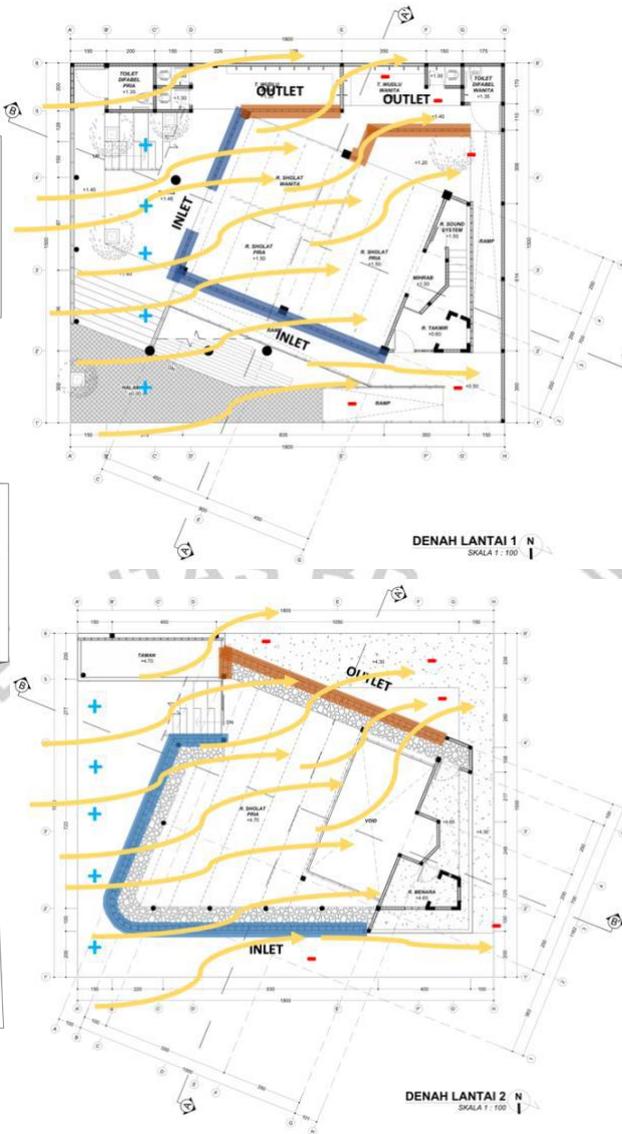
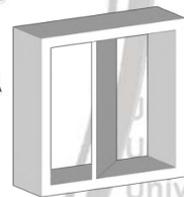
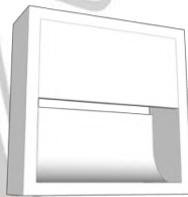
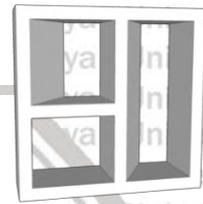
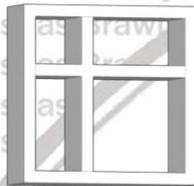
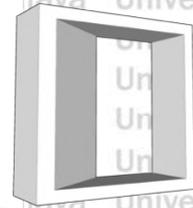
4.5.3. Alternatif Desain Roster

Dalam membuat alternatif desain, terdapat beberapa kriteria yang sudah diambil untuk meningkatkan performa roster terhadap bangunan. Desain roster memungkinkan pergerakan aliran angin yang merata di dalam ruang dengan kecepatan angin yang stabil. Alternatif desain yang dibuat juga diadaptasi dari jenis roster karya Andy Rahman, yang merupakan arsitek dari masjid Al – Ikhlas. Terdapat 6 jenis alternatif desain yang akan simulasikan untuk mengetahui diantaranya yang optimal digunakan sebagai dinding massif. Berdasarkan data dari BMKG, diketahui arah angin dominan di Kabupaten Sidoarjo berasal dari arah timur. Untuk menanggapi kondisi tersebut, alternatif desain dibagi menjadi dua kategori yaitu tipe roster yang digunakan pada dinding yang tegak lurus dengan arah datangnya angin dan tipe roster untuk sisi yang tidak sejajar. Roster tipe 1 – 3 ditujukan untuk dinding yang tegak lurus dengan arah angin, sedangkan tipe 4 – 5 ditujukan untuk sisi yang berlawanan.

Roster sebagai Inlet (Timur)



Roster sebagai Inlet (Utara) & Outlet



Gambar 4.47 Penempatan Roster pada Inlet & Outlet

Sisi masjid bagian timur memiliki tekanan positif karena berdasarkan analisis yang dilakukan, Kabupaten Sidoarjo memiliki arah angin dominan tahunan dari arah timur. Arah angin dominan memiliki tekanan positif, dan sisi yang berhadapan langsung dengan angin menjadi *inlet* pada ruang. Untuk sisi yang membelakangi datangnya arah angin merupakan *outlet* yang menjadi jalur keluar udara panas. Roster pada dinding *inlet* (timur) memiliki bentuk yang cenderung lebih terbuka dan sejajar terhadap arah angin untuk memudahkan aliran masuk ke dalam ruang. Desain roster pada sisi *inlet* (utara) memiliki sudut bukaan untuk memudahkan angin yang akan masuk maupun keluar pada ruang. Sudut di setiap modul memiliki kemiringan sebesar 45°, dimana angka ini merupakan sudut yang optimal saat digunakan pada ventilasi sehingga dapat lebih banyak menangkap angin.

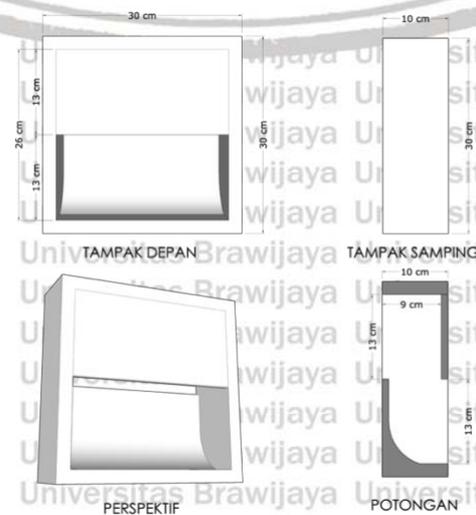
1. Alternatif Desain 1



Gambar 4.48 Alternatif Desain 1

Alternatif desain 1 memiliki dimensi 30 x 30 x 10 cm dengan terdapat dua lubang *inlet* sebagai jalur angin masuk ke dalam ruang, dimana masing – masing *inlet* terdapat pada bagian atas dan bawah roster. Roster jenis ini memiliki bukaan yang langsung tanpa adanya sudut tertentu pada modulnya. Alternatif ini didesain untuk digunakan pada dinding bangunan sisi timur, yang mana angin berasal dari arah tersebut. Penerapan konsep ini ditujukan agar angin yang datang dapat mengalir masuk ke dalam ruang tanpa ada halangan. Untuk mengantisipasi adanya aliran angin yang terlalu tinggi, setiap modul memiliki rasio bukaan 50% dari luas permukaan roster. Sehingga masih ada sisi yang dapat mengontrol laju dari angin sekaligus menjadi pembayang disaat sinar matahari terpapar ke arah masjid.

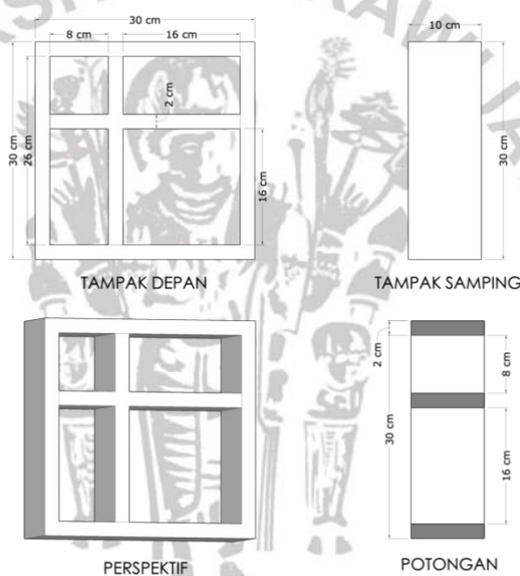
2. Alternatif Desain 2



Gambar 4.49 Alternatif Desain 2 Roster

Desain roster alternatif 2 memiliki bentuk lengkung pada bagian dalam modulnya. Penggunaan sudut ini ditujukan untuk mengarahkan aliran angin yang datang agar lebih mudah mengalir ke dalam ruang. Angin yang masuk ke dalam ruang akan lebih terarah dan menyebar lebih merata keseluruh sisi ruang. Dimensi dari roster adalah 30 x 30 x 10 cm, dengan *inlet* yang berukuran 26 x 13 cm. Untuk menjaga privasi dari pengguna ruang saat beribadah, roster di desain dapat mengurangi visual dari dalam ke luar. Selain itu, konsep ini juga dapat meminimalisir masuknya air di saat musim penghujan dan menjadi pembayang untuk mengurangi silau dari sinar matahari khususnya di saat siang hari.

3. Alternatif Desain 3



Gambar 4.50 Alternatif Desain 3 Roster

Alternatif desain ketiga mengadaptasi desain bukaan yang terbuka tanpa adanya penghalang untuk aliran angin yang masuk. Pada modul memiliki luas *inlet* 70% dari luas permukaan roster. Prinsip ini dapat mengoptimalkan angin yang masuk ke dalam ruangan terutama saat angin bergerak ke arah bangunan secara laminar, dimana prinsip ini juga diterapkan pada tipe 1. Perbedaan yang dimiliki tipe ini dengan tipe 1 adalah adanya bagian modul roster yang tertutup pada tipe 1, sehingga luas *inlet* tipe 3 lebih besar. Ukuran dari roster tipe ini adalah 30 x 30 x 10 cm, dengan empat *inlet* yang memiliki dimensi berbeda. *Inlet* terbesar berukuran 16 x 16 cm, dan untuk yang terkecil berukuran 8 x 8 cm.

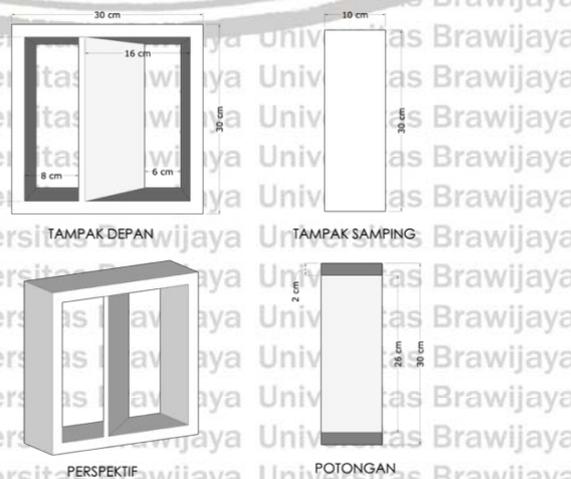
4. Alternatif Desain 4



Gambar 4.51 Alternatif Desain 4 Roster

Desain alternatif roster keempat memiliki dimensi 30 x 30 x 10 cm yang memiliki satu lubang *inlet* pada modulnya. Roster mengadaptasi bentuk bukaan ventilasi *Casement Side-hung*, yang diharapkan dapat memasukkan angin hingga 75% dari luas bukaan. Sudut kemiringan pada roster digunakan untuk mengoptimalkan aliran angin dapat masuk ke ruangan dengan merata. Selain itu, penempatan roster pada sisi bangunan yang tidak sejajar dengan arah datangnya angin membutuhkan adanya sudut pembelok. Sudut ini ditujukan agar kemungkinan angin yang masuk lebih besar bila dibandingkan roster tanpa sudut. Disaat angin dapat mengalir secara laminar, kemungkinan terjadinya turbulensi akan berkurang.

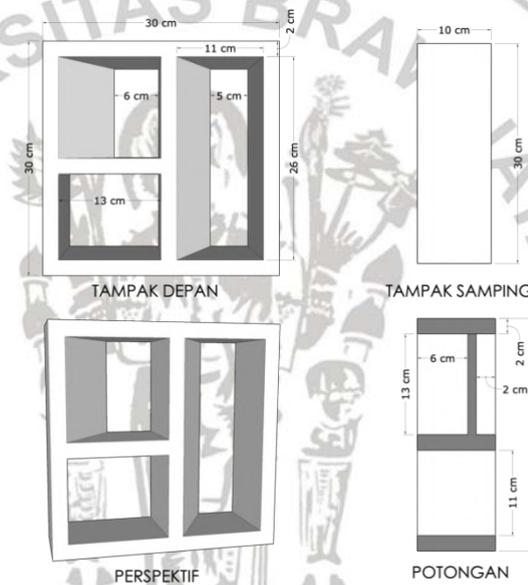
5. Alternatif Desain 5



Gambar 4.52 Alternatif Desain 5 Roster

Alternatif desain kelima memiliki modul yang mengadaptasi prinsip bukaan *Vertical Pivoted*, dimana terdapat bidang di tengah modul roster dengan sudut 30° yang membagi *inlet* menjadi dua sisi. Sisi pertama memiliki ukuran 26 x 8 cm, dan untuk sisi kedua berukuran 26 x 16 cm. Pembagian sisi *inlet* dengan pelakan bidang bersudut ditujukan untuk mempermudah membelokkan aliran angin yang umumnya bergerak secara laminar. Saat angin bertemu dengan bidang miring, alirannya secara tidak langsung akan berubah dan membuat angin masuk ke dalam ruang. Prinsip bukaan yang diterapkan dapat memaksimalkan angin yang masuk hingga 75% dari luas *inlet* pada roster.

6. Alternatif Desain 6



Gambar 4.53 Alternatif Desain 6 Roster

Desain pada alternatif 6 merupakan kombinasi antara prinsip bukaan *Casement Side-hung* dengan *inlet* yang terbuka tanpa sudut pembelok. Sisi bagian kiri atas dan bagian kanan modul menerapkan prinsip bukaan yang memiliki sudut, sedangkan pada bagian kiri bawah roster merupakan *inlet* yang terbuka secara langsung. Perbaduan dua prinsip ini digunakan untuk melihat apakah kerja roster dapat lebih optimal bila keduanya digunakan pada satu modul roster yang sama.

Prinsip *Casement Side-hung* dapat memaksimalkan angin yang masuk hingga 75% dari luas bukaannya. Dimensi dari modul roster adalah 30 x 30 x 10 cm, dengan tiga *inlet* yang memiliki ukuran berbeda – beda.

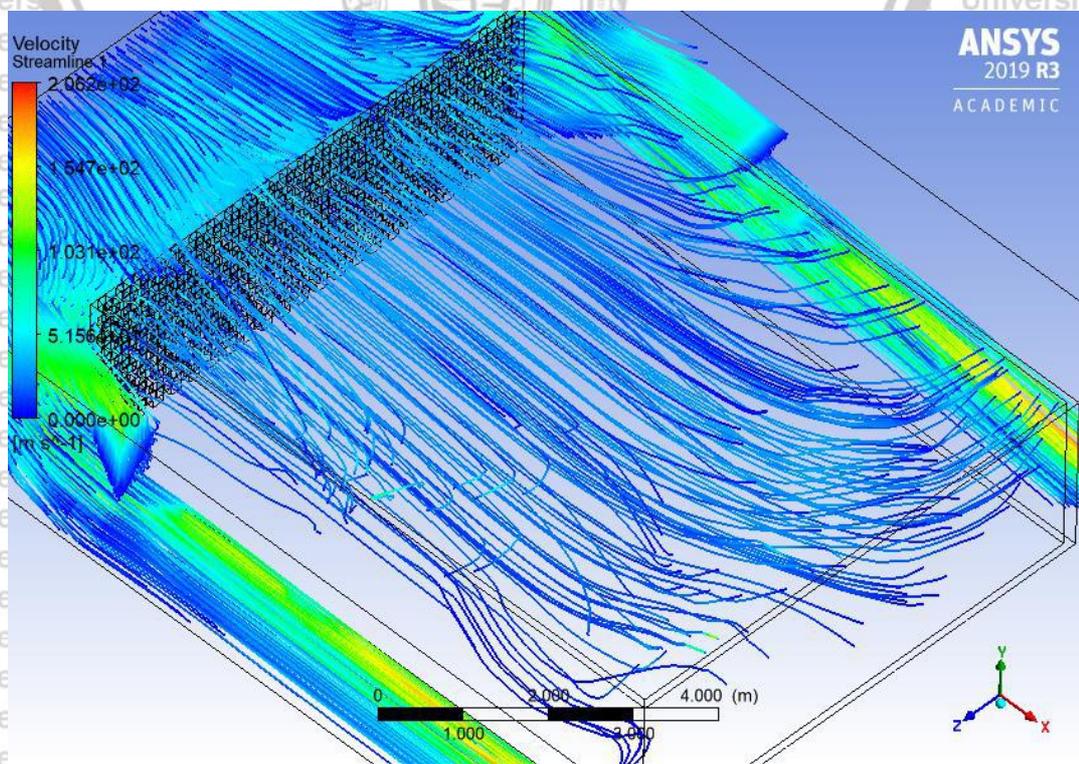
4.6 Analisis Hasil Simulasi Modifikasi Roster

