

**PENGARUH GEOMETRI VENTILASI PENANGKAP ANGIN TERHADAP  
DISTRIBUSI ALIRAN UDARA PADA SISTEM PENDINGINAN PASIF**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*



**DISUSUN OLEH :**

**M. ARIF RAHMAT FIRGIYANDI**

**NPM :163310456**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU  
2020**

**HALAMAN PERSETUJUAN**  
**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH GEOMETRY VENTILASI PENANGKAP ANGIN  
TERHADAP DISTRIBUSI ALIRAN UDARA PADA SISTEM  
PENDINGINAN PASIF**

Oleh :

**M. ARIF RAHMAT FIRGIYANDI**

**NPM : 163310456**

**Diperiksa dan Disetujui Oleh :**

**Eddy Elfiano. ST., M.Eng**

**Dosen Pembimbing**

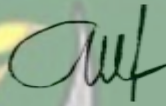
**Tanggal :**

# LEMBAR PENGESAHAN

## TUGAS AKHIR

PENGARUH GEOMETRY VENTILASI PENANGKAP ANGIN  
TERHADAP DISTRIBUSI ALIRAN UDARA PADA SISTEM  
PENDINGINAN PASIF

Oleh :



**M. ARIF RAHMAT FIRGIYANDI**

**NPM: 163310456**

**Disetujui dan Diperiksa Oleh:**

**KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK  
MESIN**



**Jhonni Rahman, B.Eng., M.Eng., PhD**

**PEMBIMBING**



**Eddy Elfiano. ST., M.Eng**



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Arif Rahmat F

Npm : 163310456

Fakultas/Prodi : Teknik/Program Studi Teknik Mesin

Judul TA : Pengaruh Geometry Ventilasi Penangkap Angin Terhadap Distribusi Aliran Udara Pada Sistem Pendinginan Pasif

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa penulisan Tugas Akhir ini adalah hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik dari naskah laporan maupun data-data yang tercantum sebagai bagian dari Tugas Akhir ini. Jika terdapat Karya tulis milik orang lain, saya akan mencantumkan sumber dengan jelas di Daftar Pustaka.

Surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan serta ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Islam Riau.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan kondisi sehat serta tanpa paksaan dari pihak manapun

Pekanbaru, Desember 2021

Yang membuat pernyataan,



**M. Arif Rahmat F**  
**NPM:163310456**



# PENGARUH *GEOMETRY* VENTILASI PENANGKAP ANGIN TERHADAP DISTRIBUSI ALIRAN UDARA PADA SISTEM PENDINGINAN PASIF

M. ARIF RAHMAT FIRGIYANDI

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau  
Jln. Kaharuddin Nst No.113, Simpang Tiga, Kec. Bukit Raya, Kota Pekanbaru, Riau  
28284

E-mail: [arifrahmat122@gmail.com](mailto:arifrahmat122@gmail.com)

## Abstrak

Maraknya penggunaan AC (*Air Conditioner*) menghasilkan emisi carbon yang tidak terkendali, efeknya ialah merusak atmosfer bumi pemakaian AC (*Air Conditioner*) memerlukan energy listrik untuk pengoperasiannya. Untuk mengatasi hal tersebut penggunaan penangkap angin dapat menggantikan AC (*Air Conditioner*) sebagai pendingin ruangan. Untuk mengoptimalkan kinerja dari penangkap angin dibutuhkan ventilasi, semakin bagus desain *geometry* ventilasi maka semakin efisien kinerja dari penangkap angin. Tujuan penelitian ini ialah mengetahui seberapa efektif penangkap angin dengan *geometry* ventilasi yang berbeda-beda, mendapatkan nilai dari besar kecepatan, temperatur dan kelembapan udara pada penangkap angin dengan berbagai variasi, mendapatkan factor yang mempengaruhi kinerja penangkap angin pada saat beroperasi. Metode penelitian yang digunakan ialah *experimental*. Pada penelitian ini diperoleh data *geometry* ventilasi *vertical* menghasilkan angin paling tinggi yang masuk ke ruangan mencapai 0,9 m/s dengan temperatur ruang paling rendah mencapai 29,8°C dengan kelembapan mencapai 53,9% dari keempat macam ventilasi, ventilasi *vertical* yang terbaik digunakan untuk penangkap angin.

**KATA KUNCI:** penangkap angin, *geometry* ventilasi

## **Abstract**

The widespread use of AC (Air Conditioner) produces uncontrolled carbon emissions, the effect is to damage the earth's atmosphere. The use of AC (Air Conditioner) requires electrical energy to operate. To overcome this, the use of wind catchers can replace AC (Air Conditioner) as air conditioner. To optimize the performance of the wind catcher, ventilation is needed, the better the ventilation geometry design, the more efficient the performance of the wind catcher. The purpose of this study is to find out how effective the wind catcher is with different ventilation geometries, get the value of the speed, temperature and humidity of the air on the wind catcher with various variations, get the factors that affect the performance of the wind catcher when operating. The research method used is experimental. In this study, data obtained from vertical ventilation geometry resulted in the highest wind entering the room reaching 0.9 m/s with the lowest room temperature reaching 29.8°C with humidity reaching 53.9% of the four types of ventilation, vertical ventilation is best used for ventilation. wind catcher.

**KEY WORD:** wind catcher, geometry ventilation



## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Allhamdulillah, Puji dan syukur kehadiran Allah S.W.T yang selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga kita masih diberi kesehatan, kesempatan dan nikmat iman dan islam, agar penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir Sarjana ini sesuai dengan penulis harapkan. Tak lupa pula shalawat berangkai salam kita hadiahkan kepada Nabi Muhammad SAW, berkat perjuangannya kita dapat menikmati ilmu pengetahuan hingga saat ini..

Proposal Tugas Akhir Sarjana dan Seminar yang diusulkan berjudul **“Pengaruh Geometry Ventilasi Penangkap Angin Terhadap Distribusi Aliran Udara Pada Sistem Pendinginan Pasif”**. Penulisan Proposal Tugas Akhir Sarjana dan Seminar ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan kurikulum akademis guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin Universitas Islam Riau. Selain itu penulis Proposal Tugas Akhir Sarjana ini juga bertujuan agar mahasiswa bisa berfikir secara logis dan ilmiah

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan proposal penelitian ini masih terdapat kesalahan dan kekurangan ataupun masih jauh dari kesempurnaan serta kelemahan-kelemahan yang lain Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik



dan saran dari para pembaca sehingga pada penulisan atau proposal yang akan datang akan lebih baik dari proposal ini.

Proposal Tugas Akhir Sarjana ini tidak akan terwujud tanpa bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang tua tercinta yakni (Alm) Ayahanda Awaluddin dan Ibunda Nurasmis yang telah memberikan motivasi, semangat, dan dukungan kepada penulis, baik dukungan secara moril maupun materil.
2. Bapak Dr. Eng. Muslim, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Bapak Jhonni Rahman, B.Eng., M.Eng., Phd selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
4. Bapak Eddy Elfiano, ST., M.Eng selaku Pembimbing tugas akhir saya.
5. Seluruh dosen pengajar Prodi Teknik Mesin.
6. Teman-teman seperjuangan yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi

Semoga apa yang diberikan mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT, Aamiin. Penulis berharap Proposal Tugas Akhir Sarjana ini dapat memberikan manfaat dan sumbangan pemikiran khususnya dibidang Teknik Mesin.

Proposal Tugas Akhir Sarjana ini belum sepenuhnya sempurna. Oleh karena itu, bila ada kekurangan di dalam Proposal Tugas Akhir Sarjana ini dapat menjadi pertimbangan bagi penulis-penulis lain agar menjadi sebuah karya tulis yang lebih baik dan mohon kritik serta saran yang membangun bagi penulis.

**Wassalamualaikum, Wr.Wb**

Pekanbaru, Agustus 2021

**Penulis**



## DAFTAR ISI

|                                                   | Halaman |
|---------------------------------------------------|---------|
| <b>KATA PENGANTAR</b> -----                       | i       |
| <b>DAFTAR ISI</b> -----                           | ii      |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> -----                        | iv      |
| <b>DAFTAR TABEL</b> -----                         | vi      |
| <b>DAFTAR NOTASI</b> -----                        | vii     |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> -----                    | 1       |
| 1.1 Latar Belakang -----                          | 1       |
| 1.2 Rumusan Masalah -----                         | 2       |
| 1.3 Tujuan Penelitian -----                       | 2       |
| 1.4 Batasan Masalah -----                         | 3       |
| 1.5 Sistematika Penulisan -----                   | 3       |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> -----              | 4       |
| 2.1 Sejarah Penangkap Angin -----                 | 4       |
| 2.2 Penangkap Angin -----                         | 5       |
| 2.2.1 Komponen Penangkap Angin -----              | 6       |
| 2.3 Sistem Kerja Penangkap Angin -----            | 9       |
| 2.4 Faktor Utama Efektifnya Penangkap Angin ----- | 13      |
| 2.4.1 Angin -----                                 | 13      |



|       |                                                                 |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------|----|
| 2.4.2 | Kelembaban Udara -----                                          | 16 |
| 2.4.3 | Suhu -----                                                      | 16 |
| 2.4.4 | Intensitas Cahaya Matahari -----                                | 17 |
| 2.5   | Jenis-Jenis Penangkap Angin Berdasarkan Arahnya -----           | 17 |
| 2.5.1 | Menara Satu Arah -----                                          | 17 |
| 2.5.2 | Menara Dua Arah -----                                           | 18 |
| 2.5.3 | Menara Empat Arah -----                                         | 19 |
| 2.5.4 | Menara Delapan Arah -----                                       | 21 |
| 2.5.5 | Menara Tujuh Arah -----                                         | 21 |
| 2.6   | Jenis-Jenis Ventilasi Penangkap Angin -----                     | 22 |
| 2.6.1 | Penangkap Angin Ventilasi <i>Vertical</i> -----                 | 22 |
| 2.6.2 | Penangkap Angin Ventilasi Miring -----                          | 22 |
| 2.6.3 | Penangkap Angin Ventilasi Lingkaran -----                       | 23 |
| 2.7   | Klasifikasi Sudu Penangkap Angin Berdasarkan Rancangannya ----- | 24 |
| 2.7.1 | Klasifikasi Penangkap Angin Menggunakan Rancangan Oblong -----  | 25 |
| 2.8   | <i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD) -----                 | 29 |
| 3.3.1 | Penjelasan Umum -----                                           | 29 |
| 3.3.2 | Manfaat <i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD) ----          | 29 |
| 2.9   | Rumus Yang Digunakan -----                                      | 30 |

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>                                                           | 32 |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian                                                                    | 32 |
| 3.2 Studi Literatur                                                                            | 33 |
| 3.3 Tempat Dan Waktu Penelitian                                                                | 33 |
| 3.3.1 Tinggi Wilayah Bukit Raya                                                                | 33 |
| 3.3.2 Lokasi Penelitian                                                                        | 34 |
| 3.4 Alat Dan Bahan Yang Digunakan                                                              | 34 |
| 3.4.1 Alat                                                                                     | 34 |
| 3.4.2 Bahan                                                                                    | 38 |
| 3.5 Metode Pengambilan Data                                                                    | 41 |
| 3.6 Jadwal Kegiatan Penelitian                                                                 | 46 |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>                                                             | 46 |
| 4.1 Data Hasil Penelitian                                                                      | 46 |
| 4.2 Hasil Dan Pembahasan Dengan Metode <i>Experimental</i> Dan<br><i>Numerical</i>             | 51 |
| 4.2.1 Parameter yang digunakan dalam penelitian                                                | 51 |
| 4.2.2 Analisa pembahasan data hasil penelitian secara<br><i>experimental</i> yang dilakukan    | 52 |
| 4.3 Grafik Dan Analisa Hasil Penelitian                                                        | 56 |
| 4.4 Analisa Pembahasan Data Hasil Penelitian Dengan Metode<br><i>Numerical</i> Menggunakan CFD | 80 |

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> | <b>84</b> |
|-----------------------------------|-----------|

|                |    |
|----------------|----|
| 5.1 Kesimpulan | 84 |
|----------------|----|

|           |    |
|-----------|----|
| 5.2 Saran | 85 |
|-----------|----|

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN





## DAFTAR GAMBAR

| Gambar                                                                         | Halaman |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 2.1 Tenda Badui Sri Lanka -----                                                | 4       |
| 2.2 Penangkap Angin -----                                                      | 6       |
| 2.3 Atap -----                                                                 | 6       |
| 2.4 Sudu -----                                                                 | 7       |
| 2.5 Ventilasi -----                                                            | 8       |
| 2.6 Kuda-kuda -----                                                            | 8       |
| 2.7 Sistem Kerja Penangkap Angin -----                                         | 9       |
| 2.8 Empat Jenis Aliran Udara -----                                             | 11      |
| 2.9 Menara Satu Arah -----                                                     | 18      |
| 2.10 Menara Satu Arah -----                                                    | 18      |
| 2.11 Menara Dua Arah -----                                                     | 19      |
| 2.12 Menara Dua Arah -----                                                     | 19      |
| 2.13 Menara Tiga Arah -----                                                    | 20      |
| 2.14 Menara Tiga Arah -----                                                    | 20      |
| 2.15 Menara Delapan Arah -----                                                 | 21      |
| 2.16 Penangkap Angin Dengan Sudu X -----                                       | 23      |
| 2.17 Penangkap Angin Yang Menggunakan Sudu + -----                             | 24      |
| 2.18 Penangkap Angin Dengan Sudu Berbentuk + Dengan<br>Saluran Yang Sama ----- | 25      |
| 2.19 Bentuk 3D Penangkap Angin Dengan Saluran Yang Berbeda -----               | 25      |

|      |                                                                                                                             |    |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.20 | Penangkap Angin Dengan Sudu Berbentuk + Dengan Saluran Yang Berbeda -----                                                   | 26 |
| 2.21 | Penangkap Angin Dengan Sudu Berbentuk H -----                                                                               | 26 |
| 2.22 | Penangkap Angin Dengan Sudu Berbentuk K -----                                                                               | 27 |
| 2.23 | Penangkap Angin Dengan Sudu Berbentuk I -----                                                                               | 28 |
| 3.1  | Diagram Alir -----                                                                                                          | 32 |
| 3.2  | Bor -----                                                                                                                   | 33 |
| 3.3  | Gunting Pemotong Baja Ringan -----                                                                                          | 34 |
| 3.4  | <i>Anemometer</i> -----                                                                                                     | 35 |
| 3.5  | <i>Hygrometer</i> -----                                                                                                     | 35 |
| 3.6  | Termometer -----                                                                                                            | 36 |
| 3.7  | <i>Pyanometer</i> -----                                                                                                     | 37 |
| 3.8  | Baja Ringan -----                                                                                                           | 38 |
| 3.9  | Plat Alumunium -----                                                                                                        | 38 |
| 3.10 | Atap -----                                                                                                                  | 39 |
| 3.11 | Ventilasi Vertikal -----                                                                                                    | 41 |
| 3.12 | Ventilasi <i>Horizontal</i> -----                                                                                           | 42 |
| 3.13 | Ventilasi Sirip Dengan Kemiringan $45^{\circ}$ -----                                                                        | 43 |
| 3.14 | Ventilasi Lingkaran -----                                                                                                   | 44 |
| 4.1  | Grafik Hubungan Kecepatan Angin <i>Surround</i> terhadap <i>geometry</i><br>Ventilasi <i>vertical</i> dan miring -----      | 57 |
| 4.2  | Grafik Hubungan Kecepatan Angin <i>Surround</i> terhadap <i>geometry</i><br>Ventilasi <i>Horizontal</i> dan Lingkaran ----- | 58 |

|      |                                                                                                                                                     |    |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3  | Grafik Hubungan Kecepatan Angin <i>Wind Catcher</i> Terhadap Laju Aliran Angin Menggunakan <i>Geometry Ventilasi Vertical</i> dan Miring -----      | 60 |
| 4.4  | Grafik Hubungan Kecepatan Angin <i>Wind Catcher</i> Terhadap Laju Aliran Angin Menggunakan <i>Geometry Ventilasi Horizontal</i> dan Lingkaran ----- | 61 |
| 4.5  | Grafik Hubungan Kecepatan Angin <i>Surround</i> Terhadap Laju Aliran Volume Menggunakan <i>Geometry Ventilasi Vertical</i> dan Miring -----         | 63 |
| 4.6  | Grafik Hubungan Kecepatan Angin <i>Surround</i> Terhadap Laju Aliran Volume Menggunakan <i>Geometry Ventilasi Horizontal</i> dan Lingkaran -----    | 64 |
| 4.7  | Grafik Hubungan Intensitas Sinar Matahari Terhadap Kelembapan Pada <i>Geometry Ventilasi Vertical</i> dan Miring -----                              | 66 |
| 4.8  | Grafik Hubungan Intensitas Sinar Matahari Terhadap Kelembapan Pada <i>Geometry Ventilasi Horizontal</i> dan Lingkaran -----                         | 67 |
| 4.9  | Grafik Hubungan Intensitas Sinar Matahari Terhadap Temperatur Angin <i>Wind Ward</i> Pada <i>Geometry Ventilasi Vertical</i> dan Miring ----        | 68 |
| 4.10 | Grafik Hubungan Intensitas Sinar Matahari Terhadap Temperatur Angin <i>Wind Ward</i> Pada <i>Geometry Ventilasi Horizontal</i> dan Lingkaran -----  | 70 |
| 4.11 | Distribusi Kecepatan Angin Ventilasi <i>Vertical</i> Pada <i>Wind Catcher</i> --                                                                    | 72 |