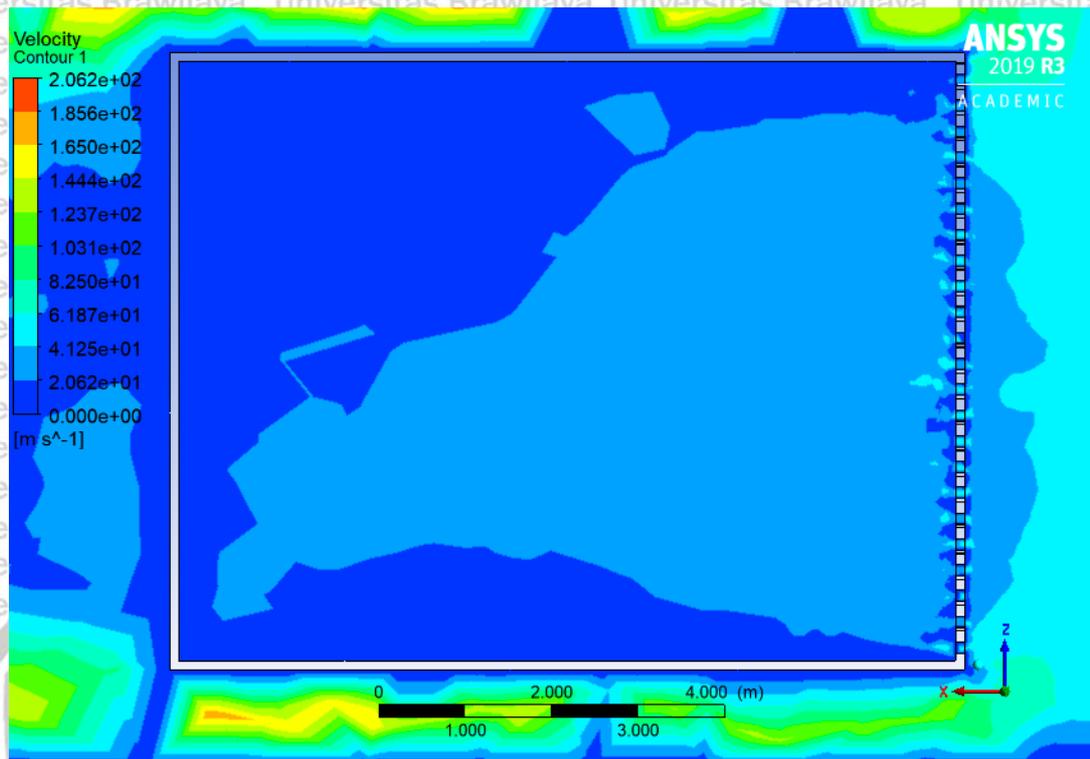
Dalam menguji alternatif desain menggunakan software Ansys Fluent, simulasi dilakukan dengan menggunakan model dan parameter yang sama. Roster akan disimulasikan pada ruang berdimensi $9 \times 7 \times 2,4$ meter yang merupakan hasil penyederhanaan dari ruang eksisting. Luas dinding roster adalah $9 \times 2,4$ meter dan $7 \times 2,4$ meter. Pada sisi ruang terpanjang (B) akan menggunakan roster tipe 4–6, dan untuk sisi lebar ruang (A) menggunakan roster tipe 1–3. Kecepatan angin yang digunakan pada software adalah 2 m/s dengan arah aliran angin yang behembus dari sisi timur ruang.

Terdapat beberapa parameter yang diperhatikan dalam menentukan alternatif desain terbaik yang dapat digunakan pada bangunan. Roster dapat menjadi *inlet* yang mendistribusikan aliran angin secara merata ke setiap sudut ruang, sehingga tidak terjadi perbedaan kecepatan angin yang signifikan. Aliran angin yang baik tidak membentuk turbulensi yang akan membuat angin hanya dominan pada satu titik. Untuk mengetahui perbandingan antara alternatif dengan roster eksisting, dilakukan juga simulasi terhadap roster eksisting dengan kondisi yang sama dengan perlakuan pada alternatif.

4.6.1. Hasil Simulasi Modifikasi Roster

1. Alternatif Desain 1 (A)



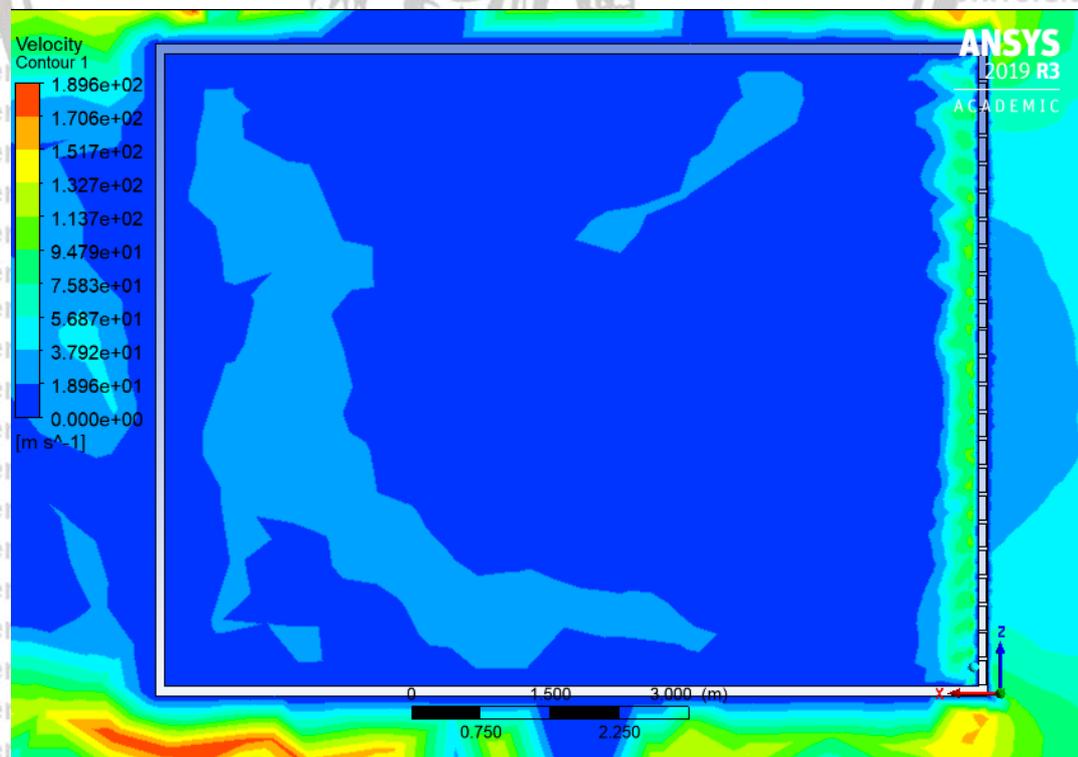
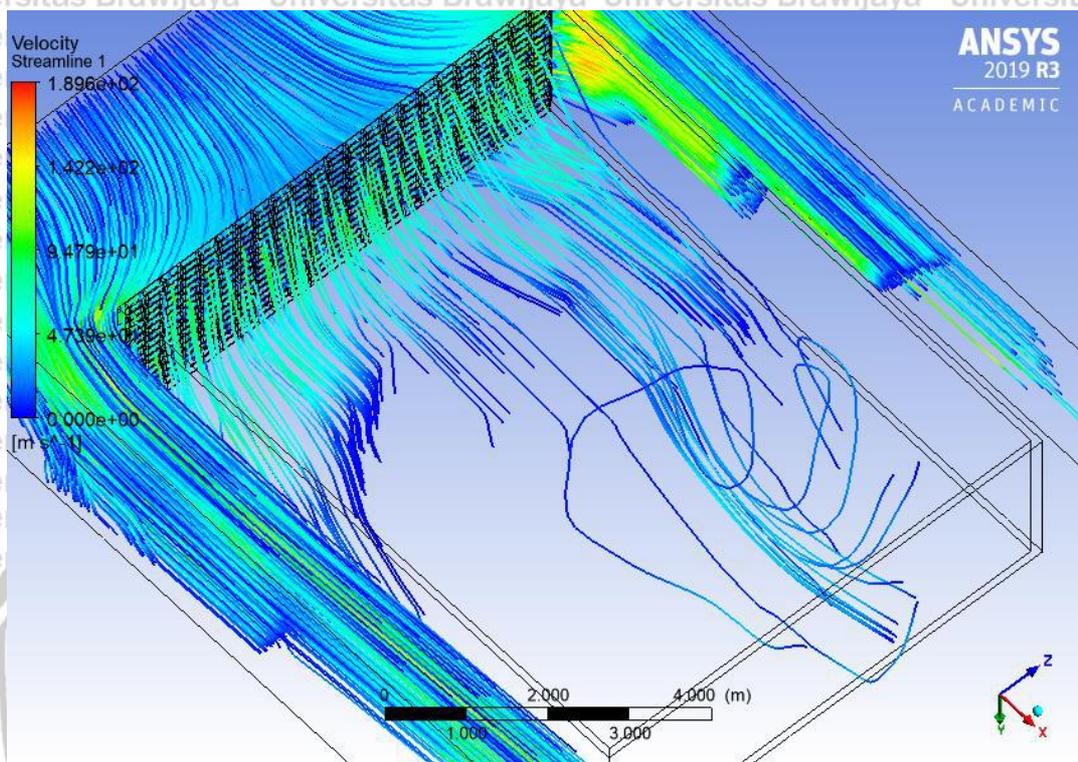


Gambar 4.54 Hasil Simulasi Alternatif Desain 1A Roster

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan pada alternatif desain 1, persebaran aliran angin dapat merata dan membentuk aliran yang sejajar dengan *inlet* dan *outlet*. Angin bergerak secara laminar menuju dinding yang memiliki outlet, dan saat masuk melalui roster angin dapat menyebar ke seluruh ruangan. Visualisasi pergerakan angin tersebut dapat terlihat pada *streamline*, bahwa angin dapat menjangkau setiap titik ruang dengan kecepatan yang berbeda – beda. Pergerakan angin dapat dipengaruhi bukaan pada roster, yang dapat meneruskan angin tanpa terhalang bidang lainnya. Kecepatan angin tertinggi berada diangka 0,41 m/s, tergambar pada area yang memiliki warna kontur biru muda. Secara keseluruhan ruangan memiliki rata – rata kecepatan angin dengan rentang 0,2 – 0,41 m/s.

Penerapan sistem ventilasi silang pada simulasi dapat terjadi dengan baik, pertukaran udara panas akan keluar melalui *outlet*. Sifat udara panas yang bergerak dari bawah ke atas membuat posisi roster lebih rendah daripada posisi *outlet*. Udara dingin akan menggantikan udara panas di dalam ruang sehingga terjadi pergantian sirkulasi udara. Kecepatan udara yang keluar melalui *outlet* berkisar antara 0 – w m/s dan dapat mengalami peningkatan saat mengalami penyempitan pada lubang udara.

2. Alternatif Desain 2 (A)



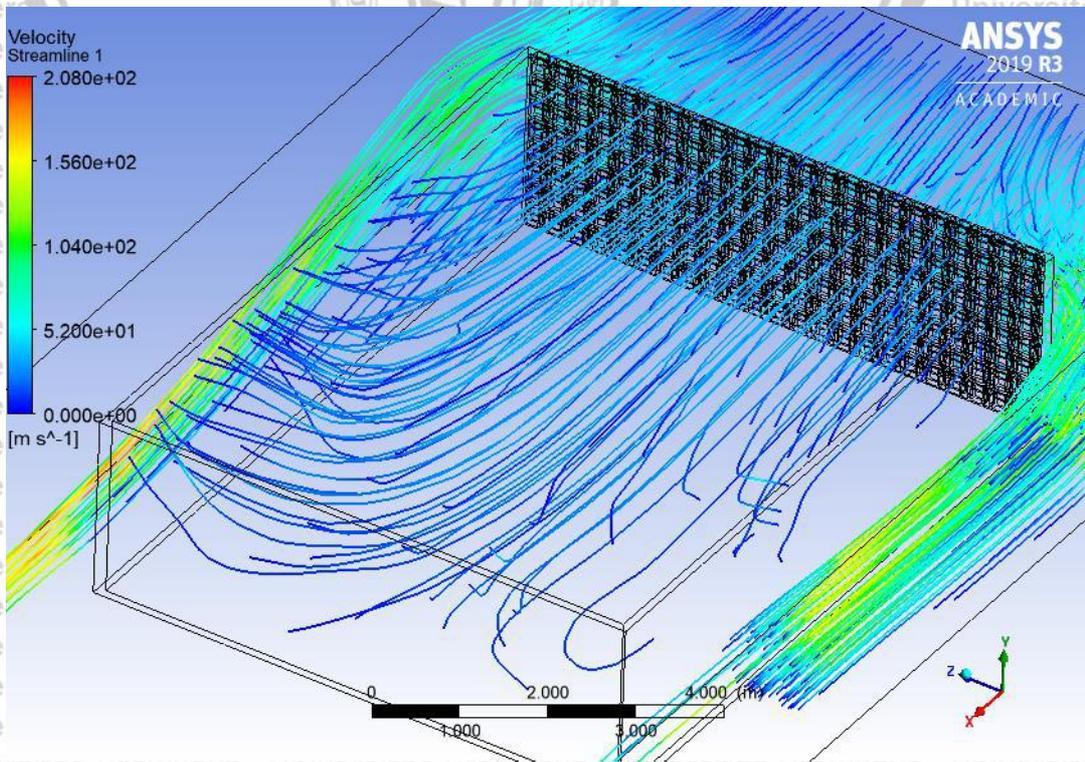
Gambar 4.55 Hasil Simulasi Alternatif Desain 2A Roster

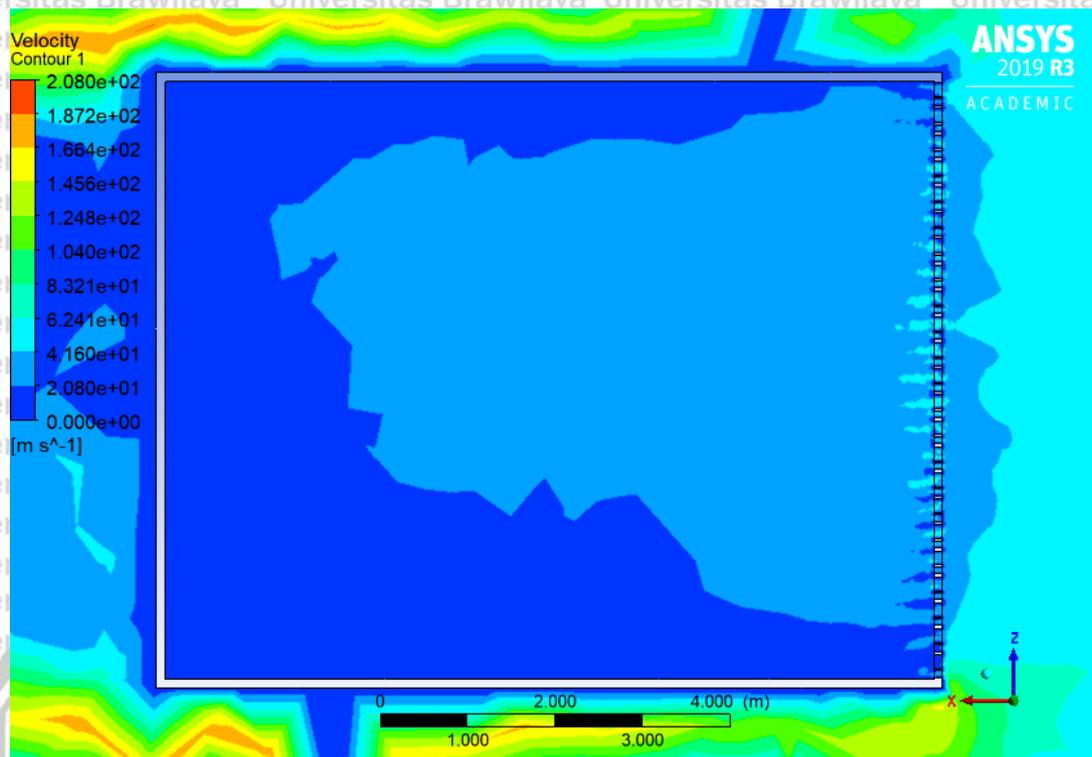


Pergerakan aliran angin pada simulasi desain roster alternatif 2 kurang dapat menjangkau area ruang lebih luas lagi bila dibandingkan dengan alternatif 1. Aliran angin hanya dominan pada area yang berdekatan dengan dinding roster dan tidak menyebar dengan rata ke area lainnya. Penggunaan bidang miring pada modul roster didapati masih belum optimal dalam usaha meneruskan aliran angin dari luar ruang ke dalam, kecepatan angin cenderung melambat saat berada di dalam ruang. Pada simulasi kecepatan angin tertinggi berada di angka 0,37 m/s, dengan persebaran utamanya berada di area dinding roster. Secara umum, ruangan memiliki kecepatan angin rata - rata pada rentang 0,18 – 0,37 m/s.

Penggunaan bidang bersudut pada roster memang diharapkan dapat meningkatkan kecepatan angin yang masuk ke dalam ruang. Namun, terdapat dampak lain yang dapat terjadi. Pada simulasi terlihat aliran angin mengalami peningkatan pada area *inlet*nya saja. Hal ini disebabkan sudut yang tajam pada roster yang membuat peningkatan kecepatan drastis namun akan melemah saat sudah memasukin ruang. Area bagian tengah ruang tidak mendapati aliran angin sama sekali yang terlihat pada *streamline* bahwa aliran terpecah sebelum dapat melewati area ini. Pada kondisi ini kecepatan angin meningkat hingga 0,56 m/s dan dapat turun cukup rendah hingga 0,18 m/s.

3. Alternatif Desain 3 (A)



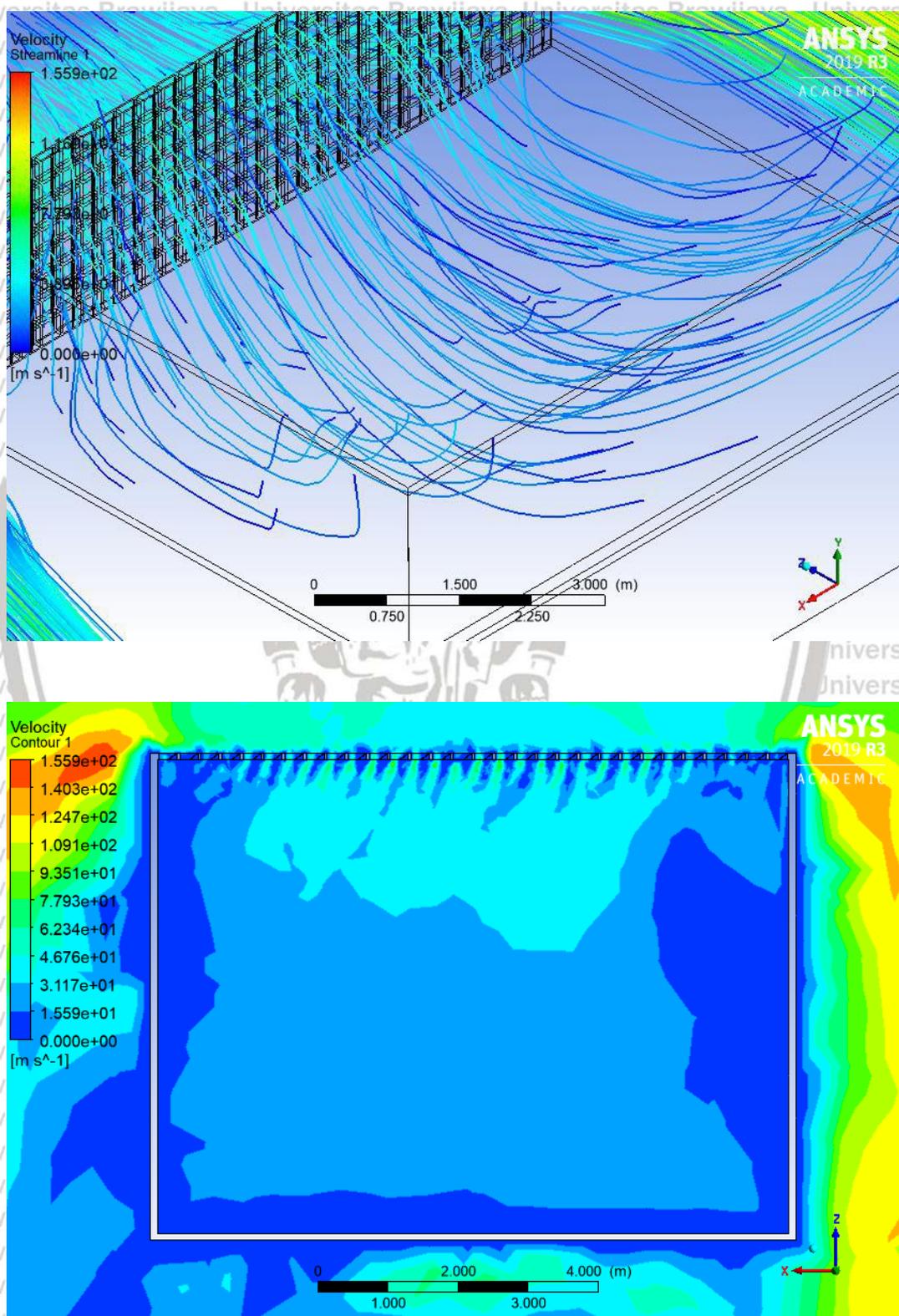


Gambar 4.56 Hasil Simulasi Alternatif Desain 3A Roster

Berdasarkan hasil simulasi terhadap alternatif desain 3, kecepatan aliran angin tertinggi berada di rentang 0,41 m/s yang terletak pada area dengan kontur berwarna biru muda. Pada area yang berkontur biru tua memiliki kecepatan aliran angin yang rendah yaitu antara 0 – 0,2 m/s, area ini berada cukup jauh dari area dinding roster. Pergerakan aliran angin yang masuk ke dalam ruang dapat tersebar secara merata ke seluruh area ruang. Dari garis streamline, aliran angin yang masuk dapat berbelok 30 ° ke kanan dan 30 ° ke kiri. Pergerakan aliran angin ini memungkinkan angin dapat tersebar secara merata pada ruang. Walaupun roster tidak menggunakan bidang bersudut pada modulnya, angin yang dihasilkan dapat tersebar dengan baik dengan membagi lubang angin menjadi empat bagian yang masing – masing memiliki dimensi berbeda. Penggunaan roster dapat optimal karena diletakkan pada sisi timur ruang yang merupakan arah dominan angin datang.

Pergerakan angin dalam ruang dapat mengalir secara laminar dan tidak membentuk turbulensi, sehingga alirannya dapat bergerak merata. Kecepatan angin pada saat melewati roster dapat mencapai 0,62 m/s kemudian berubah menjadi 0,41 m/s saat berada di dalam ruang. Pada garis kontur biru muda terlihat jangkauan kecepatan angin 0,41 m/s dapat bergerak cukup jauh hingga ke titik terjauh ruang

4. Alternatif Desain 4 (B)



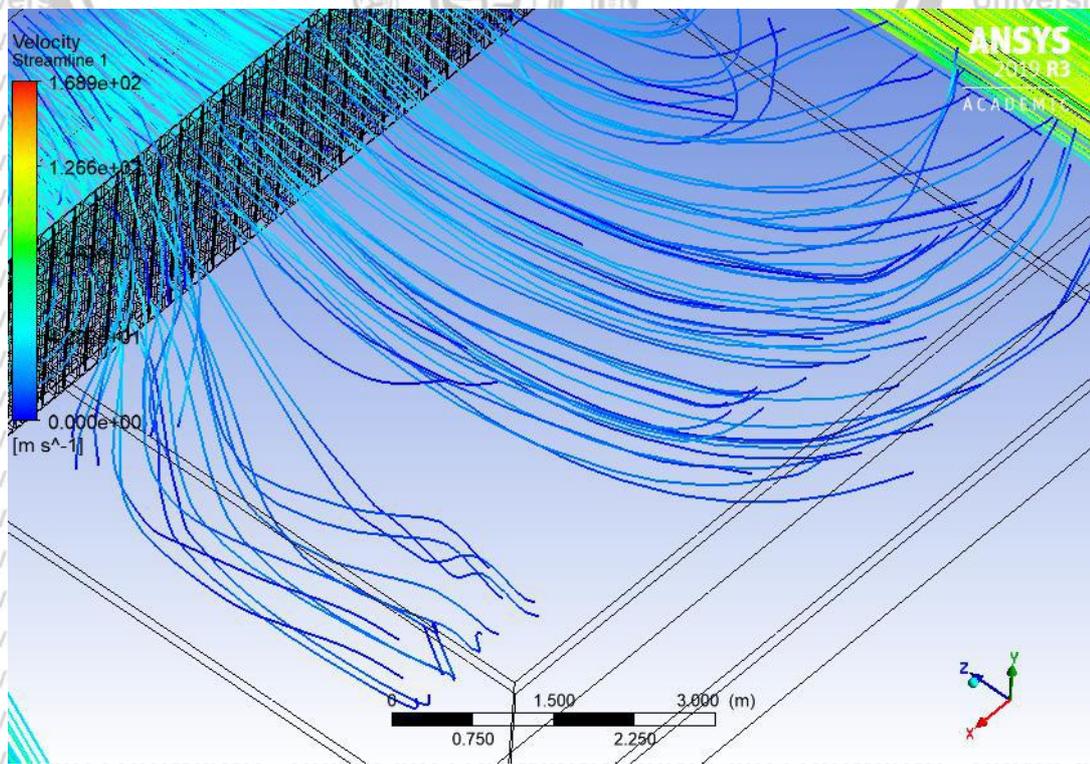
Gambar 4.57 Hasil Simulasi Alternatif Desain 4B Roster

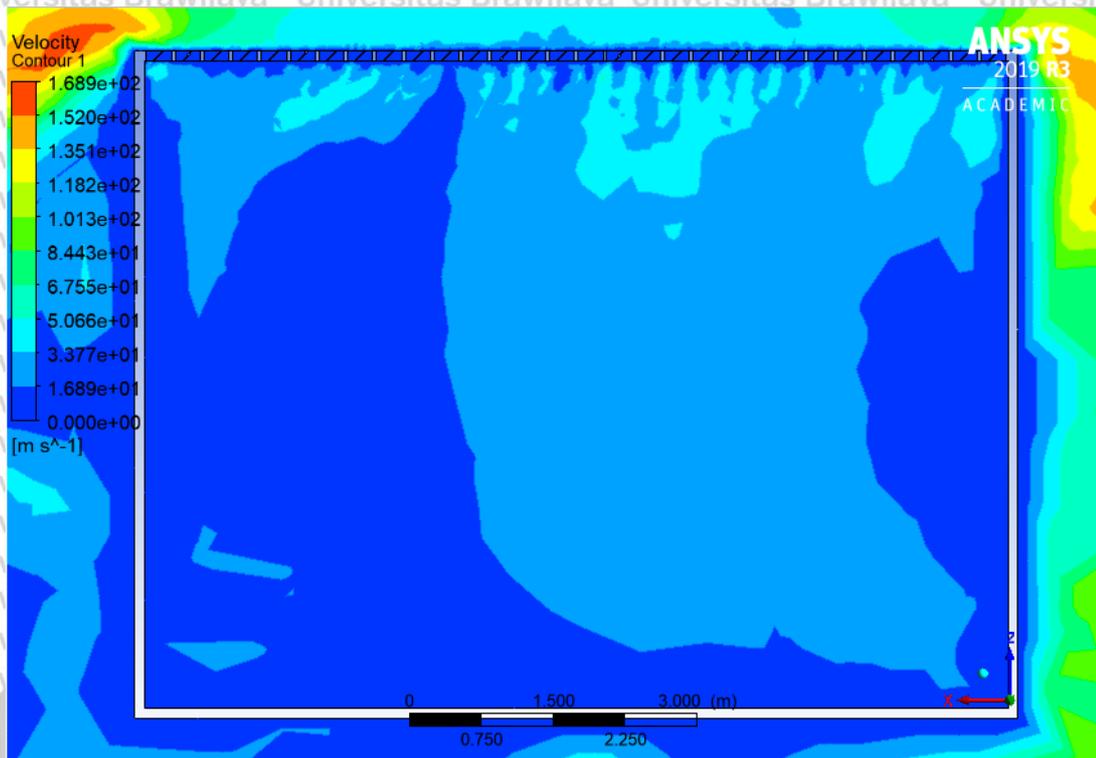
Dari hasil simulasi yang dilakukan terhadap alternatif desain 4, area dengan kontur berwarna hijau toska memiliki kecepatan aliran angin tertinggi yang berada di rentang 0,31 – 0,46 m/s. Area yang lain memiliki kecepatan aliran yang rendah, berada pada area berkontur biru tua dengan kecepatannya hanya 0 – 0,15 m/s.

Pergerakan aliran angin di dalam ruang dapat menyebar secara merata ke seluruh area ruang. Area pada ruang mendapatkan aliran angin secara langsung dari *inlet* tanpa memerlukan adanya pantulan angin terhadap elemen dinding. Berdasarkan garis streamline dari hasil simulasi, roster sudah optimal dalam usaha mendistribusikan angin yang datang ke setiap sudut ruang. Secara umum kecepatan rata-rata di dalam ruang adalah 0,31 m/s, dan pada area terjauh dari dinding roster memiliki kecepatan 0,15 m/s.

Penerapan prinsip *Casement Side-hung* pada roster dapat bekerja dengan baik dalam memaksimalkan aliran angin yang masuk. Berdasarkan teori, prinsip ini dapat memberikan 75% dari luas roster sebagai jalan angin masuk. Desain roster dibuat untuk menanggapi arah dominan angin yang berasal dari arah timur bangunan, sehingga pada dinding roster yang tidak sejajar dengan arah datangnya angin masih menangkap aliran angin. Penggunaan bidang bersudut 30° dapat membelokkan aliran angin untuk masuk ke dalam ruang, walaupun angin bergerak secara laminar.

5. Alternatif Desain 5 (B)



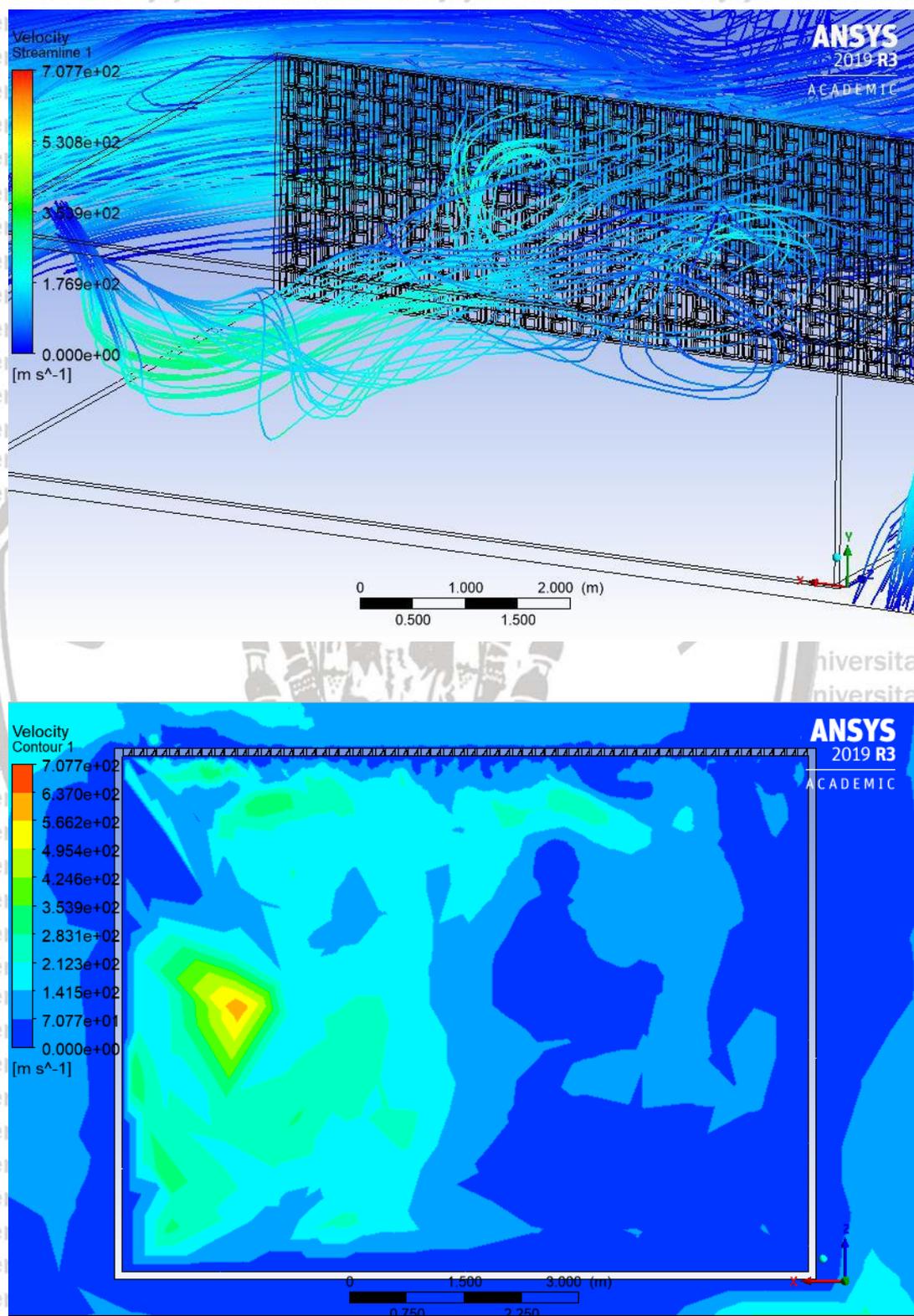


Gambar 4.58 Hasil Simulasi Alternatif Desain 5B Roster

Pergerakan aliran angin yang dihasilkan dari alternatif desain 5 dapat menjangkau keseluruhan bagian ruangan, namun belum seoptimal alternatif 4. Angin yang masuk melalui lubang roster cenderung bergerak ke arah kiri ruang. Aliran angin yang masuk bergerak secara laminar dan kemudian saat aliran bertemu elemen dinding maka terjadi pembelokkan yang membuat aliran lebih merata. Kecepatan angin yang masuk mencapai angka 0,33 m/s, dimana angin dapat mendorong udara panas yang ada di dalam ruang. Pada area dengan kontur berwarna biru, yang tidak menjadi jalur utama yang dilewati angin memiliki kecepatan 0,16 m/s. Aliran angin yang berkumpul pada satu titik dapat berpotensi membentuk turbulensi didalam ruang, hal ini terlihat pada hasil simulasi yang dimana arah angin dominan mengarah sisi kiring ruang. Pertemuan antara aliran angin yang berbeda akan menimbulkan perputaran pada satu titik.