## DAFTAR TABEL

| Tabel                                                                                                     | Halaman |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 2.1 Meyode Dasar Prinsip <i>Passive Cooling</i> -----                                                     | 11      |
| 2.2 Kecepatan Dan Arah Angin Di Kota Pekanbaru Pada Tahun 2019 ---                                        | 15      |
| 2.3 Kebutuhan <i>Air Change per Hour</i> -----                                                            | 31      |
| 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian -----                                                                      | 46      |
| 4.1 Data Hasil Pengujian <i>Geometry</i> Ventilasi <i>Vertical</i> Pada Tanggal<br>7 Januari 2021 -----   | 47      |
| 4.2 Data Hasil Pengujian <i>Geometry</i> Ventilasi <i>Horizontal</i> Pada Tanggal<br>7 Januari 2021 ----- | 48      |
| 4.3 Data Hasil Pengujian <i>Geometry</i> Ventilasi Miring Pada Tanggal<br>7 Januari 2021 -----            | 49      |
| 4.4 Data Hasil Pengujian <i>Geometry</i> Ventilasi Lingkaran Pada Tanggal<br>7 Januari 2021 -----         | 50      |
| 4.5 Data Hasil Analisa <i>Geometry</i> Ventilasi <i>Vertical</i> Pada Tanggal<br>7 Januari 2021 -----     | 53      |
| 4.6 Data Hasil Analisa <i>Geometry</i> Ventilasi <i>Horizontal</i> Pada Tanggal<br>7 Januari 2021 -----   | 54      |
| 4.7 Data Hasil Analisa <i>Geometry</i> Ventilasi Miring Pada Tanggal<br>7 Januari 2021 -----              | 55      |
| 4.8 Data Hasil Analisa <i>Geometry</i> Ventilasi Lingkaran Pada Tanggal<br>7 Januari 2021 -----           | 56      |

## DAFTAR NOTASI

|                                            | Simbol       | Satuan            |
|--------------------------------------------|--------------|-------------------|
| <i>Nearly Zero Energy Building</i>         | NZEB         |                   |
| <i>Northwest</i> (Barat Laut)              | NW           |                   |
| <i>Northeast</i> (Timur Laut)              | NE           |                   |
| <i>South</i> (Selatan)                     | S            |                   |
| Ketinggian Penangkap Angin Dari Atas Tanah | Z            | m                 |
| Konstanta von-Karman                       | K            |                   |
| Kecepatan Gesekan                          | u            | m/s               |
| Panjangn Kekasaran                         | $Z_o$        | m                 |
| Energi Kinetik                             | k            | J                 |
| Kecepatan Gesekan                          | u            | m/s               |
| Tinggi Kekasaran                           | $K_s$        | m                 |
| Konstanta Kekasaran                        | $C_s$        |                   |
| Tekanan Permukaan                          | P            | Pa                |
| Tekanan Statis                             | $P_0$        | Pa                |
| Kecepatan Aliran                           | $V_{ref}$    | m/s               |
| Masa Jenis Udara                           | $\rho$       | Kg/m <sup>3</sup> |
| Luas Permukaan                             | A            | m <sup>2</sup>    |
| Koefisien Tekanan                          | $\Delta C_p$ |                   |
| Koefisien Debit                            | $C_d$        |                   |

|                                    |     |                     |
|------------------------------------|-----|---------------------|
| Jumlah Air Change per Hour         | N   |                     |
| Besar Laju Udara                   | Q   | m <sup>3</sup> /min |
| Besar Volume Ruangan               | V   | m <sup>3</sup>      |
| Laju Ventilasi                     | Vr  | 1/s                 |
| Banyaknya Pertukaran Udara Per jam | ACH |                     |





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Gedung merupakan bangunan yang dapat menampung ratusan orang untuk melaksanakan berbagai acara, seperti pertemuan, seminar, dan acara lainnya. Untuk menjamin kenyamanan sebuah gedung, tentu yang diperhatikan ialah temperatur ruang, dimana temperature ruang dipengaruhi oleh dua faktor yaitu seperti pendinginan menggunakan media listrik dan media alam. Sebagai contoh iyalah bangunan pada fakultas teknik yang menggunakan media listrik sebagai pendingin ruangan contohnya *Air Conditioner* (AC), salah satu efek negatifnya *Air Conditioner* (AC) ialah menghasilkan emisi karbon yang dapat merusak atmosfer, mahal biaya listrik dan juga maintainancenya, solusi untuk mengurangi efek negative tersebut ialah menggantinya dengan menggunakan penangkap angin.

Penangkap angin merupakan salah satu elemen arsitektural yang dipasang pada atap bangunan. Alat ini menangkap udara segar dari luar bangunan melalui ventilasi dan mengarahkannya ke dalam bangunan. Pada saat yang sama udara yang sudah berada pada dalam ruangan akan keluar melalui ventilasi ruangan[1]. Untuk memaksimalkan potensi udara yang bisa masuk dari ventilasi tentu tergantung dari bentuk ventilasi yang digunakan. Untuk bentuk ventilasi sendiri tergantung dari bentuk *geometry* ventilasi tersebut. *Geometry* dari ventilasi bisa berbentuk apa saja tergantung dari desain yang akan dibuat, konsep dasar

pembuatan ventilasi berdasarkan *geometry* ialah agar memudahkan angin supaya masuk ke ruangan lebih efisien.

Menurut penelitian[2] menyebutkan bahwa keuntungan penangkap angin dapat mengurangi suhu dalam ruangan sampai 10°. Manfaat dari penurunan suhu tersebut ialah dapat membuat ruangan lebih nyaman dari pada sebelumnya. Menurut penelitian[3] penangkap angin dapat mengurangi pemakaian energi listrik yang berasal dari fosil dan rendah biaya, penangkap angin pun ramah lingkungan.

Berdasarkan penelitian diatas dapat peneliti simpulkan bahwa penangkap angin sangat efisien digunakan sebagai pengganti pendingin ruangan yang ramah lingkungan serta dapat mengurangi pemakaian energi listrik. Semakin bagus *geometry* ventilasi penangkap angin maka angin yang masuk akan lebih efisien.

Berdasarkan latar belakang tersebut timbulah sebuah ide penelitian yang berjudul pengaruh *geometry* ventilasi penangkap angin terhadap distribusi aliran udara pada sistem pendinginan pasif.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut:

1. Seberapa efektifkah angin yang masuk pada penangkap angin jika *geometri* ventilasinya berbeda-beda.

2. Berapa besar kecepatan, temperature, kelembaban udara dan intensitas sinar matahari yang dapat dihasilkan dari penangkap angin dengan berbagai variasi ventilasi.
3. Apa saja faktor yang mempengaruhi kinerja penangkap angin pada saat beroperasi

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian yang dapat ditarik adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui seberapa efektifkah angin yang masuk jika *geometri* ventilasinya berbeda-beda.
2. Mendapatkan nilai dari besar kecepatan, temperatur dan kelembaban udara pada penangkap angin dengan berbagai variasi ventilasi.
3. Mendapatkan faktor yang mempengaruhi kinerja penangkap angin pada saat beroperasi.

### 1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini akan banyak menimbulkan permasalahan - permasalahan yang akan terjadi. Oleh karna itu penulis membatasi penelitian ini, agar tidak menyimpang dari materi pembahasan. Dimana pembahasannya sebagai berikut:

1. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan sistem *passive cooling* dengan angin masuk dari ventilasi yang berfariasi dari penangkap angin.



2. Pengujian ini dilakukan dengan hanya mencari hasil dari kinerja penangkap angin berupa kecepatan, temperature, kelembaban udara dan intensitas sinar matahari yang dihasilkan.

### 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### BAB 1 : PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan

#### BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang teori – teori yang dibutuhkan untuk menunjang penulis supaya lebih mengetahui tentang penelitian penulis

#### BAB 3 : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang diagram alir, tempat penelitian, alat dan bahan dan prosedur penelitian

#### BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang hasil penelitian dan pembahasan penelitian

## BAB 5 : PENUTUP

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah di laksanakan

## DAFTAR PUSTAKA



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Sejarah Penangkap Angin (*Wind Catcher*)

Dimasa lalu penangkap angin (*wind catcher*) dibangun dalam berbagai bentuk, dibelahan dunia lainnya penangkap angin (*wind catcher*) memiliki bentuk dan jenis yang berbeda-beda. Semua penangkap angin (*wind catcher*) memiliki fungsi yang sama meski bentuk yang berbeda.

Penangkap angin (*wind catcher*) selalu didefinisikan sebagai struktur tradisional untuk ventilasi dan telah digunakan dengan berbagai nama dan bentuk di Timur Tengah Pakistan dan Afrika Utara[1]. Ide utama pembuatan penangkap angin dilihat dari tenda yang digunakan oleh masyarakat di Timur Tengah, tenda tersebut terdiri dari potongan kayu yang diikat menggunakan kain wol cara ini membantu mendinginkan bagian dalam tenda[2].



Gambar 2.1 Tenda Badui Sri Lanka[3]

Konsep awal penangkap angin (*wind catcher*) dapat dianggap sebagai “Tenda Badui di Sri Lanka” karna sesuai dengan struktur dari tenda, dimana berat tenda ditopang dengan kayu yang didirikan, sisi tenda yang menghadap aliran angin ditutup dan membiarkan celah kecil terbuka sebagai tempat mengalirnya angin[4].



Terjadi pertikaian antara Iran dan Mesir tentang asal-usul alat penangkap angin. Terdapat lukisan yang ditemukan didekat Luxor sekitar tahun 1300 SM , lukisan tersebut menggambarkan dua struktur segitiga diatas kediaman Firaun Nebuman, yang menyebabkan para arkeolog Mesir yakin bahwa penangkap angin dikembangkan di Mesir[1].

## 2.2 Penangkap Angin (*wind catcher*)

Penangkap angin (*wind catcher*) adalah konstruksi tinggi, cerobong asap yang nampak diatap rumah-rumah tua di kota bergurun seperti Iran. Sedeharnanya penangkap angin (*wind catcher*) menangkap hembusan angin dan mengarahkannya ke bawah, baik itu masuk ke dalam rumah atau ke ruangan penyimpanan bawah tanah yang menjadi pendingin untuk menyimpan makanan yang cepat busuk [5]. Riset menunjukan bahwa penangkap angin bisa mengurangi suhu dalam ruangan sampai sekitar 10 derajat yang akan membuat nyaman rungan yang dialir angin. Gambar penangkap angin bisa dilihat pada gambar 2.2



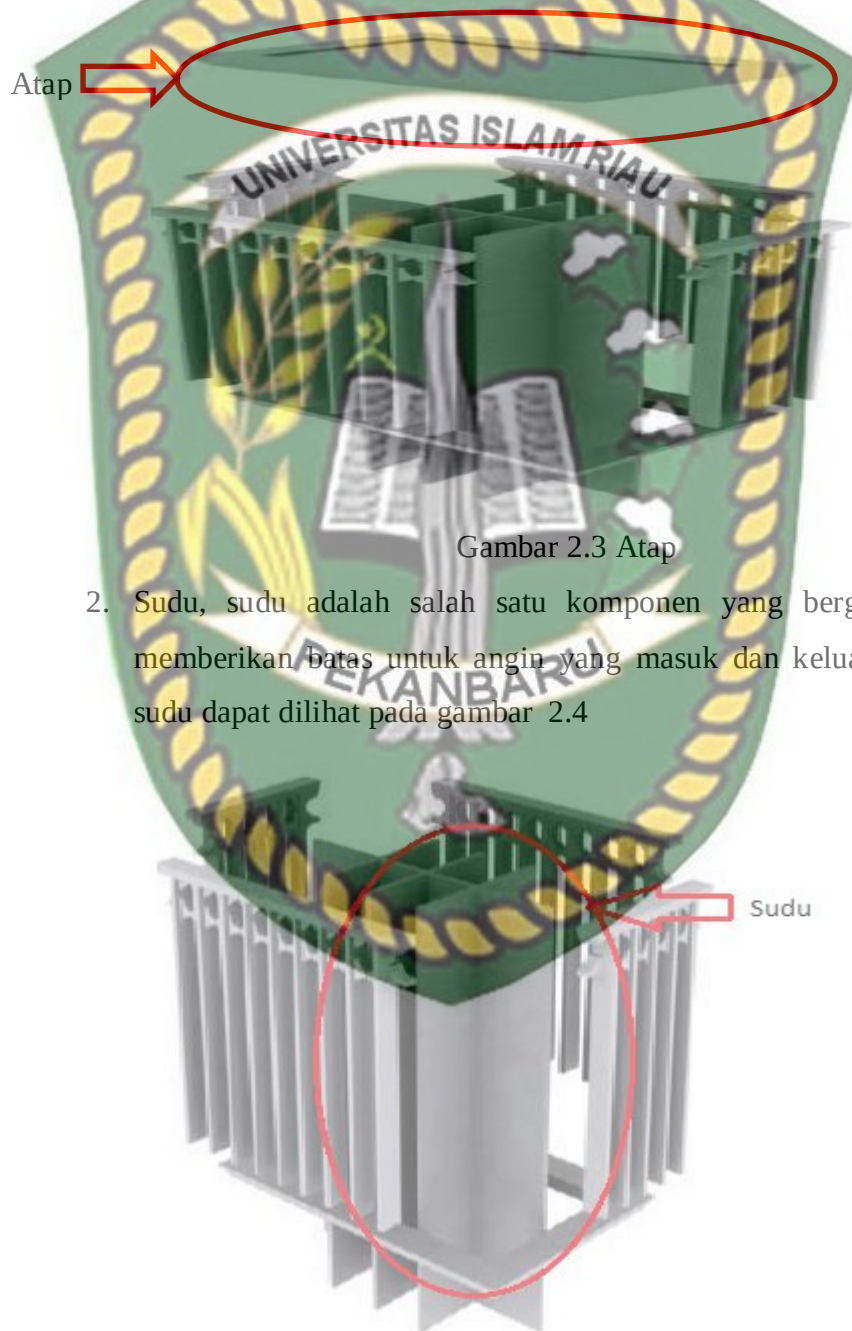
Gambar 2.2 Penangkap Angin [5]

### 2.2.1 Komponen Penangkap Angin (*wind catcher*)

Penangkap angin terbentuk dari beberapa komponen yang menyempurnakannya yaitu:

1. Atap, Atap adalah sebuah komponen yang berguna untuk menutup penangkap angin, agar air tidak masuk ke dalam penangkap angin.

Gambar atap dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Atap

2. Sudu, sudu adalah salah satu komponen yang berguna untuk memberikan batas untuk angin yang masuk dan keluar. Gambar sudu dapat dilihat pada gambar 2.4

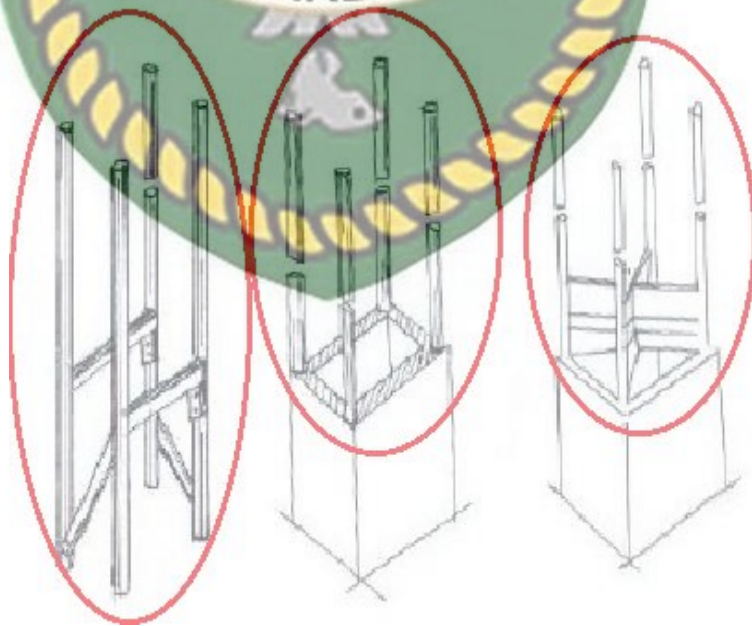
Gambar 2.4 Sudu [6]

3. Ventilasi, adalah komponen penangkap angin yang berguna untuk tempat masuk dan keluarnya angin.



Gambar 2.5 Ventilasi

4. Kuda-kuda, adalah komponen yang membuat penangkap angin berdiri, semakin tinggi penangkap angin, semakin tinggi kuda-kudanya. Gambar kuda-kuda dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2.6 Kuda-kuda [6]



### 2.3 Sistem Kerja Penangkap Angin (*wind catcher*)

Penangkap angin bekerja apabila ada efek angin dan tempat penampungan angin seperti ruangan yang ada disebuah gedung yang akan ditempati oleh manusia. Gambar 2.3 menunjukkan system kerja penangkap angin. Secara umum, penangkap angin berada pada atap ruangan untuk mendapatkan udara bersih dan mendistribusikannya ke dalam ruangan [7].