Pada desain roster alternatif 5, menerapkan prinsip bukaan *Vertical Pivoted* yang dapat mengoptimalkan masuknya aliran angin 75% dari luas *inlet*. Roster memiliki bidang bersudut 30° pada bagian tengah roster yang membagi *inlet* menjadi dua sisi. Bidang bersudut 30° menjadi media untuk membelokkan aliran angin karena peletakkan roster yang berada pada sisi yang tidak sejajar dengan arah dominan angin datang.

6. Alternatif Desain 6 (B)

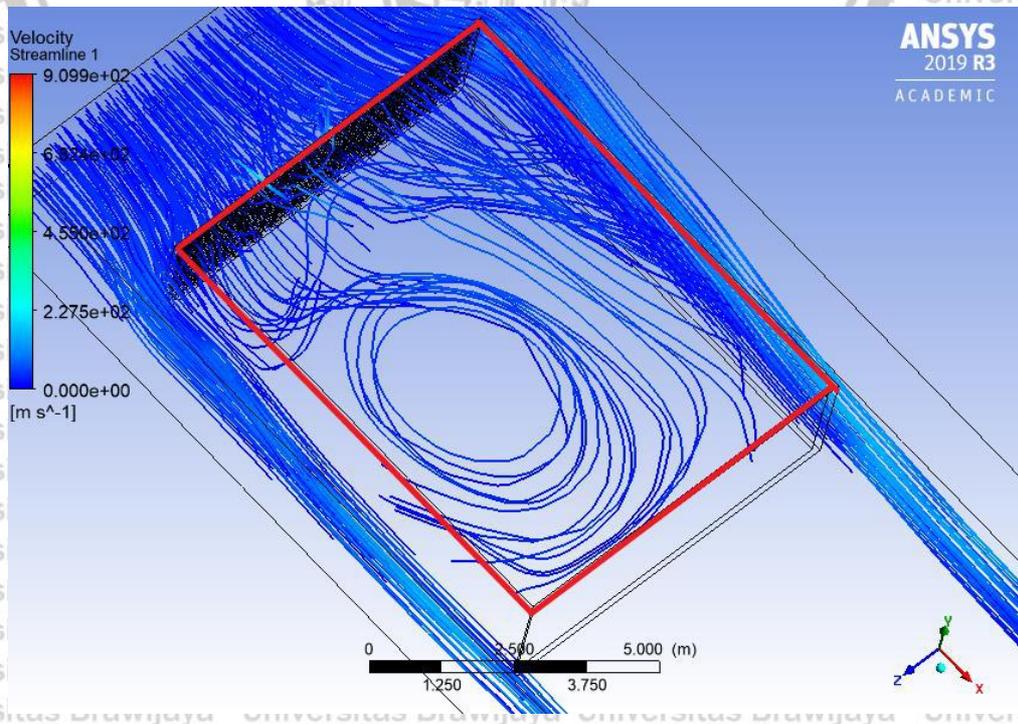


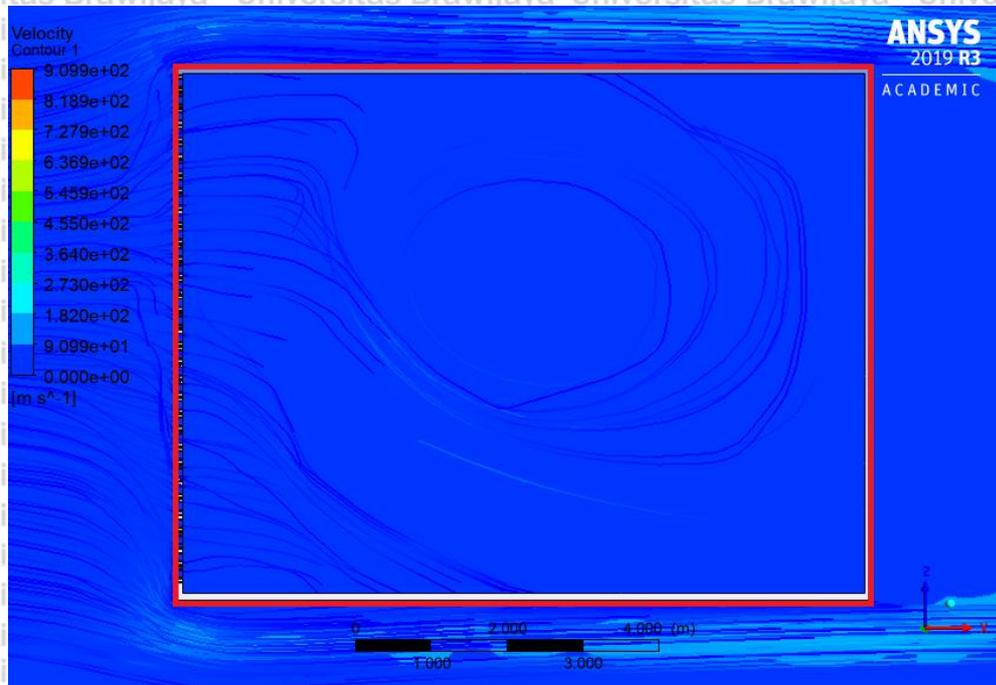
Gambar 4.59 Hasil Simulasi Alternatif Desain 6B Roster

Pergerakan aliran angin yang masuk ke dalam ruang belum dapat tersebar secara merata ke seluruh area ruang. Angin berkumpul pada satu area di ruang dan membentuk turbulensi hingga mencapai kecepatan 0,49 m/s, namun hanya pada titik tersebut. Berdasarkan hasil simulasi terhadap alternatif desain 3, kecepatan aliran angin tertinggi berada di rentang 0,21 m/s yang terletak pada area dengan kontur berwarna biru tosca. Pada area yang berkontur biru tua memiliki kecepatan aliran angin yang rendah yaitu antara 0 – 0,07 m/s, dimana angka ini tergolong rendah bila dibandingkan dengan hasil dari alternatif lainnya. Pergerakan aliran angin yang rendah pada area ini diakibatkan karena adanya turbulensi di area lainnya. Roster memiliki tiga lubang angin yang memiliki ukuran berbeda – beda dengan bentuk yang berbeda pula. Terdapat dua *inlet* yang memiliki bidang bersudut pada bagian tengahnya, dan satu *inlet* yang terbuka tanpa halangan. Penggunaan roster diharapkan dapat optimal karena mengadaptasi prinsip bukaan *Casement Side-hung*, namun dari hasil simulasi aliran angin belum tersebar merata dan kecepatannya cenderung rendah.

4.6.2. Hasil Simulasi Roster Eksisting

1. Roster Tipe 1 (A)

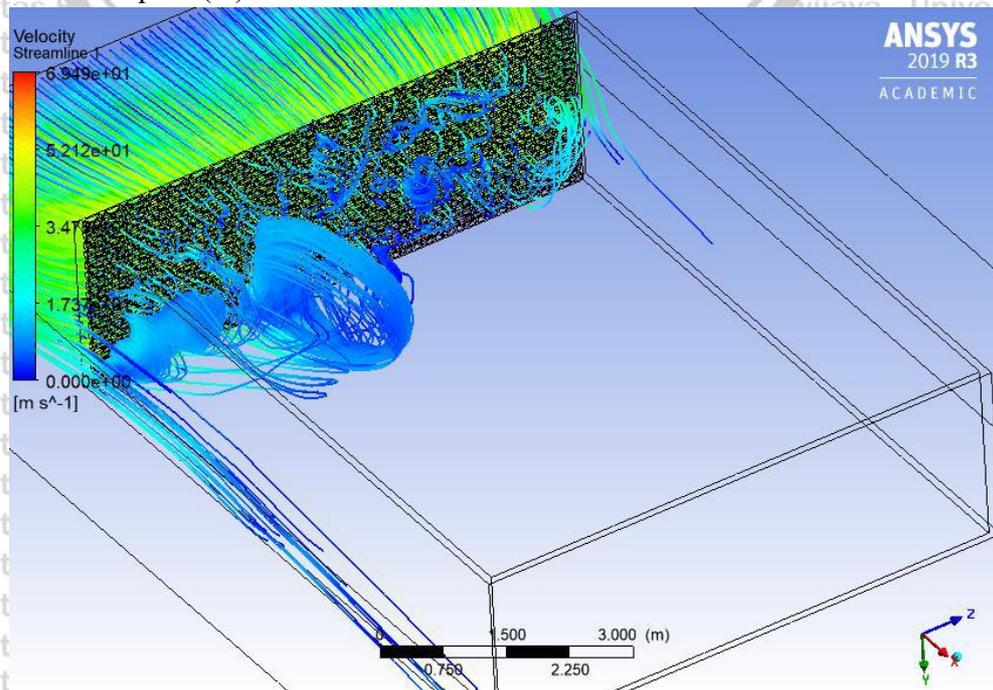


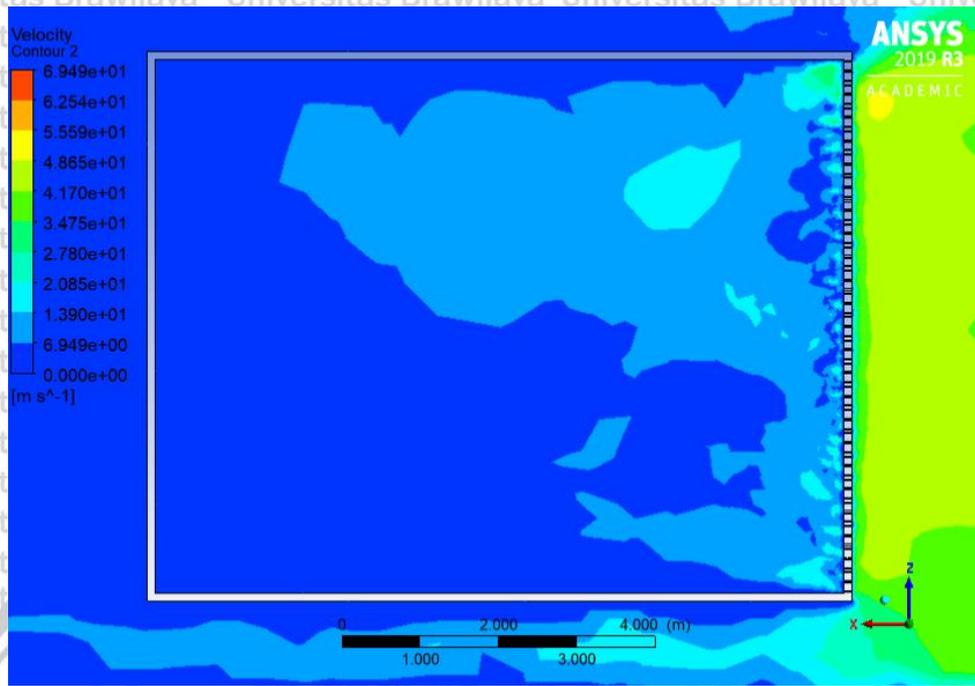


Gambar 4.60 Hasil Simulasi Roster Eksisting Tipe 1A

Hasil simulasi pada roster tipe 1 (A) menunjukkan persebaran angin hanya dominan pada area tengah ruang yang membentuk turbulensi sehingga alirannya tidak merata. Walaupun terjadi turbulensi, aliran angin tidak mengalami peningkatan kecepatan dan cenderung pelan. Turbulensi terjadi saat aliran angin yang berbedah arah berkumpul pada satu titik. Area pada ruang kurang mendapatkan distribusi aliran angin, yang menyebabkan kecepatan angin pada area tersebut hanya 0 – 0,09 m/s. Kecepatan angin tertinggi pada ruang dapat mencapai 0,09 m/s, dan terus menurun saat menjauhi dinding roster atau *inlet*.

2. Roster Tipe 2 (A)

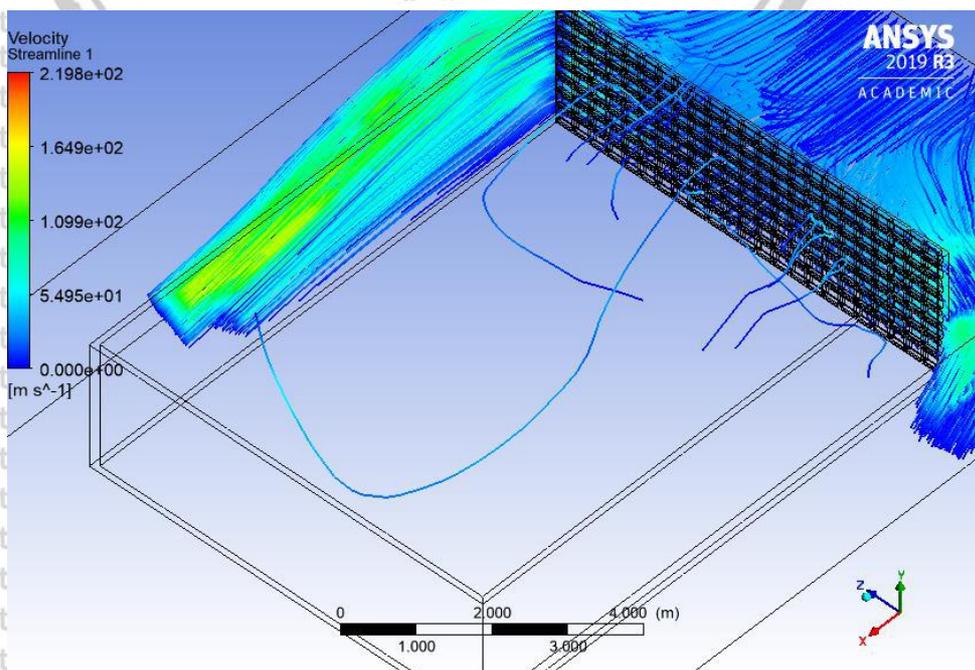


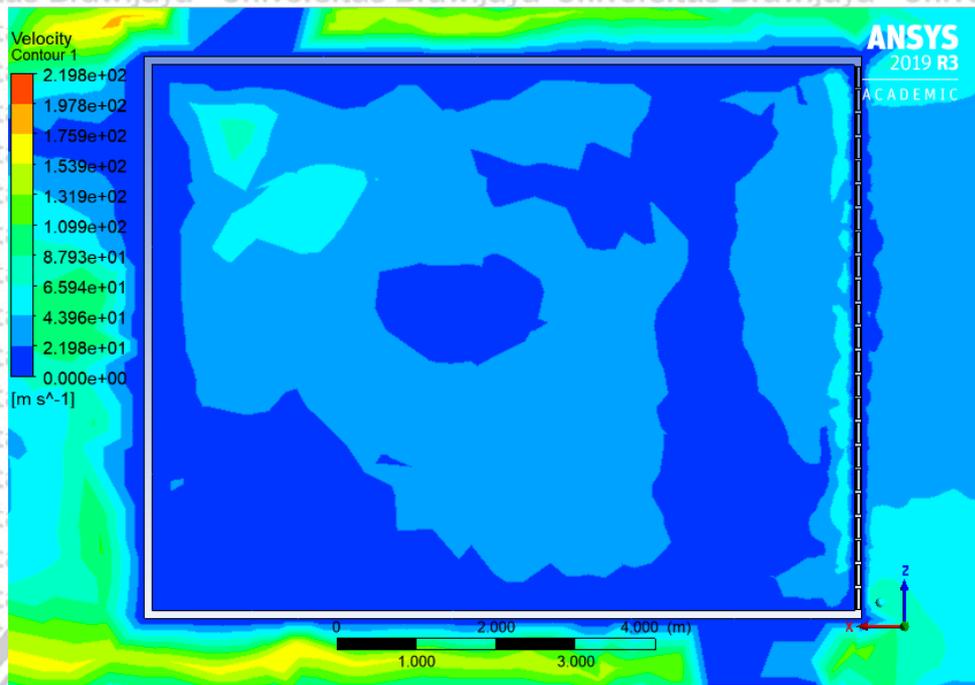


Gambar 4.61 Hasil Simulasi Roster Eksisting

Roster tipe 2 (A) memiliki persebaran aliran angin yang tidak dan hanya berpusat pada area yang berdekatan dengan dinding roster. Angin yang tidak terdistribusi dengan baik diakibatkan adanya turbulensi. Kecepatan tertinggi pada ruang mencapai 0,2 m/s yang ada pada area berkontur biru tosca. Area tersebut berada di dekat *inlet* pada ruang, namun area lain hanya memiliki kecepatan angin antara 0 – 0,13 m/s. Saat terjadi turbulensi, kecepatan angin akan cenderung meningkat namun hanya pada titik tertentu.

3.1 Roster Tipe 3 (A)

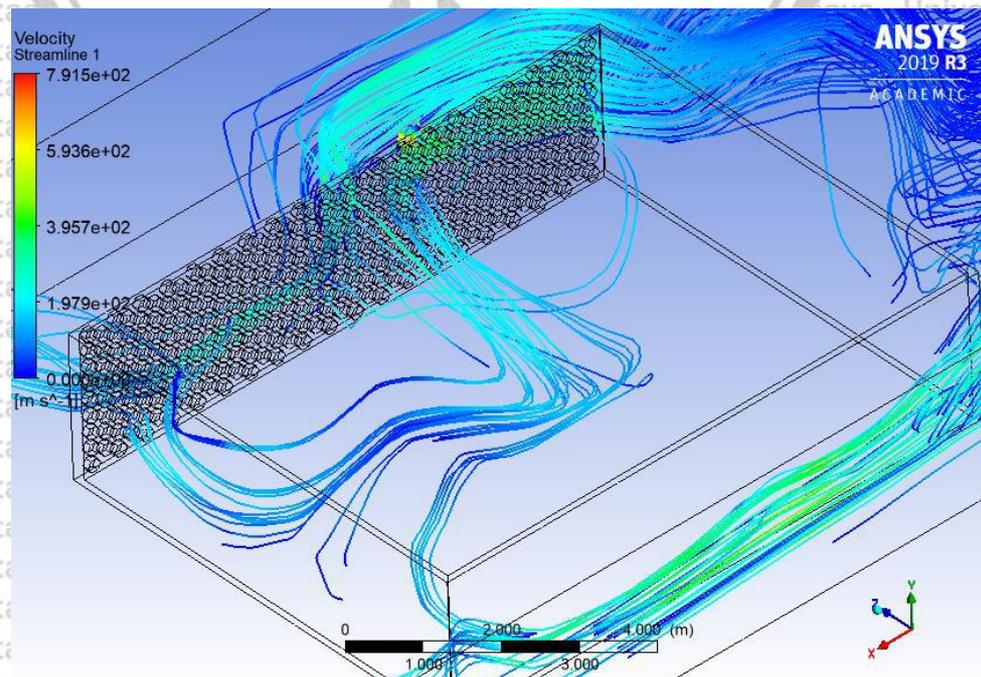


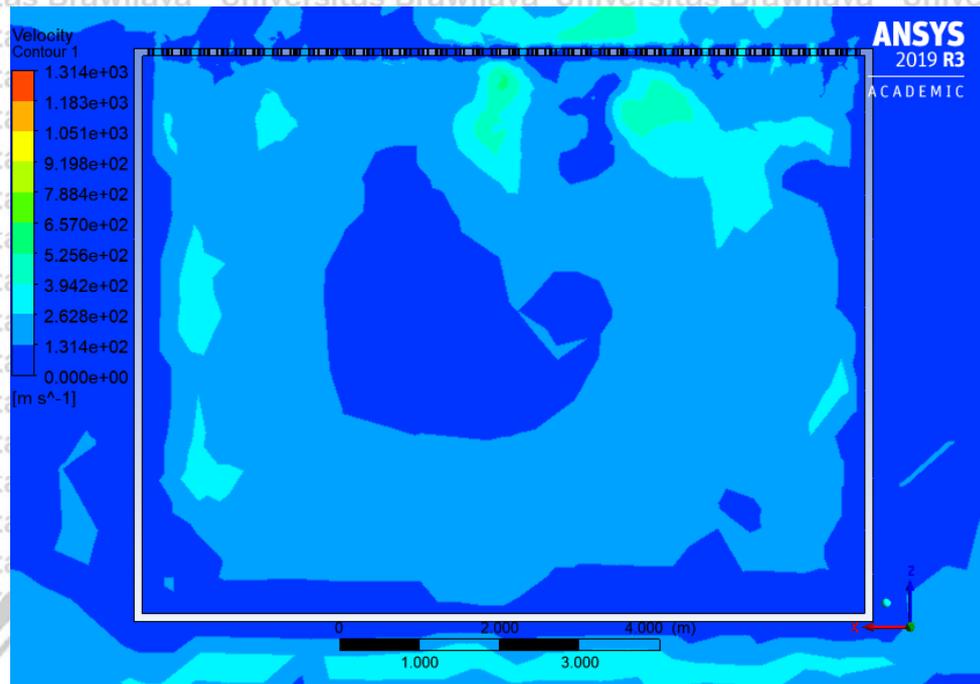


Gambar 4.62 Hasil Simulasi Roster Eksisting

Berdasarkan hasil simulasi pada roster tipe 3 (A), persebaran aliran angin tidak terdistribusi dengan baik. Angin yang dapat masuk dan mengalir pada ruang sangat sedikit dengan kecepatan yang rendah. Kecepatan angin maksimal pada ruang adalah 0,04 m/s, yang berada pada area tengah ruang. Area lain ruang memiliki kecepatan angin yang rendah yaitu antara 0 – 0,02 m/s. Walaupun angin bergerak secara laminar, namun aliran tidak dapat bergerak secara merata ke seluruh area ruang.

4. Roster Tipe 1 (B)

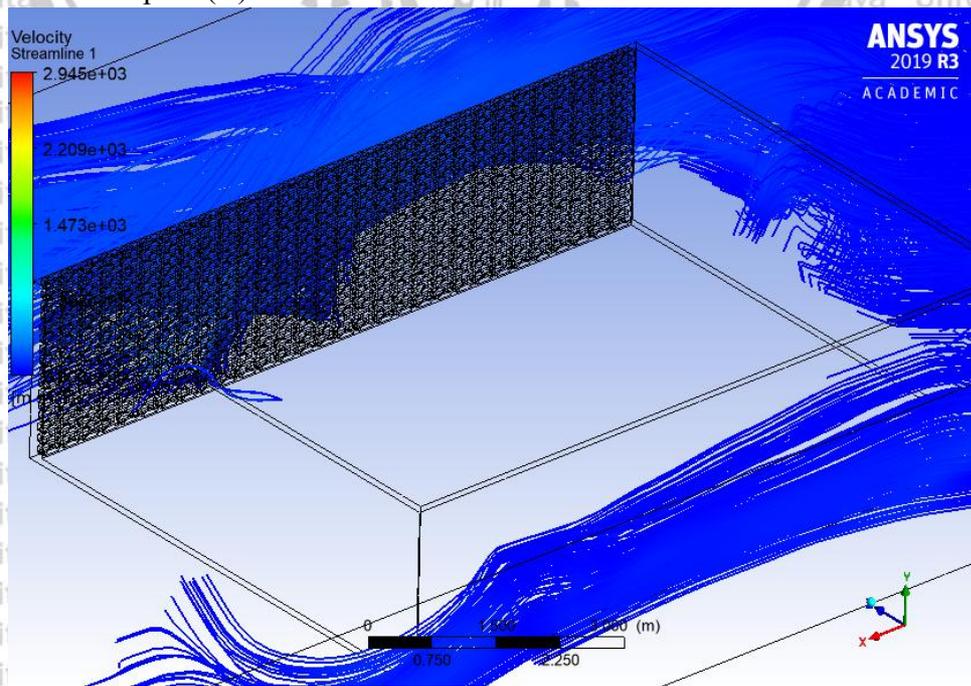


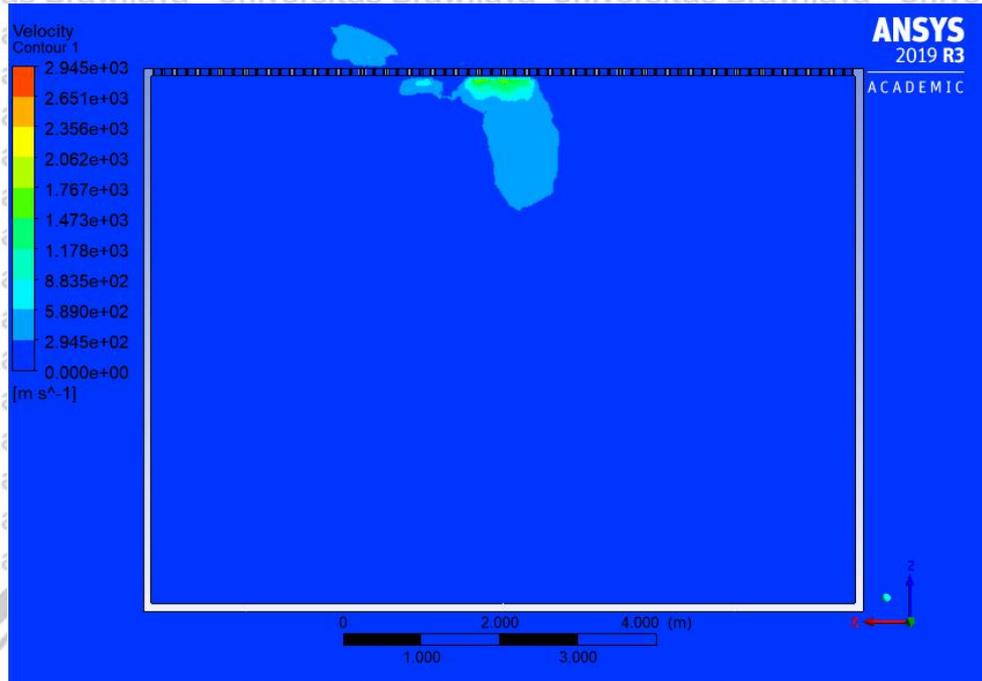


Gambar 4.63 Hasil Simulasi Roster Eksisting Tipe 1B

Roster tipe 1 (B) memiliki pergerakan aliran angin laminar dan dominan pada sisi kanan ruang dan angin tidak dapat tersebar merata di dalam ruang. Kecepatan tertinggi pada ruang mencapai 0,39 m/s yang ada pada area berkontur biru muda. Secara umum, kecepatan rata-rata angin pada ruang adalah 0,13 – 0,26 m/s dengan perbedaan yang cukup besar bila dibandingkan pada area di sekitar dinding roster yang memiliki kecepatan maksimal.

5. Roster Tipe 2 (B)

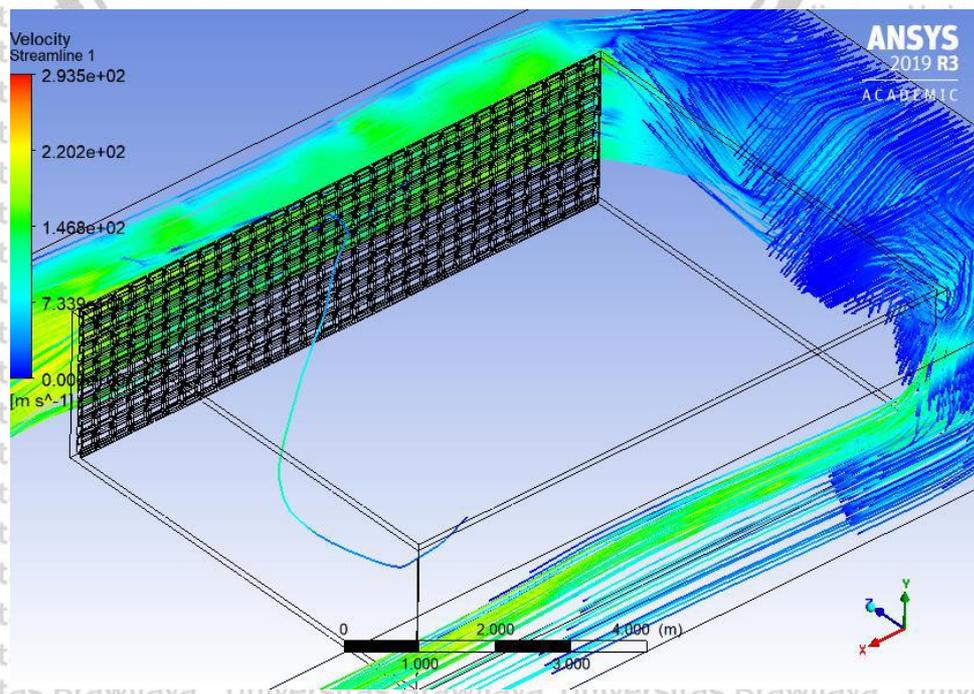


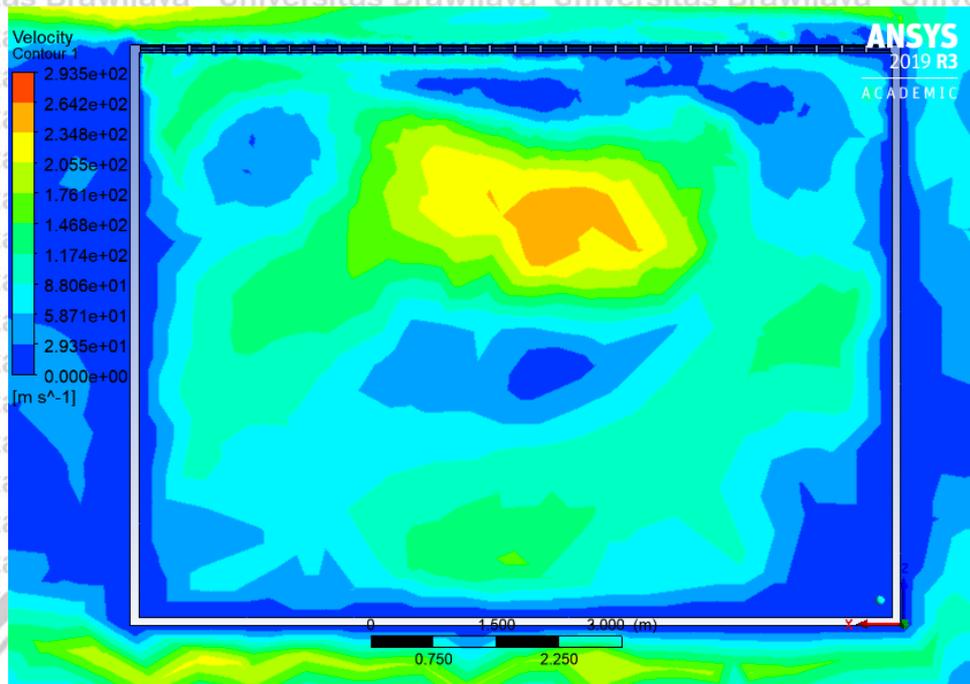


Gambar 4.64 Hasil Simulasi Roster Eksisting Tipe 2B

Berdasarkan hasil simulasi pada roster tipe 2 (B), *streamline* menggambarkan bahwa hanya sedikit aliran angin yang dapat masuk ke dalam ruang. Kecepatan angin yang masuk berada pada angka 0,05 m/s, sedangkan area lain pada ruang memiliki kecepatan aliran angin 0 m/s. Aliran angin yang masuk tidak mampu bergerak keseluruh ruang. Penggunaan roster tipe kurang cocok pada sisi ini karena tidak dapat mengoptimal angin yang masuk ke dalam ruang. Hal ini dikarenakan tidak adanya bidang bersudut pada modul roster.

6. Roster Tipe 3 (B)





Gambar 4.65 Hasil Simulasi Roster Eksisting Tipe 3B

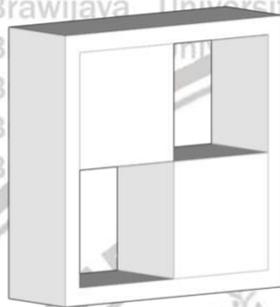
Hasil simulasi pada roster tipe 3 (B) menggambarkan persebaran aliran angin tidak terdistribusi dengan baik. Angin tidak dapat mengalir masuk ke dalam ruang, dan hanya sedikit yang dapat terlihat. Kecepatan angin maksimal pada ruang adalah 0,08 m/s, yang hanya berada pada satu titik diruang. Area lain ruang memiliki kecepatan angin yang rendah yaitu antara 0 – 0,029 m/s. Sedikitnya aliran angin yang masuk membuat distribusi angin tidak dapat menjangkau ruang secara keseluruhan.

4.6.3. Kesimpulan Hasil Simulasi Alternatif Desain Roster

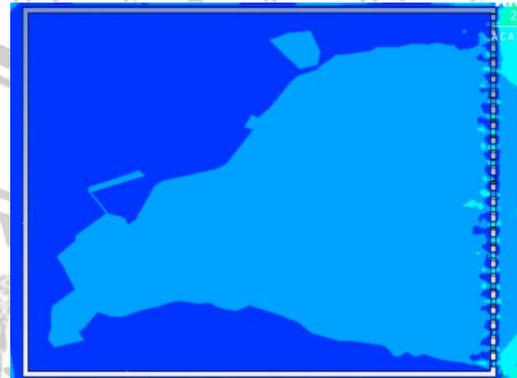
Dari keenam alternatif desain roster memiliki keunggulan dan kekurangannya masing – masing. Perbedaan tersebut dapat terjadi karena perbedaan jenis bukaan yang digunakan pada setiap alternatif.

Tabel 4.15 Kesimpulan Hasil Simulasi

Alternatif 1 (A)



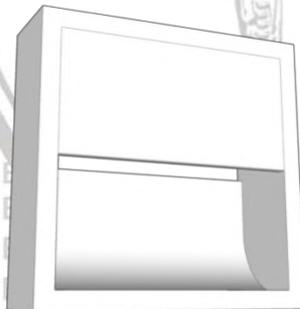
PERSPEKTIF



Kelebihan : Dapat mendistribusikan pergerakan aliran angin secara laminar, mengurangi terjadinya turbulensi dan menyebar lebih merata.