Gambar 2.7 Sistem kerja penangkap angin[7]

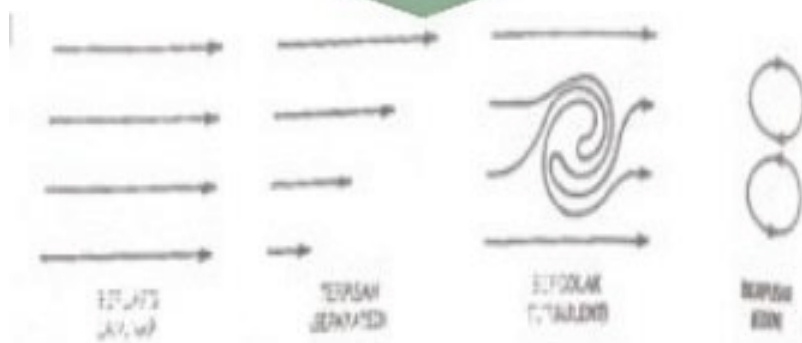
Ketika angin masuk ke penangkap angin seperti yang terlihat pada gambar 2.3 itu dimana angin masuk dari sisi kiri atas penangkap angin menuju ruangan yang ditempatkan dan angin yang basi berada diruangan tersebut akan keluar melalui ventilasi ruangan atau sisi bawah penangkap angin. Angin yang masuk melalui sisi kiri penangkap angin akan mencocokkan tekanan ruangan atau dengan kata lain mengalir dari daerah tekanan tinggi ke daerah tekanan rendah, sehingga angin masuk melalui lubang disisi kiri penangkap angin dan keluar melalui lubang disisi kanan penangkap angin. Akibatnya, udara bersih masuk melalui sisi kiri penangkap angin dan udara panas basi didalam ruangan lebih bergerak ke arah tekanan negatif disisi bawah angin. Efek ini disebut efek angin dan efek ini dominan.

Efek daya apung adalah mekanisme sekunder dan membantu kinerja efek angin yang masuk dari penangkap angin. Ini didasari pada perbedaan kepadatan udara bersih dan udara dalam ruangan karena perbedaan suhu. Pada umumnya, udara yang lebih padat dan dingin mengendap, dan udara yang hangat dan kurang padat bergerak ke atas langit-langit ruangan. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3 ketika udara bersih masuk melalui lubang disisi kanan penangkap angin, efek daya apung membantu untuk bergerak ke bawah dan juga membantu menurunkan suhu ruangan yang panas.

Penangkap angin ialah salah satu contoh dari pendinginan pasif dimana pendinginan pasif itu sendiri ialah suatu metode dalam pendinginan ruangan tanpa penggunaan dari sumber energi berupa daya listrik[8]. Penangkap angin merupakan alat yang tidak menggunakan energi listrik sama sekali istilah lainnya ialah *Nearly Zero Energy Building* (NZEB). Alat ini sangat cocok digunakan untuk menghemat suatu energi disaat Dunia lagi krisis energi

Pendinginan pasif mempunyai beberapa prinsip yang mendasari untuk pengaplikasiannya, yaitu *heat avoidance*, *heat removal*, dan *comfort zone sift/extend*. *Heat avoidance* adalah prinsip perlindungan yang menghindarkan pemanasan kulit luar gedung [9]. Sedangkan *heat removal* adalah pendinginan pasif yang bertumpu pada pembuangan panas dari dalam gedung ke *heat sink* alami[10]. Dan *comfort zone sift/extend* adalah prinsip pendinginan yang menggeser atau memperluas daerah nyaman dengan pergerakan udara[9].

Terdapat empat macam dasar aliran udara yaitu, arus berlapis (*laminar*), terpisah ( *separate*), bergolak (*turbulent*), dan berpusar (*eddy*).



Gambar 2.8 Empat jenis aliran udara[8]

Terdapat lima metode dasar dari prinsip pendinginan pasif pada gedung yaitu pendinginan ventilasi, penghindari sinar matahari, *evaporation cooling*, aplikatif material, dan pendinginan bumi.

Tabel 2.1 Metode dasar prinsip *passive cooling* [8]

| No | Metode                      | Keterangan                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Pendinginan ventilasi       | Metode yang menerapkan pengoptimalan pertukaran aliran udara yang berada didalam bangunan panas menjadi udara dingin dengan cara <i>low window to wall area ratio</i> , <i>cross ventilation</i> , <i>stacked window</i> , dan <i>night flush</i> . |
| 2. | Penghindaran sinar matahari | Metode pengoptimalan pengurangan dari radiasi matahari yang akan masuk kedalam bangunan, dengan cara <i>vegetasi</i> , <i>double facade</i> , <i>shading</i> , <i>building orientation</i> , <i>building shape</i> , dan <i>overhang</i> .          |
| 3  | <i>Evaporating cooling</i>  | Metode yang memanfaatkan pengeluaran udara panas mmemanfaatkan penguapan sebagai metode pendinginan, dengan menggunakan media kolam air didalam bangunan.                                                                                           |
| 4. | Aplikatif material          | Metode dengan memperhatikan penggunaan material bangunan yang dapat mendinginkan bangunan dengnan material yang memiliki nilai thermal mess yang rendah.                                                                                            |
| 5. | Pendinginan bumi            | Metode pendinginan menggunakan unsur bumi yaitu tanah dan bebatuan yang berperan dalam reduksi suhu udara panas dan membantu udara masuk dari tanah ke dalam bangunan.                                                                              |

Dalam pengaplikasian *passive cooling* pada suatu bangunan, terdapat standar thermal pada manusia. menurut MENKES NO.261/MENKES/SK/II/1998



mengenai penyehatan suhu ruangan sekitar  $18^{\circ}\text{C}$ - $26^{\circ}\text{C}$ . Dan menurut SNI-14-1993-03 mengenai suhu dalam kenyamanan termal manusia terhadap bangunan dibagi menjadi tiga, yaitu termal sejuk nyaman, termal nyaman optimal, dan termal hangat nyaman. Termal sejuk nyaman berada pada suhu  $20.8^{\circ}\text{C}$ - $22.8^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan termal nyaman optimal berada pada suhu  $22.8^{\circ}\text{C}$ - $25.8^{\circ}\text{C}$ . Dan termal hangat nyaman berada pada suhu  $25.8^{\circ}\text{C}$ - $27.1^{\circ}\text{C}$ .

## 2.4 Faktor Utama Efektifnya Penangkap Angin

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya pada sistem kerja penangkap angin dibutuhkan faktor-faktor penentu untuk memaksimalkan kinerja dari penangkap angin

### 2.4.1 Angin

Angin adalah udara yang bergerak di bumi. Pergerakan angin diakibatkan oleh beberapa hal, satu diantaranya karena bumi berputar atau berotasi. Udara bergerak karena ada perbedaan tekanan udara di sekelilingnya. Prinsip udara ialah bergerak dari lokasi yang bertekanan tinggi ke tempat bertekanan rendah. Pergerakan udara juga dipengaruhi oleh suhu. Daerah yang panas karena menerima lebih banyak matahari, suhunya akan tinggi dan tekanannya rendah. Sebaliknya, wilayah dengan suhu yang rendah, tekanannya tinggi. Alat pengukur angin disebut sebagai anemometer. Sementara untuk mengetahui arah angin digunakan wind wave. Angin bisa terjadi bila disebabkan beberapa faktor antara lain:

#### 1. Gradien Barometris

Gradien barometris yaitu bilangan yang berguna untuk melihat perbedaan tekanan udara dari 2 isobar yang berjarak 111 Km. Jika semakin besar gradien barometrisnya maka hembusan angin juga semakin cepat.

## 2. Letak Tempat

Tempat yang lebih dekat dari khatulistiwa maka kecepatan hembusan angin juga lebih cepat dari pada tempat yang jauh dari khatulistiwa.

## 3. Tinggi Tempat

Semakin tinggi tempat maka hembusan angin juga lebih cepat. Dikarenakan adanya pengaruh gaya gesek yang disebabkan oleh pepohonan, gunung, dan topografi yang tidak rata lainnya akan memberikan gaya gesek yang sangat besar, maka semakin tinggi tempat, semakin kecil gaya gesekannya.

## 4. Waktu

Angin bergerak lebih cepat pada siang hari ketimbang malam hari.

### Macam-macam Angin

Angin tetap, yaitu angin yang arah hembusannya sama sepanjang tahun. Angin ini terbagi menjadi dua yaitu:

- 1) Angin pesat adalah angin yang berhembus dari daerah subtropik menuju khatulistiwa
- 2) Angin antipasad adalah angin yang berhembus dari khatulistiwa menuju daerah subtropik.

### 2.4.1.1 Macam-macam Angin

- Angin tetap adalah angin yang arah hembusannya sama sepanjang tahun.
- Angin muson adalah angin yang bertiup periodik yakni minimal 3 bulan dengan masing-masing periode dengan yang lain akan mempunyai pola berlawanan berganti arah sebaliknya setiap enam bulan.
- Angin lokal disebabkan oleh daratan dan perairan, pemanasan matahari dan ketinggian suatu daerah.

Berdasarkan data BMKG pada tahun 2019 arah dan kecepatan angin pada pekanbaru ialah:

Tabel 2.2 Kecepatan dan arah angin di Kota Pekanbaru pada tahun 2019[8]

| No    | Bulan     | Kecepatan Angin (Knot) |                     |           |
|-------|-----------|------------------------|---------------------|-----------|
|       |           | Kecepatan Maximum      | Kecepatan Rata-Rata | Arah      |
| 1.    | Januari   | 22                     | 7                   | NW(260°)  |
| 2.    | Februari  | 28                     | 6                   | NE(260°)  |
| 3.    | Maret     | 36                     | 7                   | NW(030°)  |
| 4.    | April     | 35                     | 6                   | NW(260°)  |
| 5.    | Mei       | 23                     | 6                   | S(160°)   |
| 6.    | Juni      | 23                     | 7                   | S(170°)   |
| 7.    | Juli      | 16                     | 8                   | NW(180°)  |
| 8.    | Agustus   | 17                     | 10                  | NW(260°)  |
| 9.    | September | 26                     | 7                   | S(150°)   |
| 10.   | Oktober   | 27                     | 6                   | NW(150°)  |
| 11.   | November  | 22                     | 6                   | VRB(350°) |
| 12.   | Desember  | 18                     | 6.8                 | NE(050°)  |
| Total |           | 293                    | 82.8                |           |

Keterangan : NW = Northwest (Barat Laut)

NE = Northeast (Timur Laut)

S = South (Selatan)



Tabel.2.3 Kecepatan Angin dan Pengaruh terhadap Kenyamanan Termal

| Kecepatan Angin Bergerak | Pengaruh Atas Kenyamanan                                        | Efek Penyegaran (Pada Suhu 30°C) |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| < 0.25 m/detik           | Tidak dapat dirasakan                                           | 0 °C                             |
| 0.25 - 0.5 m/detik       | Paling nyaman                                                   | 0.5 - 0.7 °C                     |
| 0.5 - 1 m/detik          | Masih nyaman, tetapi gerakan udara dapat dirasakan              | 1.0 - 1.2 °C                     |
| 1 - 1.5 m/detik          | Kecepatan maksimal                                              | 1.7 - 2.2 °C                     |
| 1.5 - 2 m/detik          | Kurang nyaman, berangin                                         | 2.0 - 3.3 °C                     |
| > 2 m/detik              | Kesehatan penghuni terpengaruh oleh kecepatan angin yang tinggi | 2.3 - 4.2 °C                     |

#### 2.4.2 Kelembaban Udara

Kelembaban udara adalah kebanyakan uap air yang berada pada keadaan dimana campuran gas antara udara dan uap air. Jumlah uap air diudara hanya merupakan sebagian kecil dari atmosfer. Sekitar 2 % dari jumlah masa. Tetapi jumlahnya tidak konstan dan bervariasi antara 0-5%. Walaupun jumlahnya kecil, tetapi kelembaban udara mempunyai arti penting karena besar uap air di udara merupakan salah satu indikator akan terjadinya hujan.

Uap air juga menyerap radiasi bumi, sehingga kelembaban udara juga ikut mengatur suhu. Semakin banyak jumlah uap air dalam udara, maka semakin besar energi potensial yang tersedia pada suatu atmosfer dan dapat merupakan sumber terjadinya hujan angin, sehingga berarti menentukan udara itu kekal atau tidak kekal.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi dari tinggi rendahnya kelembaban udara di suatu tempat sangat bergantung pada beberapa faktor sebagai berikut, yakni : Suhu. Tekanan udara. Pergerakan angin. Kuantitas dan kualitas penyinaran. Vegetasi dan Ketersediaan air di suatu tempat (air, tanah, perairan), dan hujan juga salah satu faktor yang mempengaruhi kelembaban udara. Kelembaban maksimum udara di Pekanbaru ialah 96%-100%, dan kelembaban minimum udara pekanbaru ialah 46%-62% ini terjadi jika musim kemarau.

### 2.4.3 Suhu

Suhu adalah besaran yang menyebutkan derajat panas dingin suatu benda dan alat yang dipakai untuk mengukur suhu adalah thermometer. Dalam kehidupan sehari-hari dimana masyarakat untuk mengukur suhu cenderung lebih menggunakan indera peraba atau perasa. Tetapi dengan adanya perkembangan teknologi maka diciptakanlah termometer untuk mengukur suhu dengan valid. Di Kota Pekanbaru pada umumnya beriklim tropis dimana suhu udara maksimum berkisar  $34.1^{\circ}\text{C}$ - $35.6^{\circ}\text{C}$  dan suhu minimumnya ialah  $20.2^{\circ}\text{C}$ - $23^{\circ}\text{C}$ .

### 2.4.4 Intensitas Cahaya Matahari

Intensitas sinar matahari adalah tingkat penyinaran yang dilakukan oleh matahari, semakin tinggi intensitas sinar matahari maka semakin panas udara, jika udara panas maka masa jenis udara tersebut berubah dan berubah masa jenis udara maka kecepatan angin pun akan ikut berpengaruh. Intensitas sinar matahari paling tinggi ialah  $1353 \text{ watt/m}^2$ , jika tidak hujan, asap, debu dan awan. Intensitas sinar matahari di Pekanbaru bisa mencapai  $1100 \text{ watt/m}^2$ .

## 2.5 Jenis-jenis Penangkap Angin Berdasarkan Arahnya

Penangkap angin dikelompokkan menjadi 5 bentuk apabila berdasarkan atap dan arahnya.

### 2.5.1 Menara Satu Arah

Menara satu arah pada umumnya menghadap kearah barat laut atau utara. Penangkap angin ini memiliki ciri khas yaitu atap yang miring dan hanya mempunyai satu atau dua ventilasi pada penangkap angin. Jika tidak, penangkap angin umumnya mengarah ke utara.



Gambar 2.9 Menara Satu Arah

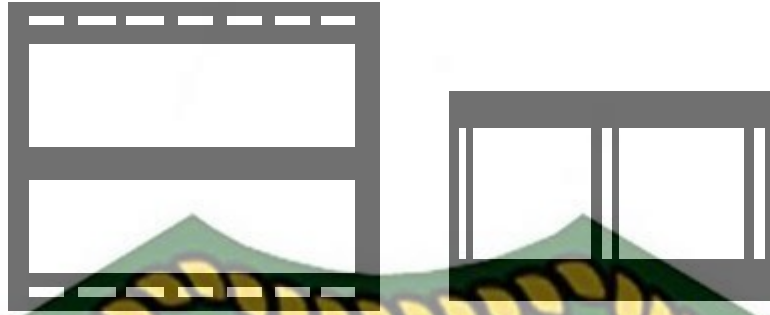


Gambar 2.10 Menara Satu Arah[11]

#### 2.5.2 Menara Dua Arah

Menara dua arah ini dibagi menjadi dua poros yang dibatasi oleh bata yang terbentuk secara vertikal ke atas yang dapat dilihat pada gambar 2.9, digambar tersebut dapat dilihat bahwa hanya terdapat dua ventilasi pada menara jenis ini. Dan menara ini sering digunakan sebagai penunjuk arah untuk masyarakat setempat, seperti menara utara-selatan atau sebaliknya menara barat-timur. Salah peneliti penangkap angin melakukan survei yang menunjukkan bahwa 17% menara dua arah ini biasanya ditemukan pada rumah-rumah biasa.





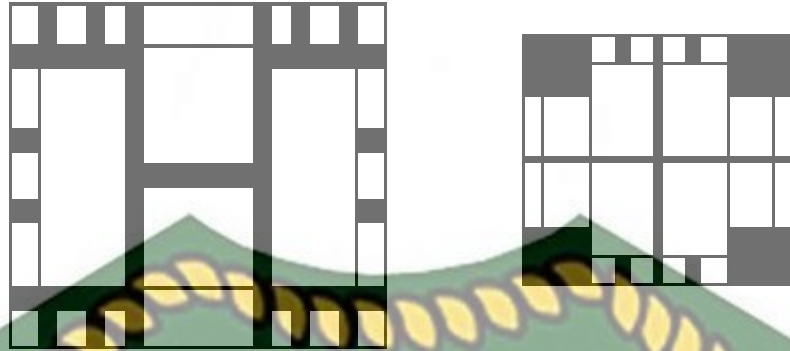
Gambar 2.11 Menara Dua Arah



Gambar 2.12 Menara Dua Arah [11]

### 2.5.3 Menara Empat Arah

Berbagai studi menunjukkan bahwa menara empat arah ini adalah menara yang paling banyak digunakan dan yang paling populer. Menara empat arah ini memiliki empat poros vertikal yang dibatasi oleh bata. Kebanyakan bangunan di Dunia terutama daerah panas dan kering, memakai menara empat arah, tipe ini biasanya disebut *Yazdi* . hampir semua tempat yang didaerahnya lembab dan panas memakai tipe menara empat sisi ini, dimana menara empat sisi ini lebih efisien penggunaannya dibandingkan menara yang lainnya, karena menara ini menunjukkan arah empat penjuru mata angin dimana arah tersebut juga termasuk arah angin.[12]



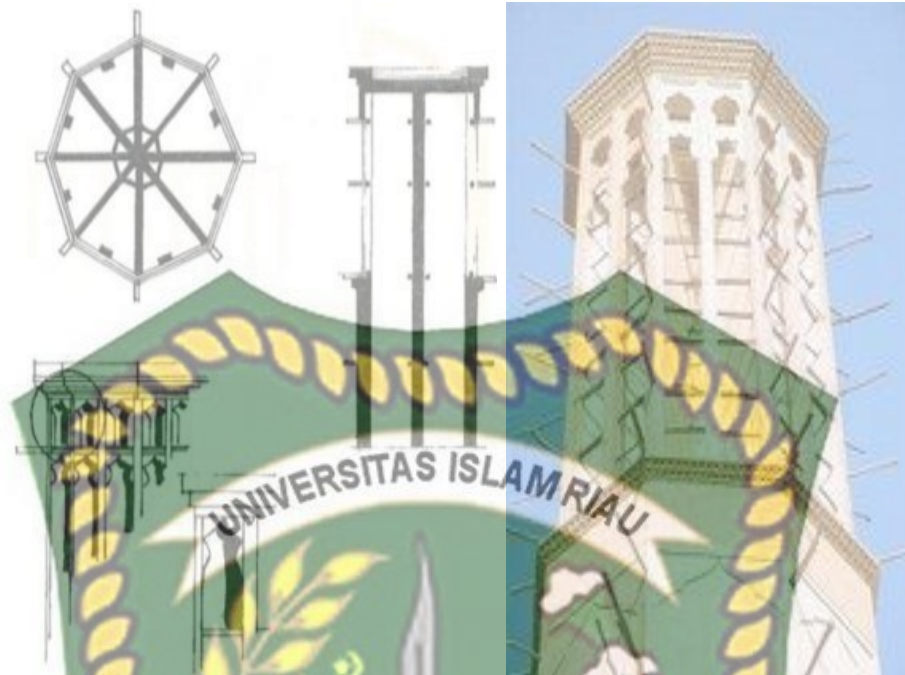
Gambar 2.13 Menara Empat Arah[12]



Gambar 2.14 Menara Empat Arah [11]

#### 2.5.4 Menara Delapan Arah

Menara delapan arah adalah menara yang paling tinggi diantara menara lainnya, menara ini dirancang dalam bentuk segi delapan atau bisa juga disebut bentuknya seperti tabung yang sedang berdiri tegak. Menara delapan arah memiliki sifat lebih fleksibel dalam mendapatkan atau menerima angin yang masuk ke dalamnya. Banyak alasan seseorang dalam mendesain atau membangun menara delapan arah ini salah satunya ialah, memiliki banyak keuntungan seperti, angin yang bertiup dari berbagai sudut bisa membawanya masuk ke dalam ruangan yang di atasnya terdapat menara delapan arah ini[13]. Bentuknya yang besar terkadang cocok pada bangunan yang besar seperti, tempat beribadah ataupun gedung-gedung tinggi dapat dilihat pada gambar 2.11 dibawah ini.



Gambar 2.15 Menara Delapan Arah [13]

#### 2.5.5 Menara Tujuh Arah

Sama halnya dengan menara delapan arah yang diatas, menara tujuh arah ini sangat fleksibel digunakan tetapi tidak efisien bila diaplikasikan untuk menangkap angin, pada menara tujuh arah yang ditonjolkan ialah bentuknya yang lebih estetik dari pada menara yang lainnya, karena itu menara tujuh arah sangat jarang dibikin untuk menara utama penangkap angin[14].



Gambar 2.16 Menara tujuh arah[14]



## 2.6 Jenis-Jenis Ventilasi Penangkap Angin

### 2.6.1 Penangkap Angin Ventilasi *Vertical*

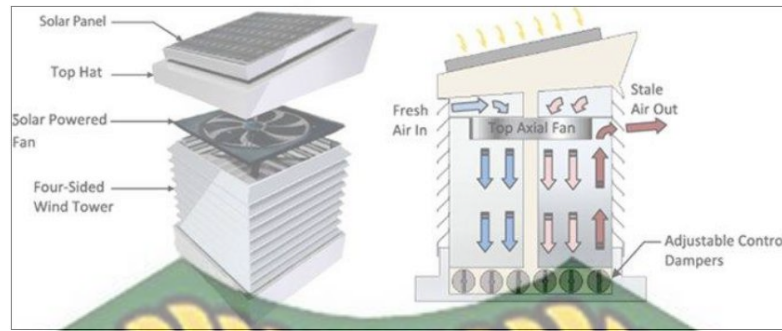
Penangkap angin ventilasi *vertical* merupakan penangkap angin yang sering digunakan pada atap-atap rumah warga, penangkap angin ventilasi *vertical* berfungsi mengurangi temperatur ruang mencapai 10°C, penurunan temperature sangat berpengaruh dengan kenyamanan pada ruangan itu sendiri. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini ialah penangkap angin dengan ventilasi *vertical*.



Gambar 2.17 Penangkap angin ventilasi *vertical*

### 2.6.2 Penangkap Angin Ventilasi Miring

Penangkap angin ventilasi miring biasanya digunakan pada penangkap angin modern, penangkap angin jenis ini dilengkapi dengan panel surya sebagai pembangkit listrik tenaga surya, dan dilengkapi blower sebagai alat untuk menghisap angin yang berada diluar wind catcher. Penangkap angin modern biasanya digunakan pada rumah ataupun gedung.



Gambar 2.18 Penangkap angin ventilasi miring

### 2.6.3 Penangkap Angin Ventilasi Lingkaran

Penangkap angin ventilasi lingkaran pada umumnya digunakan hanya untuk membantu penangkap angin utama untuk membantu mendinginkan ruangan, penangkap angin jenis ini biasanya digunakan hanya untuk mengunggulkan estetikanya saja, karna penangkap angin ventilasi lingkaran menghasilkan angin yang lebih kecil dibandingkan penangkap angin dengan ventilasi lainnya.



Gambar 2.19 Penangkap angin ventilasi lingkaran

## 2.7 Klasifikasi Sudu Penangkap Angin Berdasarkan Rancangannya.

Berbagai rancangan penangkap angin di Yazd menunjukkan bahwa banyaknya arsitek jenius dan kreatif yang dimiliki kota Yazd. Secara umum, penangkap angin banyak macamnya terutama yang berada di daerah Iran yang menjadi tempat pertama kalinya penangkap angin berasal seperti, penangkap angin berbentuk tabung, segi delapan atau *hexagonal*, persegi yang memiliki empat arah, dua arah, dan satu arah. Banyak bentuk yang tidak ada dikawasan Timur Tengah, contohnya seperti berbentuk segitiga dan persegi yang memiliki tiga arah. Penangkap angin yang berbentuk tabung merupakan penangkap angin yang sangat langka atau sangat jarang ditemukan dan penangkap angin jenis ini tidak ada di Yazd.

Terdapat salah satu contoh penangkap angin yang berada di kota Yazd, dimana sudunya yang dibentuk pada penangkap angin. Sudu tersebut terbuat dari batako dan batu bata yang kuat, sudu ini dialiri oleh angin yang masuk melalui celah ventilasi yang berada diatas penangkap angin yang nantinya akan masuk ke dalam gedung atau rumah warga[15].

Sudu ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu: sudu utama dan sudu samping. Sudu utama bisa mencapai panjang 1.5 meter-2.2 meter bila dihitung dari atas penangkap angin sampai bawah penangkap angin. Sudu utama ini dibuat seperti kerucut yang menghadap ke bawah dimana, pada atas penangkap angin ini sudu utamanya lebih besar diatas dari pada dibawah, ini berguna supaya angin yang masuk dari ventilasi akan mengalir lebih cepat ke bawah penangkap angin dan masuk ke gedung atau rumah.

Sedangkan, sudu samping memiliki fungsi yang sama tetapi tidak terlalu berguna bila dibandingkan dengan sudu utama tadi. Sudu samping ini sama seperti sudu yang ada pada pendinginan modern saat ini yang biasa dijumpai di gedung atau perumahan, sudu samping biasanya digunakan hanya untuk menambah unsur estetika pada penangkap angin. Sudu utama tidak dapat terlihat dari luar penangkap angin, sedangkan sudu samping terlihat dari luar penangkap angin.



### 2.7.1 Klasifikasi penangkap angin menggunakan rancangan oblong

Penangkap angin jenis ini paling sering diaplikasikan dan satu-satunya dari 53 tipe penangkap angin yang menggunakan rancangan oblong. Sudu utama pada penangkap angin ini beraneka ragam, dimana sudu ini tersusun didalam penangkap angin dengan bentuk yang panjang dan beraneka ragam.

#### A. Penangkap angin dengan sudu X

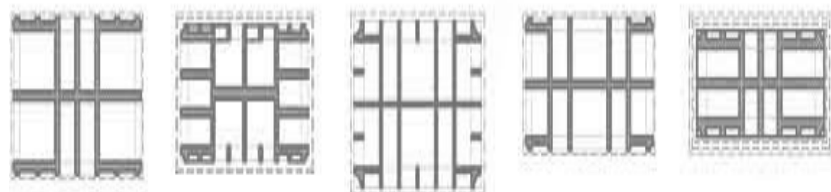
Penangkap angin dengan sudu X jarang ditemukan atau jumlahnya yang sedikit ditemukan pada kota Yazd. Panjang dari penangkap angin ini ialah  $\frac{1}{5}$  dari lebar penangkap anginnya. Terdapat dua dari 53 rumah yang diteliti di Yazd yang memiliki penangkap angin ini, dimana sudu nya berbentuk oblong dan X.



2.20 Penangkap Angin Dengan Sudu X[15]

#### B. Penangkap angin yang menggunakan sudu berbentuk +

Penangkap angin dengan sudu yang tegak lurus satu sama lain dengan menggunakan sudu yang berbentuk + merupakan bentuk yang paling sering dijumpai pada kota Yazd. Penangkap angin jenis ini dapat dikelompokkan menjadi dua macam lagi.



Gambar 2.21 Penangkap angin yang menggunakan sudu +[15]

Penangkap angin dengan saluran yang sama

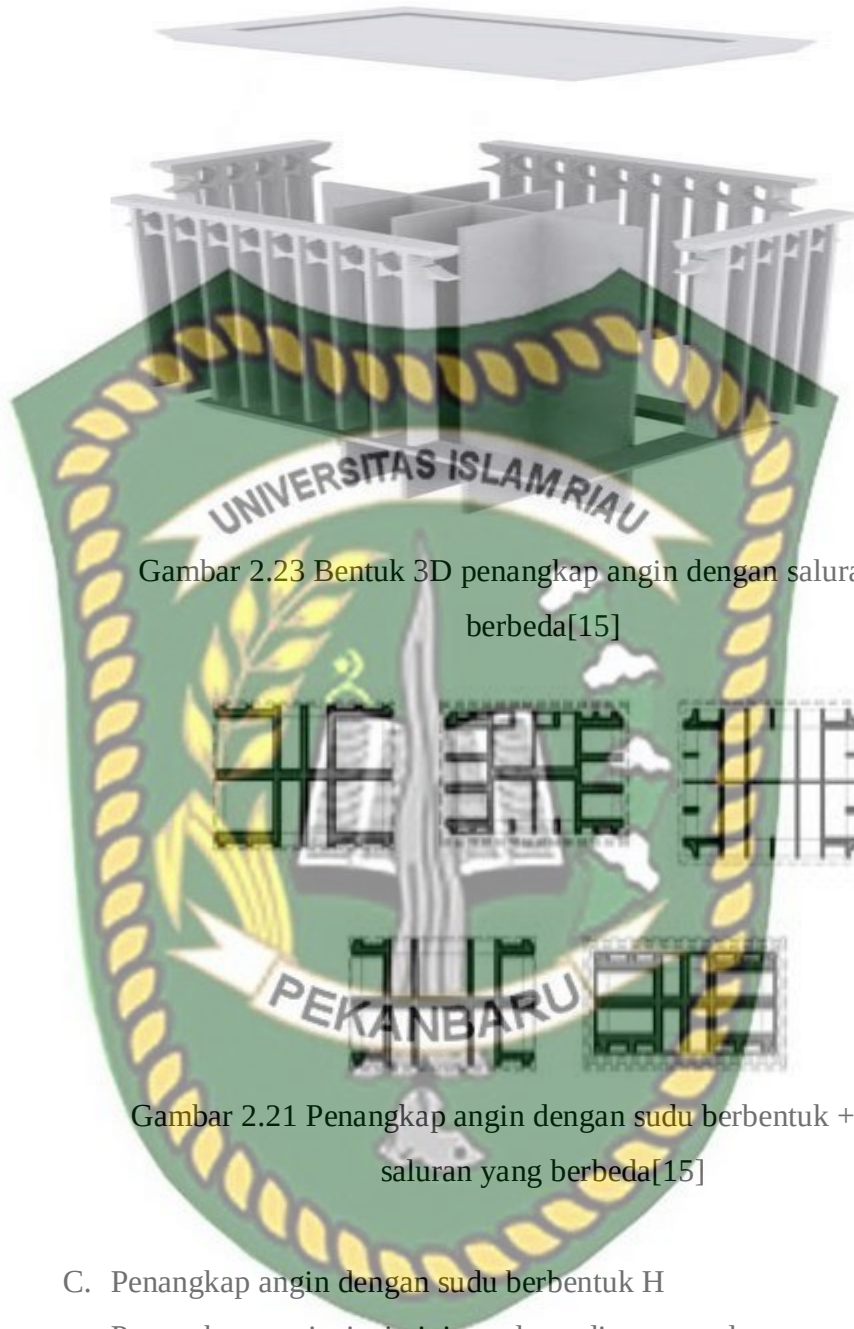
Penangkap angin jenis ini, memiliki sudu yang sama panjang dengan jarak yang sama, dengan bentuk sudu yang seperti ini terbentuklah saluran kecil yang berada pada penangkap angin yang berfungsi untuk tempat mengalirnya udara, dengan terbentuknya sudu yang ukurannya sama maka terbentuklah saluran dengan ukuran dan jarak yang sama. Jenis penangkap angin ini paling banyak pengaplikasiannya di Yazd. Ukuran saluran penangkap angin ini memiliki panjang dan lebar yang bervariasi dari 1-1.4 hingga 1-2.25.



Gambar 2.22 Penangkap angin dengan sudu berbentuk + dengan saluran yang sama[15]

Penangkap angin dengan saluran yang berbeda

Penangkap angin jenis ini bentuknya yang hampir sama dengan penangkap angin sebelumnya, dimana pada penangkap angin saluran yang lebih besar dan juga bervariasi yaitu dari 1-1.58 hingga 1-2.92 menurut studi lapangan yang meneliti penangkap angin jenis ini.



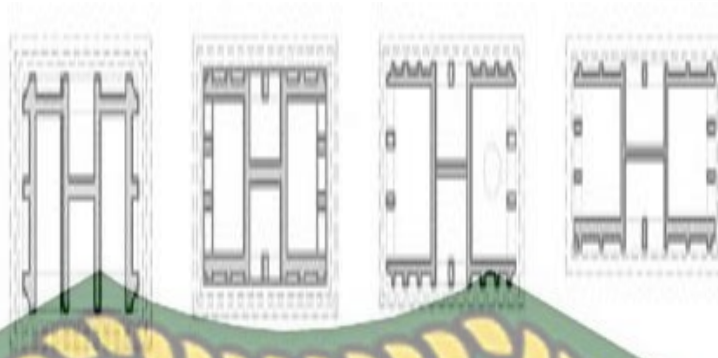
Gambar 2.23 Bentuk 3D penangkap angin dengan saluran yang berbeda[15]

Gambar 2.21 Penangkap angin dengan sudu berbentuk + dengan saluran yang berbeda[15]

#### C. Penangkap angin dengan sudu berbentuk H

Penangkap angin jenis ini awalnya dirancang dengan sudu utama yang menutupi tengah salurannya. Bentuk rancangan dari penangkap angin ini seperti kotak, dimana ukurannya yaitu 1-1.3 atau terkadang bisa lebih kecil. penangkap angin jenis ini sangat jarang ditemukan di kota Yazd.