Kekurangan : Persebaran angin masih belum dapat menjangkau area yang jauh dari dinding roster.

Alternatif 2 (A)



PERSPEKTIF

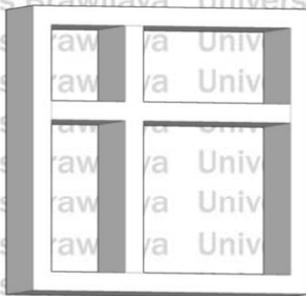


Kelebihan : Roster dapat meningkatkan kecepatan angin saat masuk ke dalam ruangan.

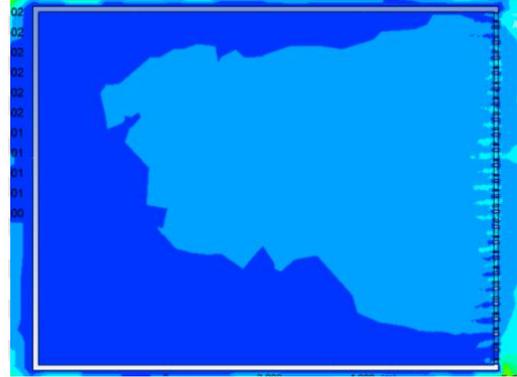
Kekurangan : Persebaran angin tidak merata dan hanya dominan di satu area aja, begitu pula dengan kecepatan angin yang meningkat hanya pada saat melewati roster.

Alternatif 3 (A)





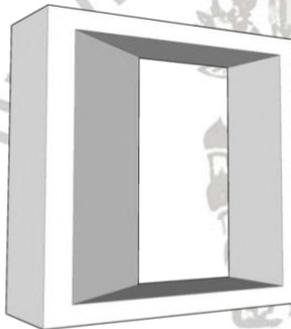
PERSPEKTIF



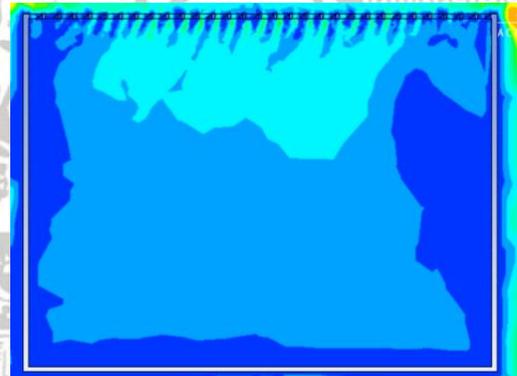
Kelebihan : Roster dapat mendistribusikan aliran angin secara merata pada ruang dengan jangkauan yang cukup jauh.

Kekurangan : Walaupun aliran angin sudah merata pada ruang, namun masih terdapat perbedaan kecepatan pada dua area di dalam ruang.

Alternatif 4 (B)



PERSPEKTIF



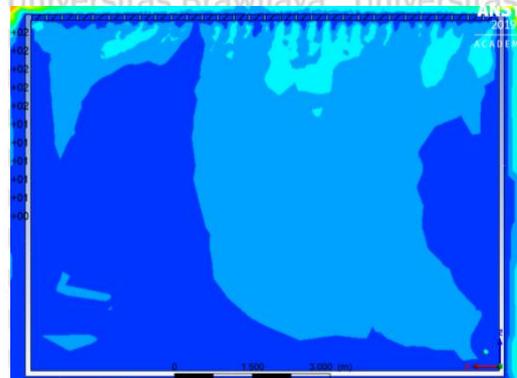
Kelebihan : Aliran angin yang masuk ke dalam ruang dapat mengalir secara merata dengan kecepatan yang tinggi.

Kekurangan : Penggunaan bidang bersudut dapat menimbulkan tubulensi bila aliran di dalam ruang bila hanya berpusat di satu titik.

Alternatif 5 (B)



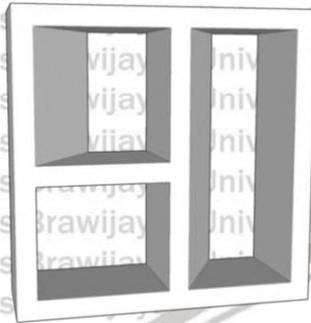
PERSPEKTIF



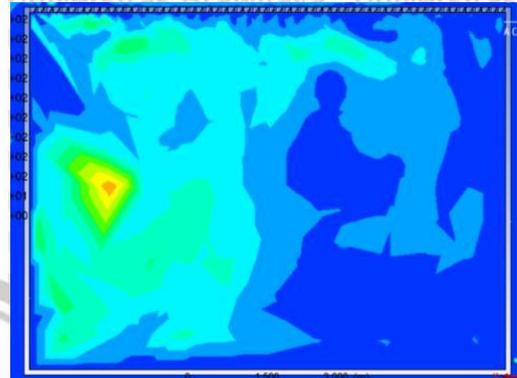
Kelebihan : Roster dapat meneruskan aliran angin secara merata dengan kecepatan angin yang cukup tinggi.

Kekurangan : Angin cenderung dominan pada salah satu area pada ruang.

Alternatif 6 (B)



PERSPEKTIF



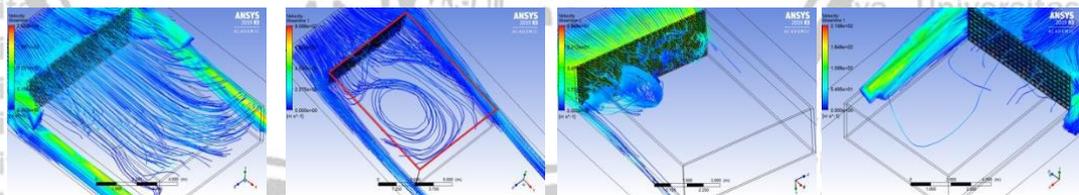
Kelebihan : Roster dapat menghasilkan aliran angin yang memiliki kecepatan tidak terlalu tinggi maupun rendah.

Kekurangan : Terjadi turbulensi pada aliran angin di dalam ruang, yang mengakibatkan tidak meratanya aliran angin.

Untuk mengetahui alternatif desain roster yang dapat diterapkan pada bangunan, perlu adanya studi komparasi dengan roster eksisting yang digunakan pada Masjid Al – Ikhlas. Perbandingan yang dilakukan berdasarkan hasil simulasi dari masing – masing roster dengan kondisi dan parameter yang sama.

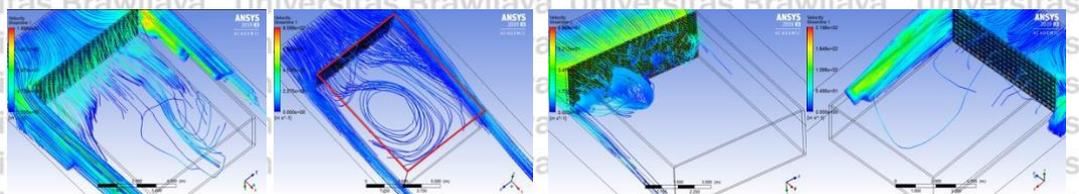
Tabel 4 16 Perbandingan Hasil Simulasi Roster Eksisting dan Alternatif Desain

(A) Alternatif 1 Roster Tipe 1 Roster Tipe 2 Roster Tipe 3



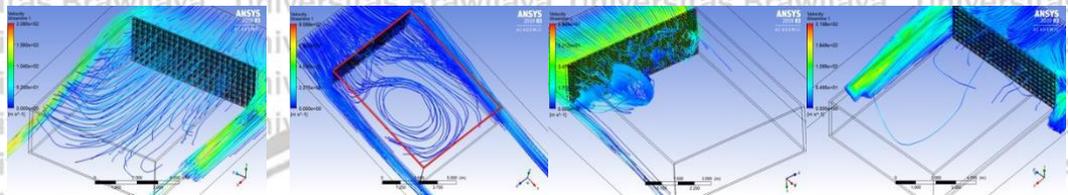
Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan, alternatif desain roster 1 memiliki persebaran yang lebih merata dibandingkan roster tipe 1,2 dan 3. Bila dilihat dari kecepatan angin yang masuk 0,41 m/s, alternatif 1 lebih unggul bila dibandingkan roster tipe 1-3.

(A) Alternatif 2 Roster Tipe 1 Roster Tipe 2 Roster Tipe 3



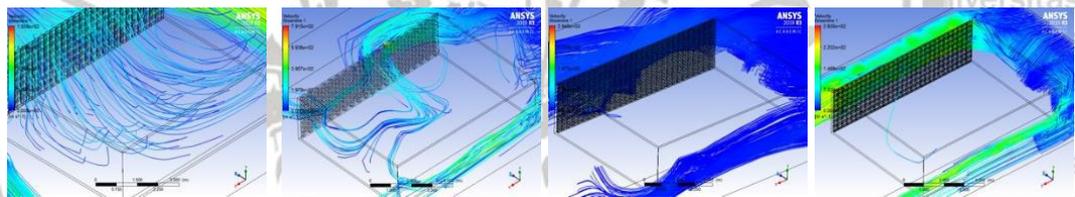
Pergerakan aliran angin yang dihasilkan dari alternatif 2 lebih optimal dalam menjangkau area di dalam ruang dengan kecepatan yang stabil yaitu 0,37 m/s dan masih berada di angka nyaman dibandingkan tipe 2 dan 3. Namun alternatif 2 masih belum dapat menjangkau keseluruhan area ruang seperti roster tipe 1.

(A) Alternatif 3 Roster Tipe 1 Roster Tipe 2 Roster Tipe 3



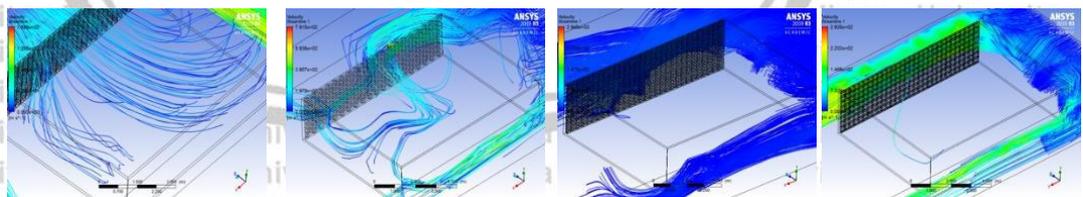
Hasil dari simulasi terhadap alternatif 3 menggambarkan pergerakan angin yang dapat mengalir secara merata pada ruang, yang lebih optimal dari tipe 1-3. Kecepatan angin yang masuk pada alternatif 3 mencapai 0,41 m/s, dimana angka ini lebih tinggi dibandingkan hasil dari 3 tipe roster eksisting.

(B) Alternatif 4 Roster Tipe 1 Roster Tipe 2 Roster Tipe 3



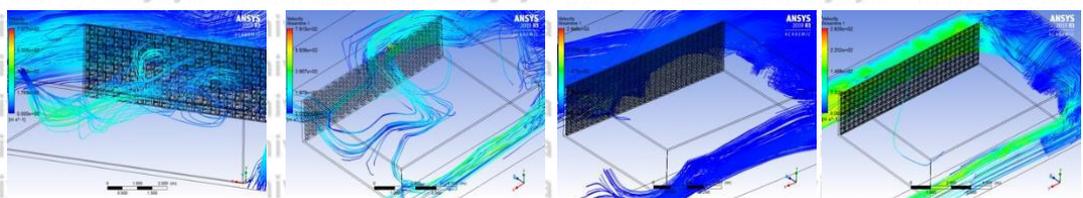
Persebaran angin pada alternatif 4 dapat menjangkau seluruh area ruang dan lebih optimal dari roster tipe 1-3. Kecepatan angin yang masuk adalah 0,46 m/s, dimana angka ini merupakan yang paling tinggi dibanding pada roster jenis lain.

(B) Alternatif 5 Roster Tipe 1 Roster Tipe 2 Roster Tipe 3



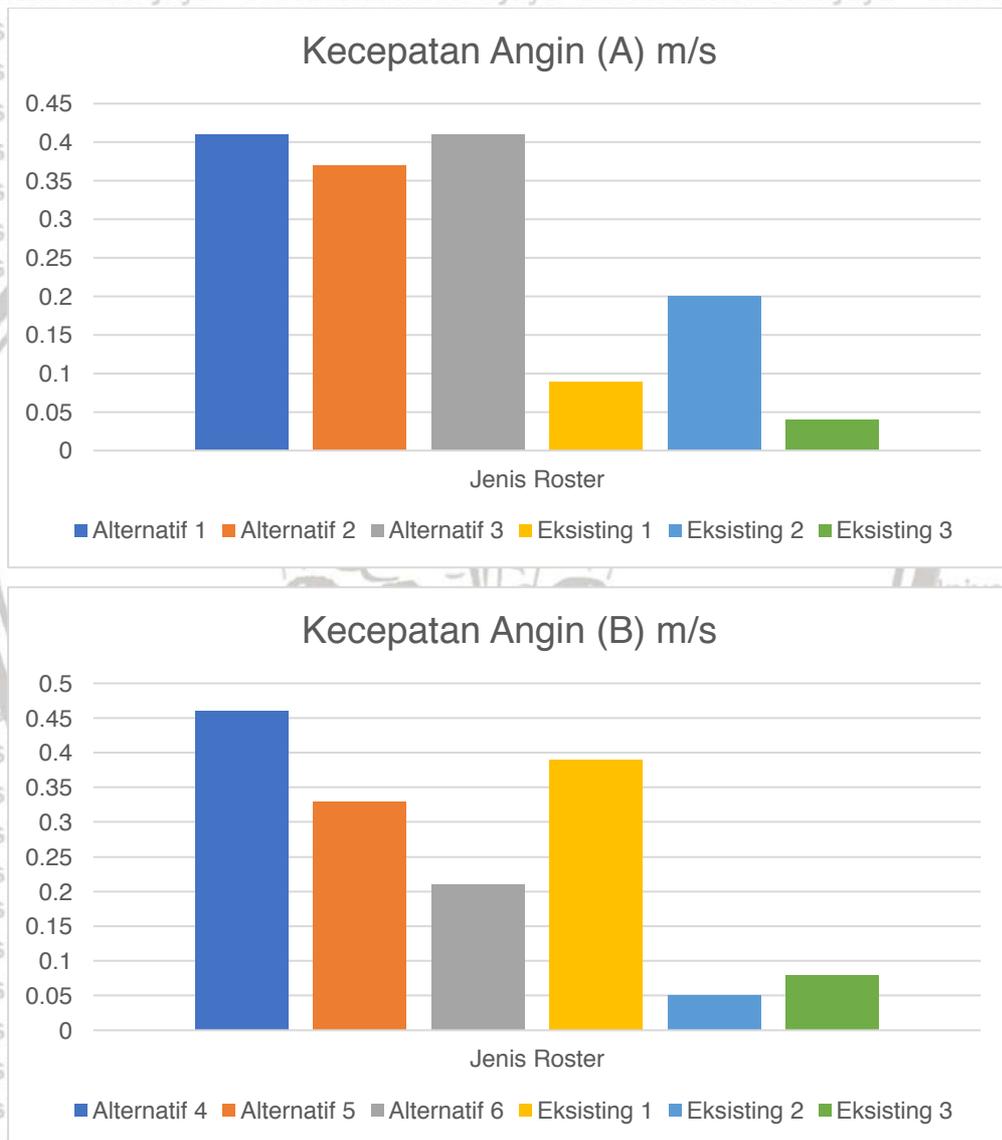
Alternatif 5 memiliki persebaran angin yang merata dan kecepatannya lebih tinggi bila dibandingkan 3 tipe roster eksisting. Kecepatan angin yang dihasilkan alternatif 5 dapat mencapai 0,33 m/s,