Gambar 2.24 Penangkap angin dengan sudu berbentuk H[15]

D. Penangkap angin dengan sudu yang berbentuk K

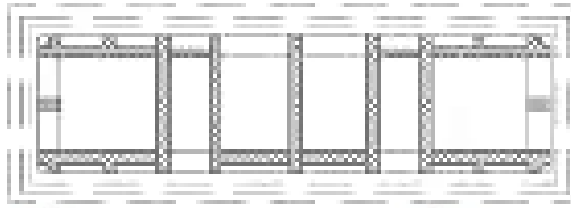
Penangkap angin jenis ini sangat jarang ditemukan pada perumahan. Jenis penangkap angin ini merupakan gabungan dari penangkap angin dengan sudu yang berbentuk X dan +.



Gambar 2.25 Penangkap angin dengan sudu berbentuk K[15]

E. Penangkap angin dengan sudu yang berbentuk I

Penangkap angin jenis ini terdapat sudu yang melintang di depan penangkap angin. Bila di depan penangkap angin terdapat sudu yang melintang maka pada belakang penangkap terbuka atau tidak ada sudu yang melintang, ini dikarenakan satu sisi yang terbuka tersebut berfungsi untuk tempat keluarnya angin, dan sisi depan berfungsi untuk masuknya angin. Bentuk rancangannya yang proposional ialah 1-3.75. Model sudu ini hanya satu dari 53 jenis sudu yang telah ada dan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.26 Penangkap angin dengan sudu berbentuk I[15]

## 2.8 *Computational Fluid Dynamics* (CFD)

### 2.8.1 Penjelasan Umum

*Computational fluid dynamics* (CFD) ialah sebuah metode analisa sistem yang meliputi aliran fluida, perpindahan panas dan massa, serta fenomena lain, dengan menggunakan simulasi lain berbasis komputer.

CFD digunakan untuk melihat pergerakan angin yang masuk ke dalam *wind catcher* dengan metode numerical, dan memprediksi simulasi distribusi aliran angin dan suhu didalam maupun diluar ruangan.

Keuntungan menggunakan CFD antara lain:

1. Memberikan pemahaman mengenai distribusi aliran, kekurangan berat, perpindahan panas dan massa.
2. Memungkin untuk mengevaluasi perubahan geometrik dengan sedikit waktu dan biaya.
3. Dapat menjawab pertanyaan ‘bagaimana kalau’ dalam waktu singkat.
4. Dapat mengetahui akar penyebab bukan hanya efek saat evaluasi masalah dalam perencanaan.

### 2.8.2 Manfaat *Computational fluid dynamics* (CFD)

Terdapat tiga hal yang menjadi alasan kuat menggunakan CFD, yakni:

#### 1. *Insight* – Pemahaman mendalam

Ketika melakukan desain pada sebuah sistem dan sulit untuk dibuat prototipenya atau sulit untuk dilakukan pengujian, analisis CFD

memungkinkan untuk menyelip masuk secara virtual ke dalam alat/sistem yang akan dirancang tersebut.

## 2. *Foresight* – Rediksi menyeluruh

CFD adalah alat untuk memperidiksi apa yang akan terjadi pada alat/sistem, dan CFD dapat mengubah-ubah kondisi batas (variasi kondisi batas).

## 3. *Efficiency* – Efisiensi waktu dan biaya

*Foresight* yang diperoleh dari CFD sangat membantu untuk mendesain lebih cepat dan hemat uang. Analisis/simulasi CFD akan memperpendek waktu riset dan desain sehingga juga akan mempercepat produk untuk sampai pasaran.

### 2.9 Rumus Yang Digunakan

Pergantian udara sangat penting dilakukan untuk kesehatan manusia demi menyehatkan manusia itu sendiri. Pergantian udara sering dinyatakan dalam satuan ACH (*Air Change per Hour*). ACH merupakan jumlah pergantian seluruh udara dalam ruangan dengan udara segar dari luar setiap jamnya. Menurut SNI, ACH yang bagus untuk ruang belajar sebesar 8 ach. Persamaan yang digunakan untuk mencari nilai ACH adalah sebagai berikut:

$$N = 60 \frac{Q}{V} \text{-----} 2.1$$

Dimana: N : Jumlah *Air Change per Hour*

Q : Besar Laju Udara (m<sup>3</sup>/min)

V : Besar Volume Ruangan (m<sup>3</sup>)

Berikut adalah tabel kebutuhan *Air Change per Hour* (ACH) / pergantian udara minimal untuk sistem ventilasi yang ditunjukan pada tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2.3 Kebutuhan *Air Change per Hour*



|                            |            |                             |            |
|----------------------------|------------|-----------------------------|------------|
| Assembly rooms             | 4 - 8      | Hairdressing salons         | 10 - 15    |
| Bakeries                   | 20 - 30    | Hospitals - sterilizing     | 15 - 25    |
| Banks/Building Societies   | 4 - 8      | Hospitals - wards           | 6 - 8      |
| Bathrooms                  | 6 - 10     | Kitchens - domestic         | 15 - 20    |
| Bedrooms                   | 2 - 4      | Kitchens # - commercial     | 30 minimum |
| Billiard Rooms *           | 6 - 8      | Laboratories                | 6 - 15     |
| Boiler Rooms               | 15 - 30    | Launderettes/Laundromats    | 10 - 15    |
| Cafes and coffee bars      | 10 - 12    | Laundries                   | 10 - 30    |
| Canteens                   | 8 - 12     | Lavatories                  | 6 - 15     |
| Cellars                    | 3 - 10     | Lecture theatres            | 5 - 8      |
| Changing Rooms Main area   | 6 - 10     | Libraries                   | 3 - 5      |
| Changing Rooms Shower area | 15 - 20    | Living rooms                | 3 - 6      |
| Churches                   | 1 - 3      | Mushroom houses             | 6 - 10     |
| Cinemas & theatres *       | 10 - 15    | Offices                     | 6 - 10     |
| Club rooms                 | 12 minimum | Paint shops (not cellulose) | 10 - 20    |
| Compressor rooms           | 10 - 20    | Photo & X-ray darkrooms     | 10 - 15    |
| Conference rooms           | 8 - 12     | Public house bars           | 12 minimum |
| Dairies                    | 8 - 10     | Recording control rooms     | 15 - 25    |
| Dance halls                | 12 minimum | Recording studios           | 10 - 12    |
| Dental surgeries           | 12 - 15    | Restaurants                 | 8 - 12     |
| Dye works                  | 20 - 30    | Schoolrooms                 | 5 - 7      |
| Electroplating shops       | 10 - 12    | Shops and supermarkets      | 8 - 15     |
| Engine rooms               | 15 - 30    | Shower baths                | 15 - 20    |
| Entrance halls & corridors | 3 - 5      | Stores & warehouses         | 3 - 6      |
| Factories and workshops    | 8 - 10     | Squash courts               | 4 minimum  |
| Foundries                  | 15 - 30    | Swimming baths              | 10 - 15    |
| Garages                    | 6 - 8      | Toilets                     | 6 - 10     |
| Glasshouses                | 25 - 60    | Utility rooms               | 15 - 20    |
| Gymnasiums                 | 6 minimum  | Welding shops               | 15 - 30    |

Laju ventilasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut apabila tidak dilakukan pengukuran.

$$V_r = \frac{V \cdot ACH \cdot 1000}{3600} \text{-----} 2.2[16]$$

Dimana:  $V_r$  : Laju Ventilasi (l/s)

$V$  : Volume Ruang ( $m^3$ )

ACH : Banyaknya pertukaran udara per jam

Dengan mengukur laju aliran angin, maka laju volume ventilasi dapat dihitung dengan rumus dibawah ini:

$$Q = C_v \times A \times V \text{-----} 2.3$$

Dimana:

$Q$  = Laju ventilasi ( $m^3/s$ )

$A$  = Luas bukaan *inlet* ( $m^2$ )

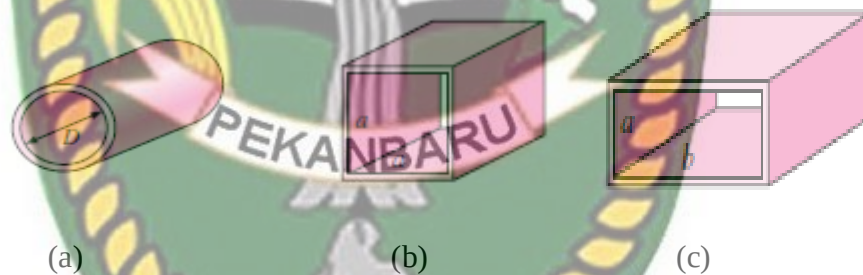
$V$  = Kecepatan angin (m/s)

$C_v$  = Efektifitas bukaan ( $C_v$  dianggap sama dengan 0,5 – 0,6 untuk angin frontal dan 0,25 – 0,35 untuk angin diagonal)

Untuk mencari nilai reynold rumus yang digunakan ialah:

$$Re = \frac{V \times D_h}{\nu} \text{-----} 2,4$$

Mencari  $D_h$  digunakan dua persamaan karena bentuk dari ventilasi ialah *rectangular duct* dan *circular tube*. Rectangular duck merupakan saluran persegi panjang yang digunakan pada ventilasi untuk laluan masuknya angin kedalam *wind catcher* penelitian ini, *circular tube* merupakan saluran yang berbentuk lingkaran yang digunakan untuk tempat masuknya angin. Adapun rumus yang digunakan sebagai berikut:



Gambar 2.27 (a) *Circular tube* (b) *Square duct* (c) *Rectangular duct*

$$D_{h \text{ (rectangular)}} = \frac{2ab}{a+b} \text{-----} 2.5$$

$$D_{h \text{ (circular)}} = \frac{4(\pi D^2/4)}{\pi D} \text{-----} 2.6$$

Dimana :

$D$  = Diameter *tube* (m)

$D_h$  = Diameter *hydraulic* (m)

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Adapun langkah–langkah dalam melaksanakan penelitian ini dapat dilihat dari gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir



### 3.2 Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahap awal dalam melaksanakan penelitian. Studi literatur dilakukan dengan cara melakukan studi literatur pada buku – buku dan jurnal yang membahas tentang alat penangkap angin (*wind catcher*). Data yang didapat dari studi literatur akan di gunakan sebagai acuan untuk membuat tahapan pada penelitian.

### 3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.3.1 Tinggi wilayah Bukit Raya

Kecamatan Bukit Raya merupakan salah satu wilayah di kota Pekanbaru, dengan luas 23,10 Km<sup>2</sup>. Tinggi wilayah di daerah Pekanbaru dapat dilihat pada table 3.1 adalah sebagai berikut

Tabel 3.1 Tinggi wilayah kecamatan pekanbaru

| Kecamatan      | Tinggi Wilayah (mdpl) |
|----------------|-----------------------|
| Tampan         | 34                    |
| Payung Sekaki  | 13,57                 |
| Bukit Raya     | 27,04                 |
| Marpoyan Damai | 26,06                 |
| Tenayan Raya   | 43                    |
| Sail           | 27,20                 |
| Pekanbaru Kota | 19,80                 |
| Sukajadi       | 20,40                 |
| Senapelan      | 18,50                 |
| Rumbai         | 34,89                 |
| Rumbai Pesisir | 18,50                 |

### 3.3.2 Lokasi Penelitian

Adapun tempat melakukan penelitian ini adalah diatas bangunan gedung C, Fakultas Teknik Universitas Islam Riau yang beralamat di Jl. Kaharuddin Nasution No.113, Marpoyan, Pekanbaru dapat dilihat pada gambar 3.2. Waktu pelaksanaan penelitian berlangsung selama satu bulan. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Workshop Fakultas Teknik

### 3.4 Alat Dan Bahan Yang Digunakan

Alat dan bahan yang di gunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 3.4.1 Alat

1. Bor berfungsi sebagai alat untuk melubangi suatu benda yang berguna untuk tempat masuknya baut atau paku untuk menyatukan suatu benda contohnya besi, kayu dan lain-lain.



Gambar 3.3 Bor

2. Pemotong baja ringan atau gunting baja ringan berfungsi sebagai gunting serbaguna yang digunakan untuk memotong baja ringan, alumunium, seng, dan kawat. Gunting ini juga bisa digunakan untuk memotong bahan yang lain. Jadi satu alat ini bisa digunakan untuk memotong banyak bahan dan material yang berbeda-beda.



Gambar 3.4 Gunting pemotong baja ringan



3. *Anemometer* adalah sebuah alat pengukur kecepatan angin yang banyak digunakan dalam bidang Meteorologi dan Geofisika atau stasiun prakiraan cuaca. Nama alat ini berasal dari kata Yunani *anemos* yang berarti angin. Perancangan pertama dari alat ini adalah Leon Battista Alberti pada tahun 1450. *Anemometer* digunakan untuk mencari kecepatan angin baik itu diluar penangkap angin maupun didalam penangkap angin satuan yang didapat dari *anemometer* adalah m/s.



Gambar 3.5 Anemometer

4. *Hygrometer* adalah jenis alat yang berfungsi untuk mengukur kelembaban udara disuatu ruangan. Cara kerja alat ini adalah dengan meletakan *hygrometer* pada suatu ruangan setelah itu diatur alat tersebut dan biarkan alat bekerja dengan sendirinya, hasil yang didapat dalam satuan persen, maksudnya ialah kandungan uap air

yang terdapat di udara menunjukan nilai kelembaban udara itu sendiri.



Gambar 3.6 Hygrometer

5. Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur temperature ataupun perubahan temperature. Termometer berasal dari bahasa latin *thermo* yang artinya panas dan meter yang artinya mengukur. Cara kerja termometer beragam tergantung penggunaanya, termometer yang paling umum digunakan ialah termometer air raksa.



3.7 Termometer

6. Pyranometer adalah salah satu jenis alat yang berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya matahari. Satuan intensitas cahaya matahari ialah  $W/m^2$ .



Gambar 3.8 Piranometer

#### 3.4.2 Bahan

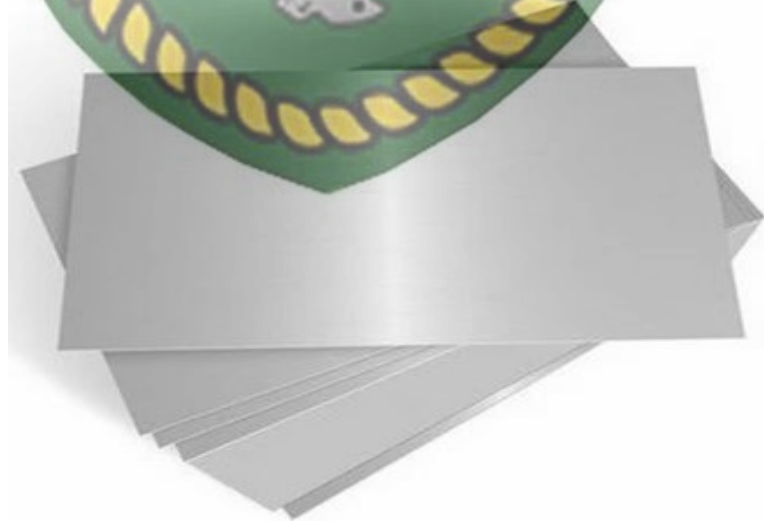
1. Baja ringan banyak memiliki manfaat untuk konstruksi bangunan yang tinggi. Baja ringan juga termasuk komponen yang sangat kuat bila dipakai untuk kerangka, contohnya seperti ranngka atap, rangka kenopi, rangka penangkap angin dan lain-lain. Kelebihan baja ringan ini salah satunya tahan karat dan juga ringan.





Gambar 3.9 Baja ringan

2. Plat alumunium memiliki sifat yang tahan terhadap segala cuaca serta tidak mudah terbakar sehingga sangat cocok digunakan di daerah tropis. Plat alumunium juga memilki daya tahan terhadap karat yang lebih baik dibandingkan dengan plat besi. Plat ini digunakan pada penangkap angin sebagai ventilasi dan sudu-sudu penangkap angin.



Gambar 3.10 Plat alumunium

3. Plastik banyak memiliki fungsi yang beraneka ragam, plastik memiliki jenis yang beraneka ragam. Penggunaan plastik bisa dimana saja contohnya sebagai kemasan makanan, sebagai kantong untuk ngangkut barang dan masih banyak kegunaan plastik yang lainnya. Kegunaan palstik di penangkap angin ialah sebagai pembungkus penangkap angin itu sendiri.