(B) Alternatif 6 Roster Tipe 1 Roster Tipe 2 Roster Tipe 3



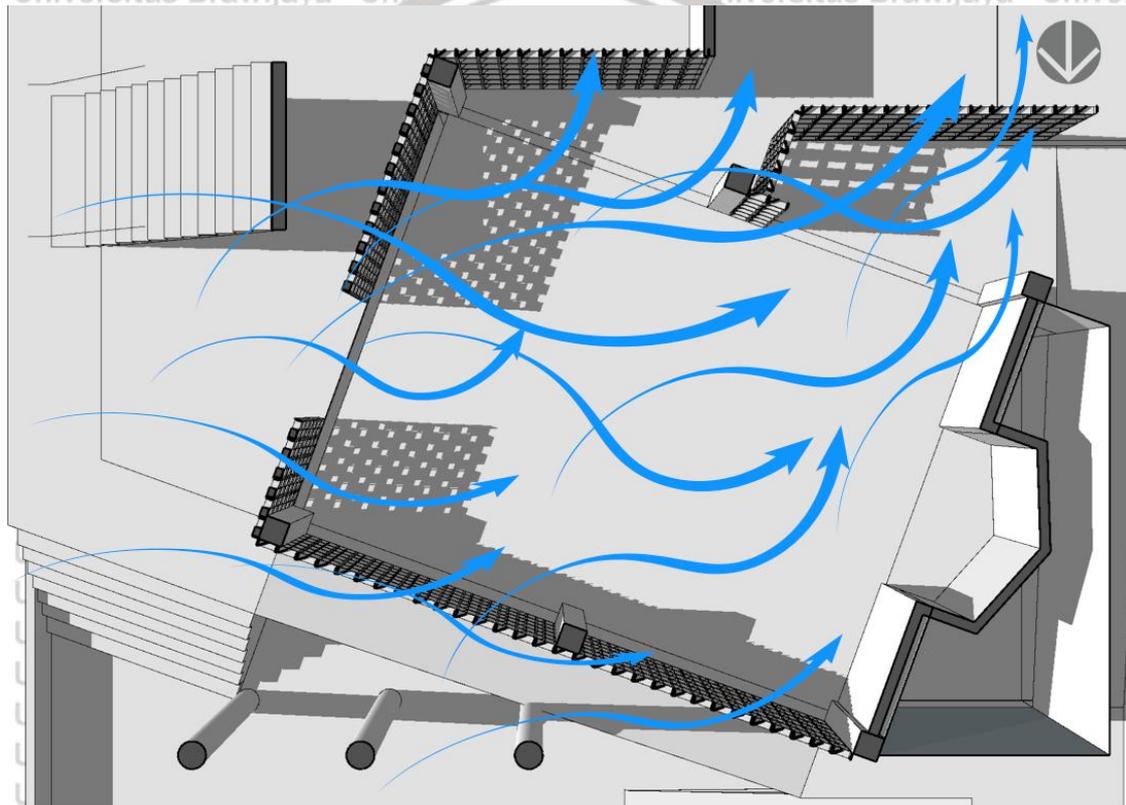
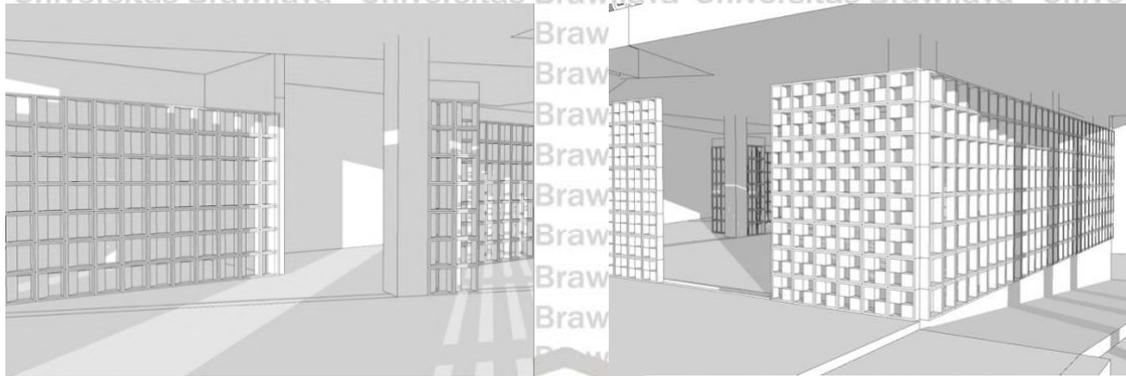
Alternatif 6 menghasilkan aliran angin yang hampir sama dengan roster tipe 1, dimana terjadi turbulensi di dalam ruang. Kecepatan angin yang dihasilkan alternatif 5 dapat mencapai 0,21 m/s,

Kinerja alternatif desain roster dapat dilihat dari kecepatan aliran angin yang berada di dalam ruang. Ventilasi alami yang baik dapat meneruskan aliran angin dari luar ruang dengan kecepatan yang stabil.



Gambar 4.66 Grafik Kecepatan Angin Berdasarkan Hasil Simulasi

Berdasarkan grafik bagan diatas dan juga hasil perbandingan aliran angin, alternatif desain roster yang dapat mengoptimalkan penghawaan alami pada masjid adalah **Alternatif 1** dan **Alternatif 4**. Kedua alternatif ini dapat mendistribusikan aliran angin secara merata pada ruang dengan kecepatan yang stabil.



Gambar 4.67 Penerapan Alternatif Roster pada Masjid

Pada Gambar 4.66 dapat dilihat visualisasi penerapan alternatif desain roster pada masjid. Roster alternatif 1 digunakan pada sisi timur bangunan karena merupakan sisi yang berhadapan langsung dengan arah angin dominan pada tapak dan menjadi *inlet* pada ruang. Dengan desain yang ada aliran angin akan mudah masuk ke dalam ruang. Untuk alternatif desain 4 digunakan untuk *inlet* pada sisi utara dan juga *outlet* sisi selatan ruang. Sudut bukan pada roster sebesar 45° akan mempermudah angin masuk pada sisi yang tidak berhadapan langsung dengan arah dominan angin, dan juga mempermudah sirkulasi udara panas di dalam ruang untuk keluar melalui *outlet*. Kombinasi dua alternatif desain ini dapat memaksimalkan penghawaan alami di dalam masjid dengan sirkulasi pertukaran udara yang baik.

4.7 Kondisi Suhu dan Kelembapan Udara Berdasarkan Hasil Simulasi Kecepatan Angin

Angin

Berdasarkan grafik bioklimatik, diketahui kondisi suhu dan kelembapan udara pada kategori nyaman saat ruangan memiliki kecepatan aliran angin pada angka tertentu. Pada keadaan suhu dan kelembapan udara di dalam ruang tinggi, dibutuhkan kecepatan angin yang cukup untuk membuat keadaan ruang tetap nyaman. Grafik bioklimatik dapat menunjukkan kecepatan angin minimal yang dibutuhkan di dalam ruang pada keadaan tertentu. Studi yang mempelajari grafik ini menggunakan persamaan suhu udara dari Auliciems untuk menentukan suhu udara nyaman yang didasari juga dari teori grafik bioklimatik dari Olygay, Arens, dan Szokolay.

Hasil simulasi menggunakan software ANSYS Fluent menunjukkan kecepatan angin dan juga aliran angin di dalam ruang. Untuk mengetahui kondisi suhu dan kelembapan udara pada simulasi, maka digunakanlah grafik yang menunjukkan batasan minum kenyamanan termal pada penggunaan ventilasi. Dari kecepatan angin yang di dapat pada hasil simulasi, akan diketahui berapa angka kelembapan dan suhu udara pada kondisi tersebut. Angka yang berada pada tabel merupakan kondisi maksimal dari kelembapan dan suhu udara yang dapat membuat kondisi ruang nyaman dengan kecepatan angin tersebut.

Tabel 4.17 Kondisi Suhu & Kelembapan Berdasarkan Hasil Simulasi Kecepatan Angin

Titik	Kecepatan Angin Simulasi (m/s)	Suhu Udara (°C)	Kelembapan Udara (RH%)
A	0,3	25	70
B	1,9	34	90
C	2	34,5	90
D	1,4	33	80
E	0,4	25	90

Type	Kecepatan Angin Simulasi (m/s)	Suhu Udara (°C)	Kelembapan Udara (RH%)
Alt. 1A	0,41	25	90
Alt. 2A	0,37	25	80
Alt. 3A	0,41	25	90
Alt. 4B	0,46	26	80
Alt. 5B	0,33	25	40
Alt. 6B	0,21	25	50
Eks 1A	0,09	25	40
Eks 2A	0,2	25	50
Eks 3A	0,04	25	40
Eks 1B	0,39	25	90
Eks 2B	0,05	25	40
Eks 3B	0,08	25	40

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Sistem ventilasi alami merupakan kondisi dimana terjadinya pertukaran udara yang dilakukan secara alamiah tanpa adanya bantuan alat mekanik. Ventilasi alami memiliki beberapa jenis variasi yang umum digunakan pada bangunan, dan salah satunya adalah roster. Roster adalah blok ventilasi yang digunakan sebagai media dari penghawaan alami dan sering disebut sebagai lubang angin. Dengan berkembangnya jaman, roster memiliki pergeseran fungsi yang awalnya hanya menjadi lubang angin kini dapat diaplikasinya menjadi dinding bangunan. Konsep ini salah satunya diterapkan pada Masjid Al – Ikhlas di Sidoarjo.

Roster yang digunakan pada masjid berfungsi sebagai dinding dan juga ventilasi alami sebagai media pertukaran udara. Dalam meninjau kedua fungsi tersebut, dilakukanlah penelitian yang membahas mengenai kinerja dinding roster sebagai ventilasi alami. Sebagai langkah awal, dilakukan pengukuran eksisting terhadap kecepatan angin, temperatur udara, dan kelembapan ruang pada masjid. Pengukuran dilakukan pada dua waktu berbeda dan dua jarak ukuran yang berbeda pula. Pada pengukuran pertama dilakukan pada 25 Januari 2020 dengan titik ukur berjarak 60 cm dari dinding roster. Pengukuran kedua dilakukan pada 18 Maret 2020 dan dilakukan pada jarak 1,5 m dari dinding roster. Berdasarkan analisis dari hasil pengukuran lapangan, didapatkan bahwa masjid secara umum memiliki beberapa kondisi yang belum sesuai dengan standar SNI 03-6572-2001 dan juga grafik bioklimatik.

Rata – rata kecepatan angin yang diukur dengan alat anemometer memiliki perbedaan pada setiap sisinya. Terdapat kondisi dimana kecepatan angin berada dibawah standar nyaman dan didapati juga kecepatan berada diatas batas nyaman. Perbedaan yang signifikan ini juga terjadi pada pengukuran temperatur udara dan kelembapan ruang. Hasil pengukuran memetakan bahwa temperatur udara dan kelembapan ruang memiliki selisih yang sedikit dengan lingkungan sekitarnya, dengan kata lain roster belum optimal dalam menurunkan temperatur ruang. Penggunaan roster sebagai dinding terluar bangunan berpengaruh terhadap ruang, dimana ruang luar akan mempengaruhi kondisi ruang dalam bila tidak didesain

dengan baik. Karena selain aliran angin, terdapat faktor lain yang dipengaruhi dengan penggunaan dinding roster pada bangunan.

Pada dasarnya penerapan desain roster di Masjid Al – Ikhlas masih mengutamakan sisi estika dibandingkan sisi fungsinya. Desain roster merupakan representasi bentuk sarang lebah yang diambil dari salah satu surat dalam Al – Quran yang digunakan pada lantai 2 masjid. Untuk lantai 1, roster menerapkan konsep industrial yang dikombinasikan dengan nusantara. Secara keseluruhan bentuk dari tiga jenis roster pada masjid belum memperhatikan ukuran, jumlah ratio, dan bentuk yang dapat memaksimalkan penghawaan alami di dalam ruang.

Berdasarkan hasil simulasi terhadap dinding roster pada masjid, didapatkan visualisasi pergerakan persebaran aliran angin dan juga temperatur ruang. Pergerakan aliran angin yang dihasilkan tiap dinding berbeda-beda. Roster di lantai 1 memiliki persebaran yang kurang merata terhadap ruang, dan terjadi turbulensi yang berasal dari salah satu dinding. Kondisi yang berbeda terjadi pada lantai 2, dimana penggunaan dinding roster sebagai ventilasi alami lebih optimal. Pergerakan aliran angin yang masuk lebih merata dan juga memiliki kecepatan yang lebih stabil bila dibandingkan lantai 1. Penggunaan roster pada lantai 2 disisi lain memiliki kekurangan, dimana saat terjadi turbulensi kecepatan angin akan melebihi standar nyaman ruang dan alirannya akan dominan pada titik tertentu.

Untuk meningkatkan performa dinding roster sebagai ventilasi, dilakukan analisis terhadap rekayasa desain roster. Terdapat 6 alternatif yang didesain dengan mempertimbangkan beberapa aspek seperti tipe bukaan Beckett & Godfrey (1974), model roster dari Andy Rahman yang diadaptasi pada roster dan juga arah dominan angin pada tapak yang dilakukan dalam usaha meningkatkan aliran angin yang masuk ke dalam ruang. Dari 6 alternatif desain yang dibuat, terdapat 2 desain yang dapat meningkatkan kecepatan angin dengan stabil, membuat aliran yang merata keseluruh ruang, dan meminimalisir terjadinya turbulensi. Berdasarkan analisis yang dilakukan, alternatif 1 dan alternatif 4 merupakan desain yang optimal digunakan sebagai ventilasi alami.

Pada simulasi yang dilakukan terhadap eksisting dan juga modifikasi roster terdapat batasan dalam memvisualisasikan keadaan aliran udara di dalam ruang.

Dimana *inlet* dan *outlet* yang merupakan dinding roster tidak bisa bersamaan disimulasikan pada software. Dengan adanya keterbatasan ini maka saat salah satu sisi dinding roster disimulasikan maka sisi dinding lain dibuat berlubang tanpa

roster. Bila simulasi dapat dilakukan secara bersamaan, maka kinerja roster secara keseluruhan dapat terlihat pada hasil simulasi. Pada penelitian ini, simulasi yang dilakukan lebih menonjolkan performa setiap roster saat digunakan pada salah satu sisi dinding bangunan atau ruang.

5.2. Saran

Penggunaan roster sebagai dinding bangunan memiliki banyak kelebihan dan kekurangannya. Saat desain roster lebih mengutamakan estetika dibandingkan fungsinya, maka hal ini dapat mengubah tugas utama roster sebagai ventilasi alami. Dalam memilih desain dan menempatkan roster sebagai fungsi tertentu perlu adanya pertimbangan dan juga simulasi guna mengetahui kinerja roster sebelum digunakan pada bangunan. Perlu diketahui pula arah dominan angin pada tapak agar desain dapat menyesuaikan keadaan dan optimal kinerjanya. Penelitian dilakukan membahas mengenai rekayasa desain roster yang dapat memberikan dampak yang lebih baik dalam sistem penghawaan alami bangunan. Sehingga kenyamanan pengguna dalam beribadah dapat tercipta di dalam masjid.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, I. (2011). *Seri Rumah Ide - Sejuk Dan Indah Dengan ROSTER*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Alvarez, D. G. (2002). *Natural Ventilation in Buildings : A Design Handbook*. London: Science Publisher.
- Arifin, H. (2018). Pengaruh Bukaannya Terhadap Kinerja Termal Pada Masjid Jendral Sudirman. *Vitruvian Jurnal Arsitektur, Bangunan, & Lingkungan*, 67-76.
- Arinami, A. T. (2019). Performance evaluation of single-sided natural ventilation for generic building using large-eddy simulations: Effect of guide vanes and adjacent obstacles. *Elsavier*, 68-80.
- ASHRAE. (1992). *Standard 55-2003, Thermal Environmental Condition for Human Occupancy (ASHRAE standard 55-56)*. Atlanta US: ASHRAE.
- Badan Standarisasi Nasional. (2001) . SNI 03-6197-2001. *Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung*. BSN : Jakarta.
- Beckett, H., & Godfrey, J. (1974). *Windows: Performance Design & Installation*. New York: Van Nostrand Reinhold Co.
- Hadryant, A. N. (2010). *Masjid sebagai Pusat Pengembangan Masyarakat : Integrasi Konsep habluminallah, habluminannas, dan habluminal'alam*. Malang: UIN-MALIKI PRESS.
- Karyono, T. H. (2016). *Arsitektur Tropis : Bentuk, Teknologi, Kenyamanan, & Penggunaan Energi*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Kindangen, J. I. (2017). *Pendinginan Pasif : Untuk Arsitektur Tropis Lembab*. Yogyakarta: Deepublish Publisher .
- Kurniawan, S. (2014). MASJID DALAM LINTASAN SEJARAH UMAT ISLAM. *Jurnal Khatulistiwa – Journal of Islamic Studies*, 169-183.
- Lechner , N. (2015). *Heating, Cooling, Lighting : Sustainable Design Methods for Architects*. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc.
- Nugraha. (2018). Efektivitas Ventilasi Rumah Lingkungan Padat di Perumnas Depok Timur . *LAKAR Jurnal Arsitektur*, 27 - 31.
- Nugroho, A. O. (2007). A Preliminary Study of Thermal Comfort in Malaysia's Single Storey Terraced House. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 175-182.

Persada, N. G. (2019, Februari). EKSISTENSI ROSTER PADA BANGUNAN MASA

KINI DI BALI. *Prosiding Seminar Nasional Desain dan Arsitektur (SENADA)* (pp. 457-464). Bali: Sekolah Tinggi Desain Bali.

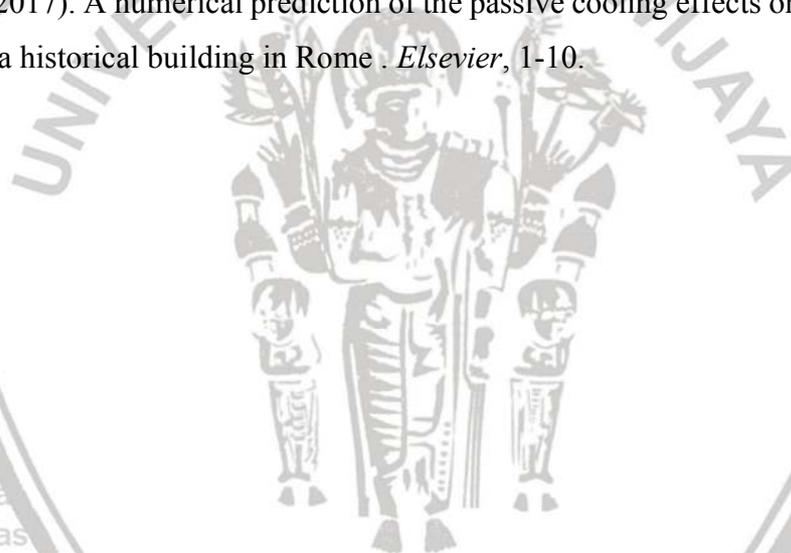
Sahabuddin, H. I. (2014). Pengaliran Udara untuk Kenyamanan Termal Ruang dengan Metode Simulasi Computational Fluid Dynamics. *Sinetika Vol. 14 No. 2*, 209-216.