4. Atap berfungsi sebagai elemen krusial dari sebuah bangunan melindungi penghuninya dari beragam jenis cuaca sesuai dengan iklim. Pada penangkap angin atap berfungsi sebagai pelindung dari berbagai macam iklim yang ada.



Gambar 3.11 Atap

### 3.5 Metode Pengambilan Data

Penangkap angin memiliki tahapan-tahapan dalam pembuatannya dan banyak material yang dibutuhkan dalam pembuatannya. Sebelum melakukan pembuatannya alangkah baiknya siapkan alat dan bahan yang digunakan seperti bor, gunting alumunium, *anemometer*, *hygrometer*, termometer, dan *pyranometer*. Sedangkan bahan yang dibutuhkan ialah baja ringan, plat alumunium, plastik, dan atap.

Setelah alat dan bahan disiapkan masuk ke dalam proses pembuatannya, dimana langkah pertama yang dibutuhkan ialah bentuk kerangka penangkap angin tersebut menggunakan baja ringan. Bentuk dari penangkap angin bermacam-macam bisa berbentuk persegi, tabung dan lain-lainnya.

Setelah selesai membuat kerangka dari penangkap angin, tutup kerangka tersebut menggunakan plastik yang dililitkan ke penangkap angin. Plastik tersebut berfungsi supaya penangkap angin tahan terhadap segala macam cuaca dan air tidak masuk kedalam penangkap angin.

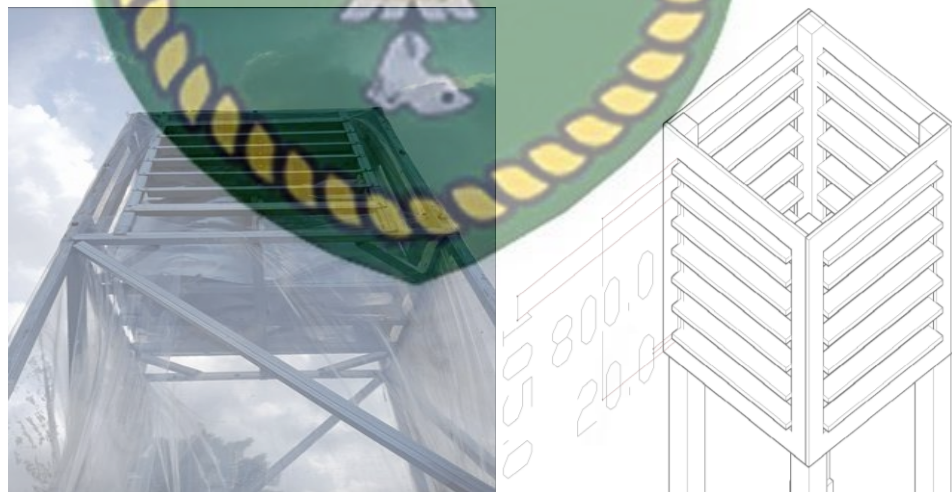
Setelah badan dari penangkap angin selesai, selanjutnya bikin ventilasi yang berguna untuk masuk dan keluarnya angin. Bentuk ventilasi seperti yang diinginkan, karena masing-masing ventilasi mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing. Pada penelitian ini menggunakan bentuk ventilasi yang berbentuk, ventilasi yang berbentuk *vertikal* dan *horizontal*, sirip yang menurun 15°, dan ventilasi yang berbentuk lingkaran. Gambar dari ventilasi yang digunakan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.





Gambar 3.12 Ventilasi vertikal

Dapat dilihat pada gambar diatas, dimensi dari penangkap angin dengan tinggi 4 meter dan lebar 1 meter. Ventilasi dari penangkap angin memiliki panjang dan lebar 80 cm. Sedangkan masing masing sela dari sirip-sirip ventilasi memiliki panjang 80 cm dan lebar 8 cm.



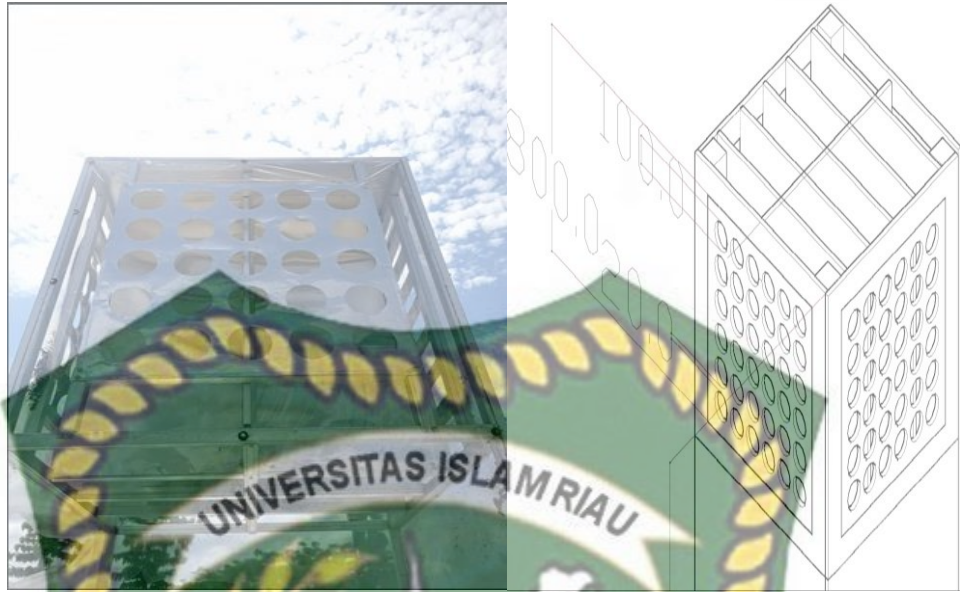
Gambar 3.13 Ventilasi *horizontal*

Dapat dilihat dari gambar diatas, dimensi dari penangkap angin dan ventilasinya sama, yang berbeda hanya sirip dari ventilasinya pada gambar 3.12 memiliki sirip yang *vertikal* sedangkan pada gambar 3.13 memiliki sirip yang *horizontal*.



Gambar 3.14 Ventilasi sirip dengan kemiringan 45°

Pada gambar diatas, penangkap angin memiliki dimensi yang sama. Dipenangkap angin ini yang berbeda hanya memiliki kemiringan 45°.



Gambar 3.15 Ventilasi lingkaran

Pada penangkap angin ventilasi lingkaran disetiap lingkaran memiliki jari-jari 5 cm dengan setiap jarak lingkaran 2 cm. Total lingkaran yang ada pada ventilasi tersebut ialah 36 lingkaran.

Penangkap angin memiliki beberapa faktor penting yang mempengaruhi kinerjanya yaitu angin, kelembaban udara, temperatur, dan intensitas sinar matahari. Penangkap angin di uji pada daerah Kota Pekanbaru yang kecepatan anginnya berkisar 11,11 km/jam, 12.96 km/jam, 14,81 km/jam dan 18,52 km/jam ini merupakan kecepatan rata-rata angin di Pekanbaru. Berdasarkan tabel 2.2 kecepatan angin yang terkencang yaitu pada bulan Agustus. Pengujian untuk menentukan angin yang masuk ke dalam ruangan yaitu menggunakan Anemometer. Anemomter ini diarahkan ke beberapa tempat pada penangkap angin yaitu yang pertama dibawah penangkap angin, yang ke dua ditengah penangkap angin, yang ke tiga pada atas penangkap angin atau pada ventilasi penangkap angin. Tujuannya untuk mengetahui apakah angin tersebut masuk atau



tidaknya ke dalam ruangan dan dapat mengetahui apakah udara yang masuk melalui ventilasi konstan masuk ke dalam ruangan.

Kelembaban udara berguna untuk menjaga temperatur udara pada ruangan tetap stabil, termasuk jika musim panas udara, kelembaban udara menurun begitu juga sebaliknya jika musim hujan. Dari data BMKG, kelembaban udara di Pekanbaru pada musim kemarau yaitu pada bulan April hingga Oktober kelembaban udaranya berkisar 46%-62%. Sedangkan musim hujan pada bulan Oktober hingga April kelembaban udaranya berkisar 96%-100%. Pengujian untuk melihat kelembaban udara dengan menggunakan *hygrometer*. *Hygrometer* diletakan pada ruangan tertutup yang telah dialiri angin dari penangkap angin, secara otomatis alat tersebut akan menampilkan hasil yang telah didapat contohnya seperti *relative humidity* (rh) dan temperatur.

temperatur juga merupakan aspek penting pada penangkap angin, pada umumnya di Pekanbaru beriklim tropis dimana temperatur maximumnya ialah 34,1°C hingga 35,6°C ini terjadi disaat musim kemarau, dan temperatur minimumnya ialah 20,2 °C hingga 23 °C terjadi pada saat musim hujan. Untuk mengetahui temperatur pada kamar dapat menggunakan termometer, alat ini dapat melihat temperatur dan kelembaban udara.

### 3.6 Jadwal Kegiatan Penelitian

Agar penelitian tentang pengaruh *geometri* ventilasi penangkap angin terhadap aliran udara pada sistem pendinginan pasif lancar, optimal serta sesuai dengan waktu yang telah ditentukan maka perlu dibuat jadwal penelitian seperti tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3.2 Jadwal kegiatan penelitian

| No | Jenis Kegiatan                            | Bulan ke |   |   |   |   |   |
|----|-------------------------------------------|----------|---|---|---|---|---|
|    |                                           | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. | Pembuatan Proposal                        |          |   |   |   |   |   |
| 2. | Studi Literatur                           |          |   |   |   |   |   |
| 3. | Persiapan Alat dan Bahan                  |          |   |   |   |   |   |
| 4. | Seminar Proposal                          |          |   |   |   |   |   |
| 5. | Pembuatan, Pengujian dan Pengumpulan Data |          |   |   |   |   |   |
| 6. | Analisa Data                              |          |   |   |   |   |   |
| 7. | Seminar dan Sidang Hasil                  |          |   |   |   |   |   |

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Hasil Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada gedung C Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, pengambilan data dilakukan pada jam 09.00 – 15.00 WIB. Pengujian dilaksanakan secara berulang setiap 15 menit sekali dalam tiap jamnya, supaya mendapatkan hasil rata-rata dari pengujian tersebut.

Pengambilan data penelitian dilaksanakan dengan cara mengukur kecepatan angin sekitar, kecepatan angin yang masuk melalui ventilasi dan ruangan pada masing-masing geometri ventilasi, mengukur temperature angin sekitar, temperature angin yang masuk melalui ventilasi dan ruangan pada masing-masing geometri ventilasi, mengukur kelembaban dan intensitas sinar matahari. Alat yang digunakan pada saat penelitian ialah *anemometer* berfungsi untuk mengukur kecepatan angin, *thermometer* digital berfungsi untuk mengukur temperature angin, *hygrometer* berfungsi untuk mengukur kelembaban dan *pyranometer* berfungsi untuk mengukur intensitas sinar matahari.

Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.1 yang menunjukkan hasil rata-rata setiap jam pada saat penelitian. Pada tabel dibawah ini merupakan geometri ventilasi *vertical* yang menghadap utara dan timur, dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Dimana:

$V_{surr}$  : Kecepatan angin sekitar (m/s)

$V_{wd}$  : Kecepatan angin masuk melalui ventilasi (m/s)

$V_r$  : Kecepatan angin masuk ke ruangan (m/s)

$T_{surr}$  : Temperature angin sekitar ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_{wd}$  : Temperature angin masuk melalui ventilasi ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_r$  : Temperature angin masuk ke ruangan ( $^{\circ}\text{C}$ )



Tabel 4.1 Data hasil pengujian *geometri ventilasi vertical* pada tanggal 7 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 |                | Temperatur Angin (°C) |                 |                | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Sinar Matahari (W/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|----------------|-----------------------|-----------------|----------------|------------------|-----------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | V <sub>r</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> | T <sub>r</sub> |                  |                                               |            |         |
| 09.00 | 1,6                   | 1,1             | 0,8            | 30,3                  | 31,7            | 29,8           | 51,4             | 306,7                                         | Utara      | Cerah   |
| 10.00 | 1,4                   | 0,9             | 0,6            | 31,4                  | 31,8            | 30,9           | 45,3             | 359,6                                         | Timur      | Cerah   |
| 11.00 | 1,7                   | 1,2             | 0,9            | 31,1                  | 32,2            | 30             | 52,4             | 280,5                                         | Utara      | Berawan |
| 12.00 | 1,1                   | 0,7             | 0,4            | 32,7                  | 34,1            | 32,2           | 43,7             | 399                                           | Utara      | Terik   |
| 13.00 | 1,4                   | 0,9             | 0,6            | 33,8                  | 35,4            | 33,6           | 46,8             | 348,2                                         | Timur      | Terik   |
| 14.00 | 1,2                   | 0,8             | 0,5            | 31,9                  | 32,3            | 31,5           | 50               | 334,2                                         | Utara      | Berawan |
| 15.00 | 1,2                   | 0,9             | 0,6            | 32,3                  | 34,1            | 31             | 53,9             | 192,9                                         | Timur      | Hujan   |

Pada tabel diatas didapat nilai kecepatan angin sekitar paling tinggi mencapai 1,7 m/s yang terjadi pada jam 11.00 WIB sedangkan angin yang masuk melalui *geometri ventilasi vertical* yang paling tinggi mencapai 1,2 m/s dengan angin yang masuk ke ruangan mencapai 0,9 m/s . Nilai intensitas sinar matahari paling tinggi mencapai 399 W/m<sup>2</sup> yang terjadi pada jam 12.00 WIB dengan kelembaban yang paling rendah mencapai 43,7%, dimana *temperature* sekitar mencapai 32,7 °C, *temperature* yang masuk melalui ventilasi mencapai 34,1 °C dan *temperature* yang ke ruangan mencapai 32,2 °C . Pada saat penelitian *geometri ventilasi vertical* menghadap arah utara dan timur.

Data hasil pegujian *geometri ventilasi horizontal* dapat dilihat pada tabel 4.2, pengujian dilakukan setiap 15 menit sekali dimulai dari jam 09.00 – 15.00 WIB. Tabel dibawah ini menunjukkan rata-rata pada setiap jam yang dilakukan pada saat penelitian.

Tabel 4.2 Data hasil pengujian *geometri* ventilasi *horizontal* pada tanggal 7 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 |                | Temperatur Angin (°C) |                 |                | Kelembaban (%) | Intensitas sinar Matahari (W/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|----------------|-----------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | V <sub>r</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> | T <sub>r</sub> |                |                                               |            |         |
| 09.00 | 1,7                   | 1,1             | 0,8            | 30,4                  | 31,8            | 30,1           | 50,3           | 306,7                                         | Selatan    | Cerah   |
| 10.00 | 1,6                   | 1               | 0,7            | 31,3                  | 31,9            | 31             | 44,8           | 359,6                                         | Selatan    | Cerah   |
| 11.00 | 1,5                   | 0,9             | 0,6            | 31,2                  | 32,7            | 30,7           | 50,4           | 280,5                                         | Barat      | Berawan |
| 12.00 | 1,2                   | 0,7             | 0,4            | 32,8                  | 34,5            | 32,6           | 42,8           | 399                                           | Barat      | Terik   |
| 13.00 | 1,4                   | 0,8             | 0,5            | 33,5                  | 35,7            | 33,7           | 45             | 348,2                                         | Barat      | Terik   |
| 14.00 | 1,1                   | 0,5             | 0,3            | 31,7                  | 32,5            | 31,8           | 49,1           | 334,2                                         | Selatan    | Berawan |
| 15.00 | 1,4                   | 0,8             | 0,5            | 32,4                  | 34,6            | 31,8           | 52,9           | 192,9                                         | Barat      | Hujan   |

Dapat dilihat pada tabel diatas nilai dari kecepatan angin sekitar paling tinggi mencapai 1,7 m/s dengan angin yang masuk melewati ventilasi mencapai 1,1 m/s dan angin yang masuk ke ruangan mencapai 0,8 m/s kecepatan angin yang tinggi ini terjadi pada jam 09.00 WIB. Sedangkan intensitas sinar matahari paling tinggi mencapai 399 W/m<sup>2</sup> dengan tingginya intensitas sinar matahari mempengaruhi nilai dari temperature dan kelembaban, dimana temperature sekitar mencapai 32,8 °C, temperature yang masuk mencapai 34,5 °C dan temperature yang ke ruangan mencapai 32,6 °C sedangkan kelembaban mencapai 42,8 %. Pada saat penelitian *geometri* ventilasi *horizontal* menghadap arah barat dan selatan.

Data hasil pengujian *geometri* ventilasi miring dapat dilihat pada tabel 4.3. Pengujian dilakukan setiap 15 menit sekali, dimulai dari jam 09.00 – 15.00. Tabel dibawah ini menunjukkan hasil dari rata-rata setiap jam yang dilakukan pada saat penelitian.

Tabel 4.3 Data hasil pengujian *geometri* ventilasi Miring pada tanggal 7 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 |                | Temperatur Angin (°C) |                 |                | Kelembaban (%) | Intensitas Sinar Matahari (W/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|----------------|-----------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | V <sub>r</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> | T <sub>r</sub> |                |                                               |            |         |
| 09.00 | 2,1                   | 1,1             | 0,8            | 31,4                  | 33,4            | 31,9           | 48,2           | 306,7                                         | Timur      | Cerah   |
| 10.00 | 1,2                   | 0,5             | 0,2            | 31,5                  | 33,5            | 32,8           | 39,6           | 359,6                                         | Timur      | Cerah   |
| 11.00 | 1,7                   | 0,8             | 0,5            | 31,4                  | 33,7            | 32,4           | 47,6           | 280,5                                         | Utara      | Berawan |
| 12.00 | 1,2                   | 0,6             | 0,3            | 32,7                  | 34,9            | 33,2           | 40,6           | 399                                           | Utara      | Terik   |
| 13.00 | 1,4                   | 0,6             | 0,3            | 33,5                  | 35,9            | 34,1           | 42,6           | 348,2                                         | Utara      | Terik   |
| 14.00 | 1,3                   | 0,7             | 0,4            | 31,9                  | 33,6            | 32,8           | 45             | 334,2                                         | Utara      | Berawan |
| 15.00 | 1,5                   | 0,8             | 0,5            | 32                    | 35,4            | 32,9           | 49,9           | 192,9                                         | Timur      | Hujan   |

Dapat dilihat pada tabel diatas bahwa kecepatan angin sekitar tertinggi mencapai 2,1 m/s dengan angin yang masuk ke ventilasi mencapai 1,1 m/s dan angin yang masuk ke ruangan mencapai 0,8 m/s, kecepatan angin yang tinggi terjadi pada jam 09.00 WIB. Sedangkan intensitas sinar matahari paling tinggi mencapai 399 W/m<sup>2</sup> dengan tingginya intensitas sinar matahari mempengaruhi nilai dari temperature dan kelembaban, dimana temperature sekitar mencapai 32,7 °C dengan temperature yang masuk mencapai 34,9 °C dan temperature yang ke ruangan mencapai 33,2 °C dengan kelembaban mencapai 40,6 %. Pada saat penelitian *geometri* ventilasi miring menghadap arah utara dan timur.

Data hasil pengujian *geometri* ventilasi lingkaran dapat dilihat pada tabel 4.3. Dimana pengujian dilakukan setiap 15 menit sekali, dimulai dari jam 09.00 – 15.00. Tabel dibawah ini merupakan hasil dari rata-rata setiap jam yang dilakukan pada saat penelitian.



Tabel 4.4 Data hasil pengujian *Geometri Ventilasi Lingkaran* pada tanggal 7 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 |                | Temperatur Angin (°C) |                 |                | Kelembaban (%) | Intensitas Sinar Matahari (W/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|----------------|-----------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | V <sub>r</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> | T <sub>r</sub> |                |                                               |            |         |
| 09.00 | 1,7                   | 0,6             | 0,3            | 31,5                  | 34,7            | 33,4           | 45,8           | 306,7                                         | Selatan    | Cerah   |
| 10.00 | 1,3                   | 0,5             | 0,2            | 31,2                  | 34,7            | 34,2           | 35,4           | 359,6                                         | Barat      | Cerah   |
| 11.00 | 1,2                   | 0,5             | 0,2            | 31,5                  | 34,7            | 33,7           | 45,1           | 280,5                                         | Barat      | Berawan |
| 12.00 | 1,1                   | 0,4             | 0,1            | 32,7                  | 35,1            | 33,6           | 30,7           | 399                                           | Selatan    | Terik   |
| 13.00 | 1,4                   | 0,6             | 0,3            | 33,8                  | 36,3            | 34,8           | 39,5           | 348,2                                         | Selatan    | Terik   |
| 14.00 | 1,2                   | 0,5             | 0,2            | 31,9                  | 33,8            | 33,3           | 43,2           | 334,2                                         | Barat      | Berawan |
| 15.00 | 1,5                   | 0,7             | 0,4            | 32,1                  | 36              | 34             | 46,2           | 192,9                                         | Barat      | Hujan   |

Dapat dilihat pada tabel diatas bahwa kecepatan angin tertinggi mencapai 1,7 m/s dengan angin yang masuk ke ventilasi mencapai 0,6 m/s dan angin yang masuk ke ruangan mencapai 0,3 m/s ini terjadi pada jam 09.00 WIB. Sedangkan intensitas sinar matahari paling tinggi mencapai 399 W/m<sup>2</sup> dengan tingginya intensitas sinar matahari mempengaruhi nilai dari temperature dan kelembaban, dimana temperature sekitar mencapai 32,7 °C dengan temperature yang masuk mencapai 35,1 °C dan temperature yang ke ruangan mencapai 33,6 °C dengan kelembaban mencapai 30,7 %. Pada saat penelitian dilakukan *geomteri* ventilasi lingkaran menghadap arah barat dan selatan. Tabel data berikutnya dapat dilihat pada lampiran.

## 4.2 Hasil Dan Pembahasan Dengan Metode *Experimental* Dan *Numerical*

Hasil dan pembahasan berfungsi untuk melihat efektifitas unjuk kerja dari masing-masing ventilasi yang digunakan pada penelitian ini. Untuk menghitung besar laju angin sekitar yang akan masuk melalui masing-masing ventilasi pada *wind catcher*, menghitung nilai ACH pada *wind catcher*, menghitung laju aliran volume angin yang masuk ke dalam ruangan, panjang maksimum ventilasi *single ventilation*, digunakan beberapa rumus yang telah dijelaskan pada bab 2 yang akan digunakan untuk menghitung data pada saat penelitian. Adapun perhitungan yang akan dilakukan pada penelitian ini ialah sebagai berikut yaitu:

### 4.2.1. Parameter yang digunakan dalam penelitian

Adapun parameter-parameter yang digunakan dalam penelitian ini demi memudahkan proses analisa pembahasan baik secara *experimental*, Berikut parameter yang digunakan adalah sebagai berikut:

Diketahui:

$Q$  = Laju aliran angin masuk ke dalam ruangan ( $m^3/s$ )

$A$  = Luas bukaan inlet  
 $= L \times W = 0,8 \text{ m} \times 0,8 \text{ m}$   
 $= (0,64 \text{ m}^2)$

$D_{h \text{ (rectangular)}}$  = Diameter *hydraulic* (*rectangular*) (m)  
 $= \frac{2ab}{a+b} = \frac{2 (0,8 \text{ m} \times 0,08 \text{ m})}{0,8 + 0,08} = 0,145 \text{ m}$

$D_{h \text{ (circular)}}$  = Diameter *hydraulic* (*circular*) (m)  
 $= \frac{4(\pi D^2 / 4)}{\pi D} = \frac{4(\pi \times 0,1^2 \text{ m} / 4)}{\pi \times 0,1 \text{ m}} = 0,1 \text{ m}$

$N$  = Jumlah *Air Change per Hour*

$V$  = Volume Ruangan ( $1,5 \text{ m}^3$ )

$V_{\text{surr}}$  = Kecepatan angin sekitar (m/s)

$V_{\text{wd}}$  = Kecepatan angin masuk ventilasi (m/s)

$V_{vent}$  = Laju aliran volume angin yang masuk melalui ventilasi ( $m^3/s$ )

$W$  = Lebar maksimum (m)

$C$  = Rasio luas bukaan (1,5 m)

$H$  = Tinggi ruangan (1 m)

#### 4.2.2. Analisa Pembahasan Data Hasil Penelitian Secara Experimental Yang Dilakukan

Adapun analisa data hasil penelitian yang dilakukan pada tiap-tiap jam dimulai dari jam 09.00 – 15.00 adalah sebagai berikut:

##### 1. Pengolahan data *geometri ventilasi horizontal* pada jam 09.00 WIB, yaitu:

##### a. Perhitungan laju aliran angin yang masuk ke dalam ruangan ( $m^3/s$ )

$$\begin{aligned}
 Q &= C_v \times A \times V_{sur} \\
 &= 0,25 \times 0,64 \text{ m}^2 \times 1,6 \text{ m/s} \\
 &= 0,25 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

##### b. Perhitungan mencari ACH

$$\begin{aligned}
 N &= 60 \times \frac{Q}{V} \\
 &= 60 \times \frac{0,25 \text{ m}^3/\text{s}}{1,5 \text{ m}^3}
 \end{aligned}$$

= 10 ACH (Jumlah pergantian angin segar yang masuk ke dalam ruangan pada setiap jamnya)



- c. Laju aliran volume angin melalui ventilasi *wind catcher* ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{vent}} &= \frac{v \cdot \text{ach} \cdot 1000}{3600} \\
 &= \frac{1,5 \text{ m}^3 \times 10 \text{ ach} \times 1000}{3600} \\
 &= 4,16 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

- d. Bilangan reynold

$$\begin{aligned}
 \text{Re} &= \frac{v \times D_h}{\nu} \\
 &= \frac{1,1 \text{ m/s} \times 0,145 \times 10^{-5} \text{ m}}{1,6205 \text{ m}^2/\text{s}} = 9842,6
 \end{aligned}$$

Jadi, jenis aliran angin yang masuk ke dalam *wind catcher* melalui ventilasi adalah jenis aliran transisi dikarenakan nilainya mencapai 9842,6.

Hasil dari perhitungan mencari nilai laju aliran angin yang masuk ke dalam ruangan, jumlah *air change per hour* (ACH), laju aliran volume angin melalui ventilasi *wind catcher* dan Panjang ruangan maksimum untuk ventilasi tunggal akan dibuat dalam bentuk table agar lebih memudahkan dalam menganalisa hasil yang didapat dapat dilihat pada table dibawah ini.

Table 4.5 Data hasil analisa *geometri* ventilasi *vertical* pada tanggal 7 Januari 2021

| Waktu | $Q_{\text{vent}}$<br>( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | Q<br>( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | ACH  | Re      |
|-------|------------------------------------------------|--------------------------------|------|---------|
| 09.00 | 4,16                                           | 0,25                           | 10   | 9848,1  |
| 10.00 | 3,6                                            | 0,22                           | 8,8  | 8053    |
| 11.00 | 4,5                                            | 0,27                           | 10,8 | 10712,3 |
| 12.00 | 2,83                                           | 0,17                           | 6,8  | 6180,7  |
| 13.00 | 3,6                                            | 0,22                           | 8,8  | 7887,5  |
| 14.00 | 3,16                                           | 0,19                           | 7,6  | 7137,5  |
| 15.00 | 3,16                                           | 0,19                           | 7,6  | 7946,6  |

Pada tabel diatas dapat dilihat nilai dari laju Laju aliran volume angin yang masuk melalui ventilasi yang paling tinggi terjadi pada jam 09.00 WIB dengan nilai mencapai 4,16 m<sup>3</sup>/s dengan nilai Laju aliran angin masuk ke dalam ruangan yang paling tinggi mencapai 0,27 m<sup>3</sup>/s, sedangkan nilai ACH paling tinggi mencapai 10,8 ACH yang terjadi pada jam 11.00 WIB sama halnya dengan bilangan *reynold* yang paling tinggi terjadi pada jam 11.00 WIB dengan nilai mencapai 10712,3.

Pada tabel 4.6 dibawah ini merupakan data hasil analisa *geometri* ventilasi *horizontal*, dan tabel dibawah ini merupakan hasil dari rata-rata setiap jam pada saat penelitian.

Table 4.6 Data hasil analisa *geometri* ventilasi *horizontal* pada tanggal 7 Januari 2021

| Waktu | Q <sub>vent</sub><br>(m <sup>3</sup> /s) | Q<br>(m <sup>3</sup> /s) | ACH  | Re     |
|-------|------------------------------------------|--------------------------|------|--------|
| 09.00 | 4,5                                      | 0,27                     | 10,8 | 9842,6 |
| 10.00 | 4,16                                     | 0,25                     | 10   | 8942,8 |
| 11.00 | 4                                        | 0,24                     | 9,6  | 8011   |
| 12.00 | 3,16                                     | 0,19                     | 7,6  | 6166,8 |
| 13.00 | 3,6                                      | 0,22                     | 8,8  | 6999,3 |
| 14.00 | 2,83                                     | 0,17                     | 6,8  | 4455,7 |
| 15.00 | 3,6                                      | 0,22                     | 8,8  | 7043,5 |

Pada tabel diatas dapat dilihat nilai dari laju Laju aliran volume angin yang masuk melalui ventilasi yang paling tinggi terjadi pada jam 10.00 WIB dengan nilai mencapai 4,16 m<sup>3</sup>/s dengan nilai Laju aliran angin masuk ke dalam ruangan yang paling tinggi mencapai 0,25 m<sup>3</sup>/s, sedamgkan nilai ACH paling tinggi mrncapai 10,8 ACH yang terjadi pada jam 09.00 WIB sama halnya dengan bilangan *reynold* paling tinggi terjadi pada jam 09.00 WIB dengan nilai mencapai 9842,6.

Pada tabel 4.7 dibawah ini merupakan data hasil analisa *wind catcher* menggunakan *geometri* ventilasi miring, dan tabel dibawah ini merupakan hasil dari rata-rata setiap jam pada saat penelitian.

Table 4.7 Data hasil analisa *geometri* ventilasi miring pada tanggal 7 Januari 2021

| Waktu | $Q_{vent}$<br>( $m^3/s$ ) | $Q$<br>( $m^3/s$ ) | ACH  | Re     |
|-------|---------------------------|--------------------|------|--------|
| 09.00 | 5,5                       | 0,33               | 13,2 | 9751,7 |
| 10.00 | 3,16                      | 0,19               | 7,6  | 4430,1 |
| 11.00 | 4,5                       | 0,27               | 10,8 | 7080   |
| 12.00 | 3,16                      | 0,19               | 7,6  | 5273,6 |
| 13.00 | 3,6                       | 0,22               | 8,8  | 5243,4 |
| 14.00 | 3,3                       | 0,2                | 8    | 6198,4 |
| 15.00 | 4                         | 0,24               | 9,6  | 7011,1 |

Pada tabel diatas dapat dilihat nilai dari laju Laju aliran volume angin yang masuk melalui ventilasi yang paling tinggi terjadi pada jam 11.00 WIB dengan nilai mencapai 4,5  $m^3/s$  dengan nilai Laju aliran angin masuk ke dalam ruangan yang paling tinggi mencapai 0,27  $m^3/s$ , sedamgkan nilai ACH paling tinggi mrncapai 13,2 ACH yang terjadi pada jam 09.00 WIB sama halnya dengan bilangan *reynold* yang paling tinggi terjadi pada jam 09.00 WIB dengan nilai mencapai 9751,7.

Pada tabel 4.8 dibawah ini merupakan data hasil analisa *wind catcher* menggunakan *geometri* ventilasi lingkaran, dan tabel dibawah ini merupakan hasil dari rata-rata setiap jam pada saat penelitian.



Table 4.8 Data hasil analisa *geometri* ventilasi lingkaran pada tanggal 7 Januari 2021

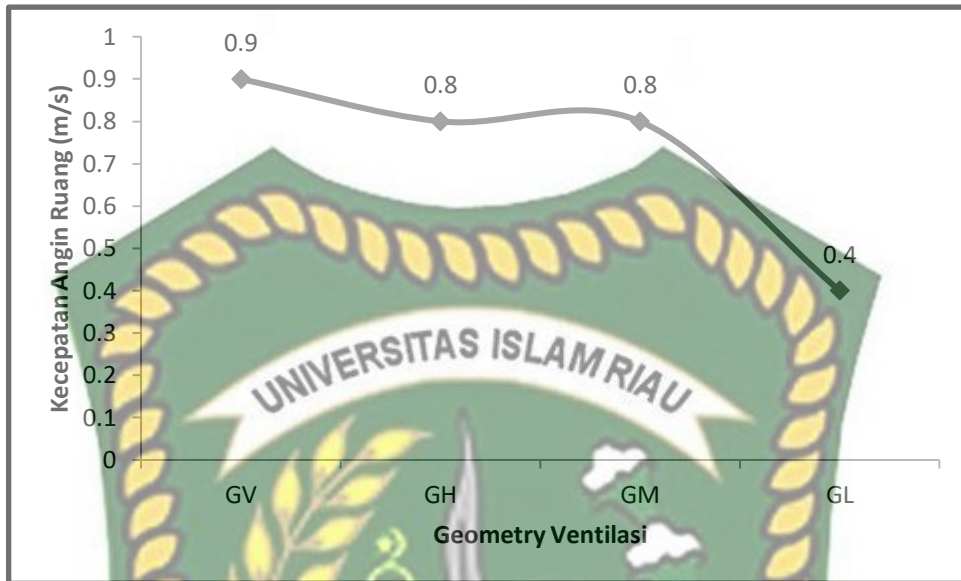
| Waktu | $Q_{vent}$<br>(m <sup>3</sup> /s) | Q<br>(m <sup>3</sup> /s) | ACH  | Re     |
|-------|-----------------------------------|--------------------------|------|--------|
| 09.00 | 4,5                               | 0,27                     | 10,8 | 3641,2 |
| 10.00 | 2,83                              | 0,17                     | 6,8  | 3034,3 |
| 11.00 | 2,67                              | 0,16                     | 6,4  | 3034,3 |
| 12.00 | 2,83                              | 0,17                     | 6,8  | 2412,6 |
| 13.00 | 3,6                               | 0,22                     | 8,8  | 3607,9 |
| 14.00 | 3,16                              | 0,19                     | 7,6  | 3050   |
| 15.00 | 4                                 | 0,24                     | 9,6  | 4216,3 |

Pada tabel diatas dapat dilihat nilai dari laju aliran volume angin yang masuk melalui ventilasi yang paling tinggi terjadi pada jam 09.00 WIB dengan nilai mencapai 4,5 m<sup>3</sup>/s dengan nilai Laju aliran angin masuk ke dalam ruangan yang paling tinggi mencapai 0,27 m<sup>3</sup>/s, sedangkan nilai ACH paling tinggi mrncapai 10,8 ACH yang terjadi pada jam 09.00 WIB. Tabel data hasil analisa lainnya dapat dilihat pada lampiran

#### 4.3 Grafik Dan Analisa Hasil Penelitian

Langkah-langkah berikutnya setelah dilakukan pengolahan data dari masing-masing ventilasi pada *wind catcher* ialah pembuatan grafik yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Pada grafik dibawah ini dibuat dalam 2 kelompok yaitu, *geomtery ventilasi vertiacal*, miring dan *geometry ventilasi horizontal* dan lingkaran.