Sugini. (2014). *Kenyamanan Termal Ruang*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

Szokolay, S. V. (2004). *Introduction to Architecture Science : The Basic of Sustainable Design*. Oxford: Architectural Press an imprint of Elsevier Press.

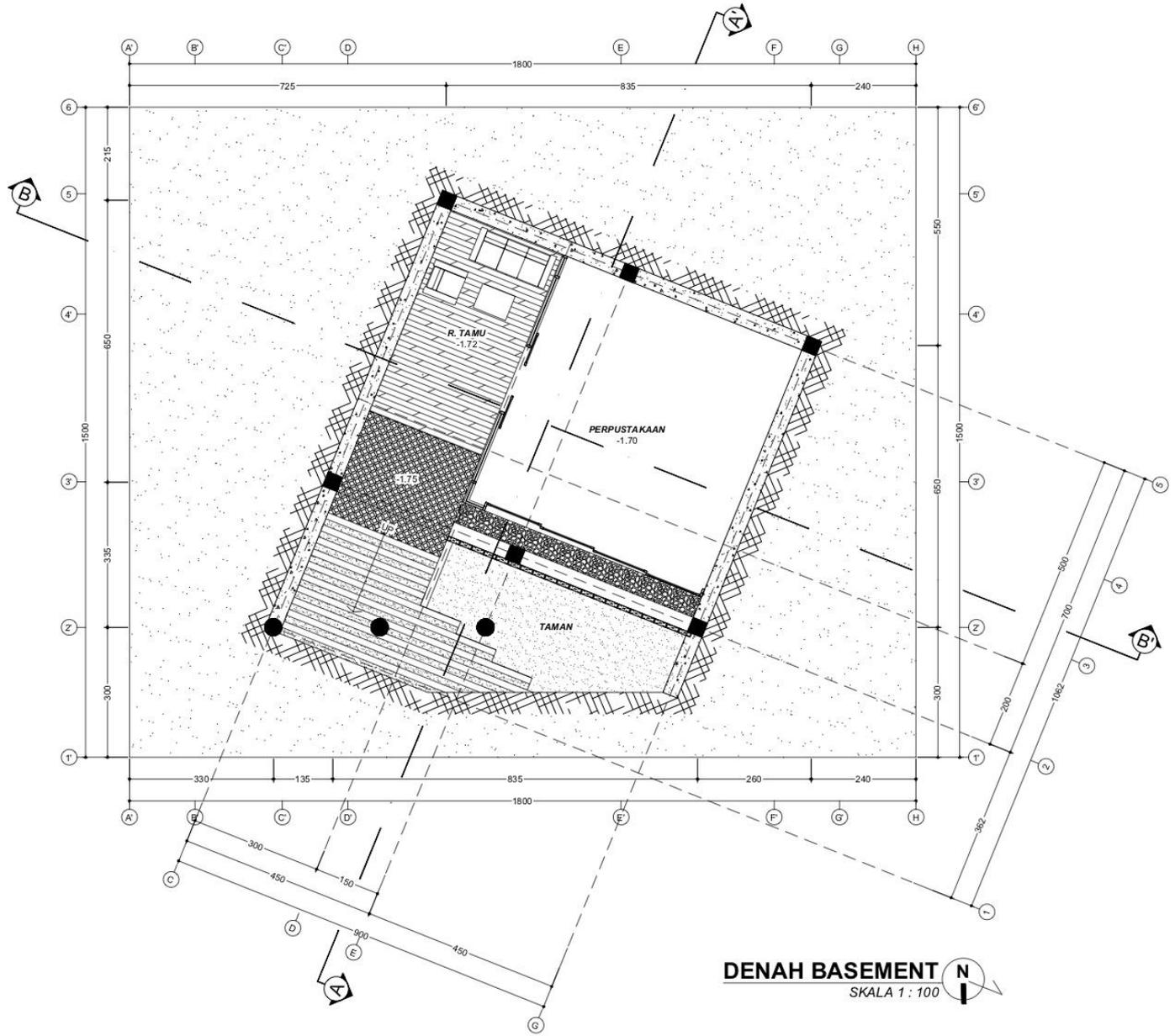
Vidiyanti, C. (2018). KUALITAS PENCAHAYAAN ALAMI DAN PENGHAWAAN ALAMI ABSTRAK PADA BANGUNAN DENGAN FASADE ROSTER (Studi Kasus: Ruang Sholat Masjid Bani Umar Bintaro). *Vitruvian* , 99-106.

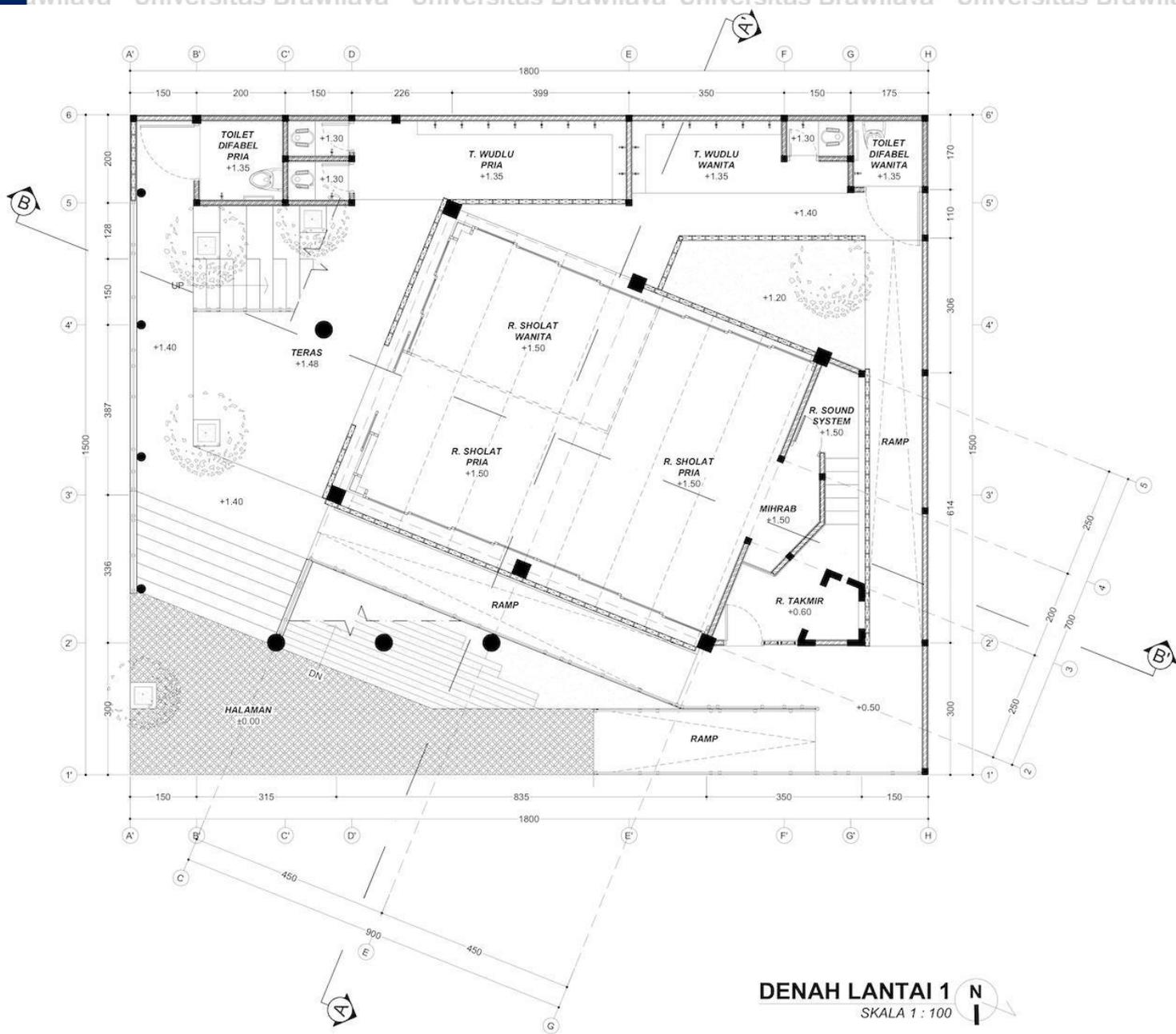
Vitale, S. (2017). A numerical prediction of the passive cooling effects on thermal comfort for a historical building in Rome . *Elsevier*, 1-10.



LAMPIRAN

Lampiran 1 Denah Masjid Al - Ikhlas





DENAH LANTAI 1
SKALA 1 : 100

Lampiran 2 Ruang Ibadah Lantai 1



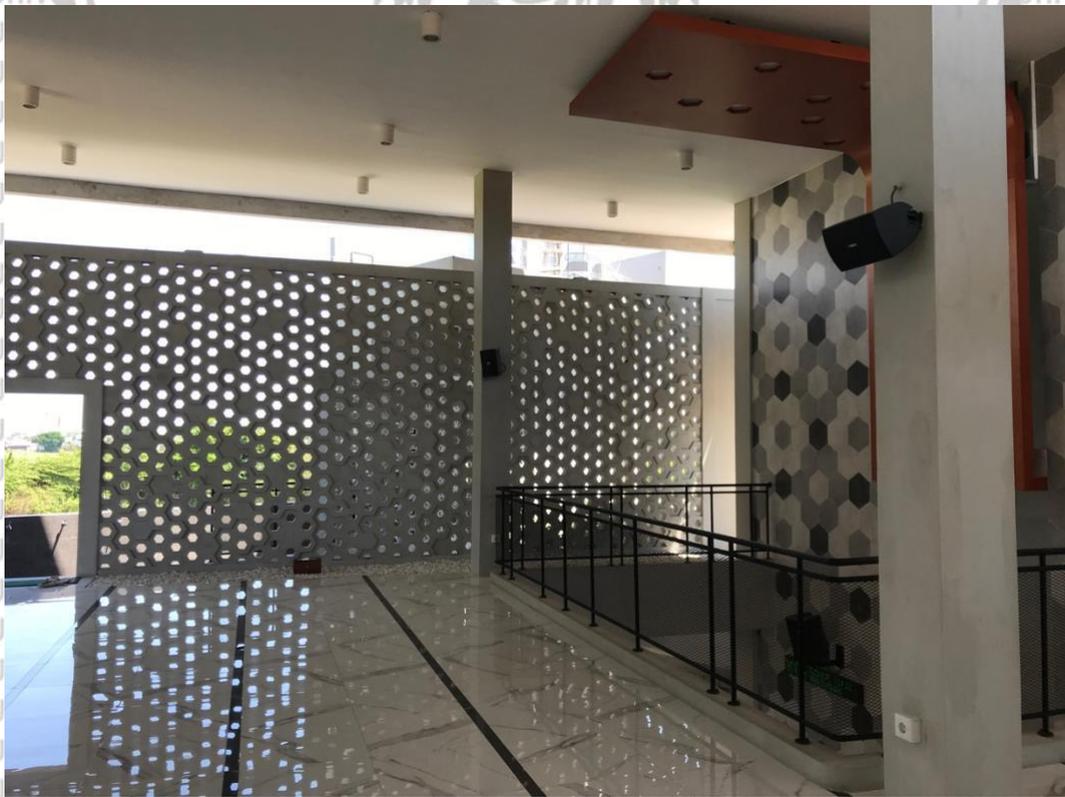
Lampiran 3 Toilet dan Ruang Wudlu



Lampiran 4 Ruang Ibadah Lantai 2



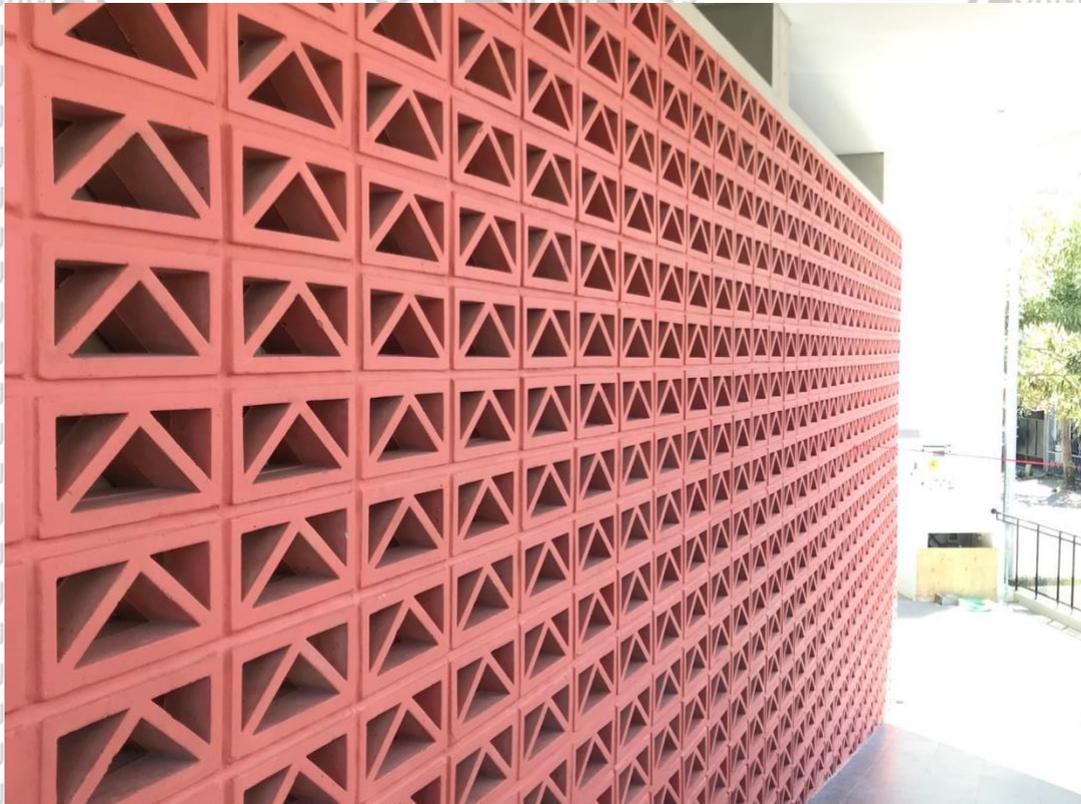
Lampiran 5 Ruang Ibadah Lantai 2



Lampiran 6 Detail Roster Lantai 2



Lampiran 7 Detail Roster Lantai 1





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS BRAWIJAYA
 FAKULTAS TEKNIK
 JURUSAN ARSITEKTUR

Jl. Mayjend Haryono No. 167 MALANG 65145 Indonesia
 Telp. : +62-341-567486 ; Fax : +62-341-567486
<http://arsitektur.ub.ac.id> E-mail : arsstub@ub.ac.id

US-2a

BERITA ACARA REVISI UJIAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Arvin Putra Pratama NIM. 165060501111024
Judul Skripsi : Kinerja Roster Sebagai Ventilasi Alami pada Masjid Al – Ikhlas di Sidoarjo
Periode : Semester Ganjil/Genap *) Tahun Akademik 2019 /2020
Dosen Pembimbing : Wasiska Iyati, ST.,MT. NIP. 19870504 201903 2 014

Telah dievaluasi dengan catatan revisi skripsi sebagai berikut :

NO.	CATATAN REVISI PEMBIMBING
	Hasil yang belum sesuai SNI, apakah hanya mempertimbangkan estetika? Diperjelas analisis inlet outlet rosternya juga, mana roster yg berfungsi sebagai inlet dan mana yang outlet Arah angin dominan sebagai tekanan angin positif (inlet) dan area yg membelakangi dari arah angin dominan, diasumsikan sebagai outlet Analisis perbandingan akhir untuk kombinasi/variasi pada denah melalui simulasi Keterbatasan analisis simulasi pada inlet saja disampaikan pada batasan penelitian (tidak bisa simulasi inlet-outlet) Penentuan outlet pada simulasi berdasarkan apa? Rumusan masalah: 1. Bagaimana kinerja roster eksisting ... melalui pengukuran lapangan? 2. Bagaimana kinerja alternatif modifikasi model roster sebagai inlet untuk mempercepat aliran udara Tambahan di kesimpulan dan saran terkait batasan software simulasi dan saran penelitian lebih lanjut Ditambahkan keterangan ketinggian data kecepatan angin (tanya online di website) Analisis penambahan naungan untuk mendinginkan udara sebelum masuk ke dalam bangunan (pada area roster inlet) Analisis waktu subuh apakah tidak terlalu dingin? Belum dibahas saat presentasi

Malang, Juli 2020

Dosen Pembimbing

Wasiska Iyati, ST.,MT.
 NIP. 19870504 201903 2 014

Catatan:

- *) Coret yang tidak perlu