1. Grafik Hubungan Kecepatan Angin Ruangan (m/s) Terhadap Geometry Ventilasi Penangkap Angin



Gambar 4.1 Grafik hubungan kecepatan angin ruangan terhadap *geometry* ventilasi penangkap angin

Dapat dilihat pada grafik diatas merupakan nilai dari kecepatan angin ruangan paling tinggi pada masing-masing ventilasi. Setiap ventilasi memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing untuk menangkap angin yang berada diluar penangkap angin. Dilihat pada line grafik diatas nilai kecepatan angin dari tinggi ke rendah, dimana GV (*geometry vertical*), GH (*geometry horizontal*), GM (*geometry miring*), GL (*geometry lingkaran*).

Dilihat pada ventilasi *geometry vertical* kecepatan angin ruangan paling tinggi mencapai 0,9 m/s dengan angin yang masuk melalui ventilasi yaitu mencapai 1,2 m/s yang terjadi pada jam 11.00 WIB, Sedangkan pada saat kecepatan angin ruangan rendah yaitu mencapai 0,4 m/s dengan angin yang masuk melalui ventilasi mencapai 0,7 m/s terjadi pada jam 12.00 WIB ventilasi *geometry vertical* adalah ventilasi yang terbaik digunakan untuk penangkap angin karena dapat menangkap angin lebih banyak dibanding *geometry* ventilasi lainnya.

Pada ventilasi *geometry horizontal* kecepatan angin ruangan paling tinggi mencapai 0,8 m/s dengan angin yang masuk melalui ventilasi yaitu mencapai 1,1 m/s yang terjadi pada jam 09.00 WIB, Sedangkan pada saat kecepatan angin ruangan rendah yaitu mencapai 0,3 m/s dengan angin yang masuk melalui ventilasi mencapai 0,5 m/s terjadi pada jam 14.00 WIB.

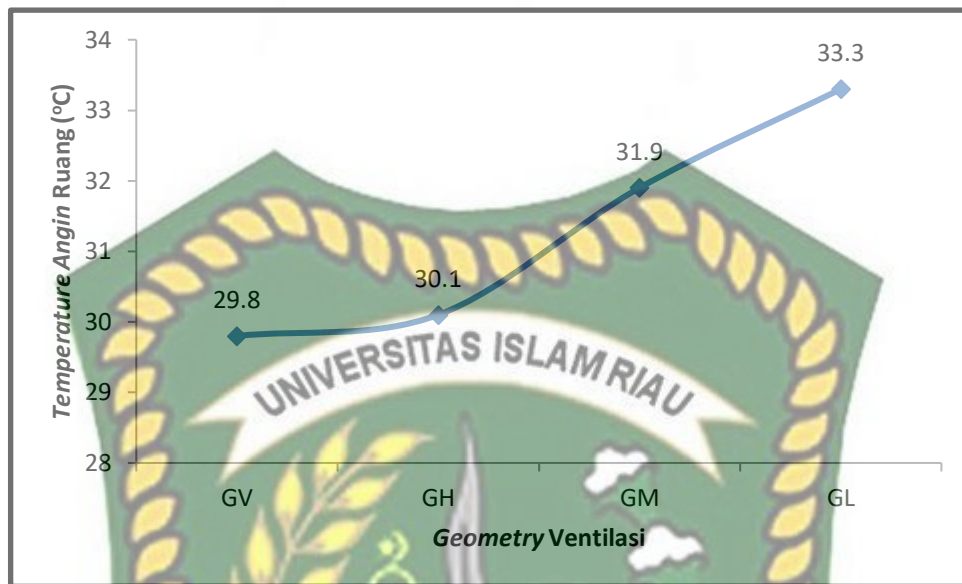
Selanjutnya ventilasi *geometry miring* kecepatan angin ruangan paling tinggi mencapai 0,8 m/s dengan angin yang masuk melalui ventilasi yaitu mencapai 1,1 m/s yang terjadi pada jam 09.00 WIB, Sedangkan pada saat kecepatan angin ruangan rendah yaitu mencapai 0,2 m/s dengan angin yang masuk melalui ventilasi mencapai 0,5 m/s terjadi pada jam 10.00 WIB ventilasi *geometry miring* adalah ventilasi yang biasanya digunakan pada penangkap angin modern, penangkap angin jenis ini mempunyai kelebihan yaitu menggunakan blower sebagai penghisap angin dan panel surya untuk pembangkit listriknya.

Terakhir adalah ventilasi *geometry lingkaran* kecepatan angin ruangan paling tinggi mencapai 0,4 m/s dengan angin yang masuk melalui ventilasi yaitu mencapai 0,7 m/s yang terjadi pada jam 15.00 WIB, Sedangkan pada saat kecepatan angin ruangan rendah yaitu mencapai 0,1 m/s dengan angin yang masuk melalui ventilasi mencapai 0,4 m/s terjadi pada jam 12.00 WIB. Penangkap angin ventilasi *geometry lingkaran* biasanya digunakan untuk pendamping bagi penangkap angin ventilasi lainnya, karena kemampuan untuk menangkap angin kurang bagus, hal ini diakibatkan banyaknya hambatan dan angin yang terbang pada saat angin masuk ke penangkap angin.

Dapat ditarik kesimpulan pada analisa diatas *geometry ventilasi vertical* adalah yang terbaik digunakan untuk penangkap angin, karena kemampuan *geometry ventilasi* jenis ini ialah dapat menangkap angin dengan jumlah yang banyak dan kurangnya hambatan yang terjadi pada saat angin masuk ke dalam ventilasi.



## 2. Grafik Hubungan Temperatur Ruang ( $^{\circ}\text{C}$ ) Terhadap Geometry Ventilasi Penangkap Angin



Gambar 4.2 Grafik hubungan *temperature* ruangan terhadap *geometry* ventilasi penangkap angin

Dapat dilihat pada grafik diatas merupakan nilai dari *temperature* ruangan pada masing-masing ventilasi. Setiap ventilasi memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing untuk menangkap angin yang berada diluar penangkap angin. Dilihat pada line grafik diatas nilai *temperature* angin dari rendah ke tinggi, dimana GV (*geometry vertical*), GH (*geometry horizontal*), GM (*geometry miring*), GL (*geometry lingkaran*).

Dilihat pada *geometry* ventilasi *vertical temperature* paling rendah yaitu 29,8  $^{\circ}\text{C}$  dengan angin yang masuk ke ruangan yaitu mencapai 0,8 m/s dengan intensitas matahari mencapai 306,7  $\text{W}/\text{m}^2$ . Sedangkan ketika *temperature* ruangan tinggi yaitu mencapai 33,6  $^{\circ}\text{C}$  dengan kecepatan angin yang masuk ke ruangan mencapai 0,6 m/s dengan intensitas sinar matahari 348,2  $\text{W}/\text{m}^2$ . Semakin tinggi intensitas sinar matahari maka *temperature* semakin tinggi walaupun kecepatan angin yang masuk ke ruangan tinggi.

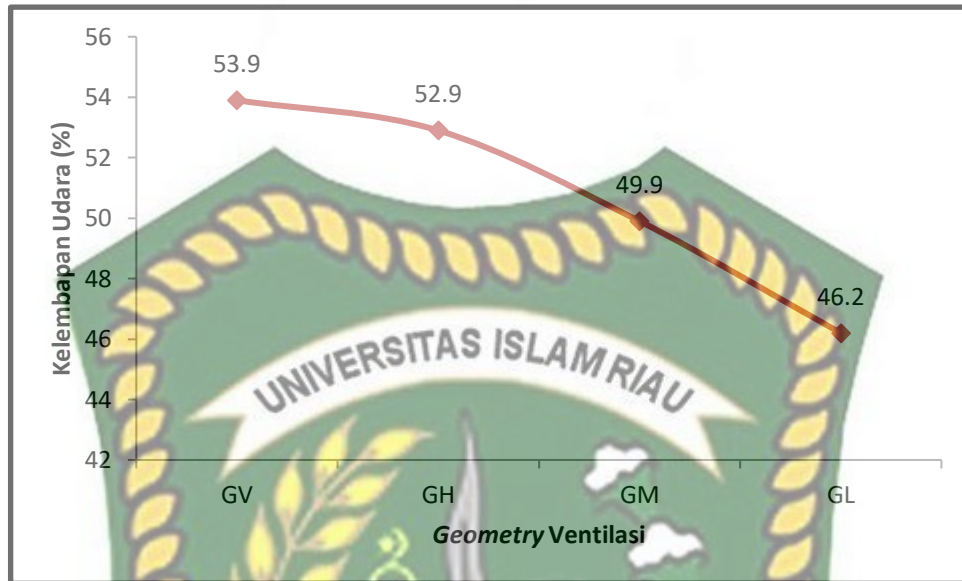
Pada *geometry* ventilasi *horizontal temperature* paling rendah yaitu 30,1 °C dengan angin yang masuk ke ruangan yaitu mencapai 0,8 m/s dengan intensitas matahari mencapai 306,7 W/m<sup>2</sup>. Sedangkan ketika *temperature* ruangan tinggi yaitu mencapai 33,7 °C dengan kecepatan angin yang masuk ke ruangan mencapai 0,5 m/s dengan intensitas sinar matahari 348,2 W/m<sup>2</sup>.

Pada *geometry* ventilasi *miring temperature* paling rendah yaitu 31,9 °C dengan angin yang masuk ke ruangan yaitu mencapai 0,8 m/s dengan intensitas matahari mencapai 306,7 W/m<sup>2</sup>. Sedangkan ketika *temperature* ruangan tinggi yaitu mencapai 34,1 °C dengan kecepatan angin yang masuk ke ruangan mencapai 0,3 m/s dengan intensitas sinar matahari 348,2 W/m<sup>2</sup>.

Pada *geometry* ventilasi *lingkaran temperature* paling rendah yaitu 33,3 °C dengan angin yang masuk ke ruangan yaitu mencapai 0,2 m/s dengan intensitas matahari mencapai 334,2 W/m<sup>2</sup>. Sedangkan ketika *temperature* ruangan tinggi yaitu mencapai 34,8 °C dengan kecepatan angin yang masuk ke ruangan mencapai 0,3 m/s dengan intensitas sinar matahari 348,2 W/m<sup>2</sup>.

Dapat ditarik kesimpulan dari analisa diatas semakin tinggi intensitas sinar matahari maka *temperature* ruangan akan semakin tinggi, sebaliknya jika intensitas sinar matahari rendah maka *temperature* ruangan akan kecil. Hal ini tidak terpengaruh apabila kecepatan angin yang masuk ke ruangan tinggi ataupun rendah.

### 3. Grafik Hubungan Kelembapan Udara Ruangan (%) Terhadap Geometry Ventilasi Penangkap Angin



Gambar 4.3 Grafik hubungan kelembapan udara ruangan terhadap geometry ventilasi penangkap angin

Dapat dilihat pada grafik diatas merupakan nilai dari kelembapan udara ruangan pada masing-masing ventilasi. Setiap ventilasi memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing untuk menangkap angin yang berada diluar penangkap angin. Dilihat pada line grafik diatas nilai kelembapan udara ruangan dari tinggi ke rendah, dimana GV (*geometry vertical*), GH (*geometry horizontal*), GM (*geometry miring*), GL (*geometry lingkaran*).

Pada *geometry ventilasi vertical* nilai kelembapan paling tinggi yaitu mencapai 53,9 % yang terjadi pada jam 15.00 WIB dengan intensitas sinar matahari mencapai  $192,9 \text{ W/m}^2$  sedangkan kelembapan udara paling rendah yaitu mencapai 43,7 % yang terjadi pada jam 12.00 WIB dengan intensitas sinar matahari mencapai  $399 \text{ W/m}^2$ .

Pada *geometry ventilasi horizontal* nilai kelembapan paling tinggi yaitu mencapai 52,9 % yang terjadi pada jam 15.00 WIB dengan intensitas sinar matahari mencapai  $192,9 \text{ W/m}^2$  sedangkan kelembapan udara paling rendah yaitu mencapai 42,8 % yang terjadi pada jam 12.00 WIB dengan intensitas sinar matahari mencapai  $399 \text{ W/m}^2$ .



Pada *geometry* ventilasi miring nilai kelembapan paling tinggi yaitu mencapai 49,9 % yang terjadi pada jam 15.00 WIB dengan intensitas sinar matahari mencapai 192,9 W/m<sup>2</sup> sedangkan kelembapan udara paling rendah yaitu mencapai 39,6 % yang terjadi pada jam 10.00 WIB dengan intensitas sinar matahari mencapai 359,6 W/m<sup>2</sup>.

Pada *geometry* ventilasi lingkaran nilai kelembapan paling tinggi yaitu mencapai 46,2 % yang terjadi pada jam 15.00 WIB dengan intensitas sinar matahari mencapai 192,9 W/m<sup>2</sup> sedangkan kelembapan udara paling rendah yaitu mencapai 30,7 % yang terjadi pada jam 12.00 WIB dengan intensitas sinar matahari mencapai 399 W/m<sup>2</sup>.

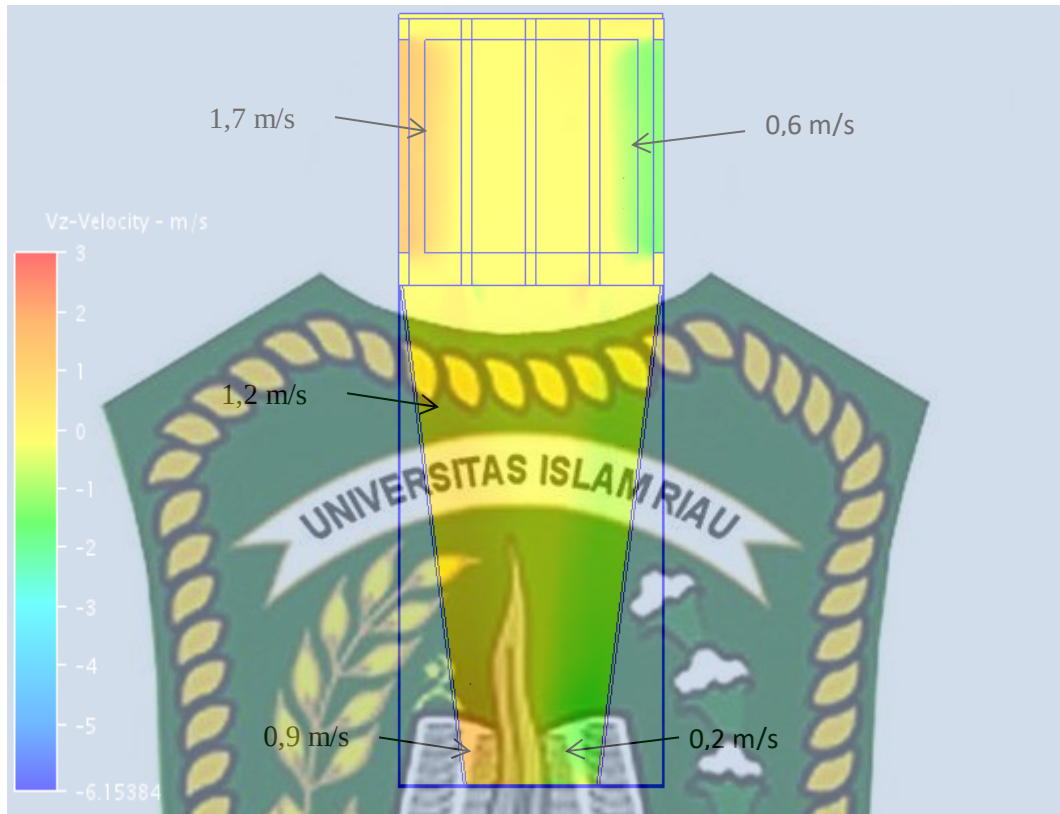
Dapat ditarik kesimpulan pada analisa diatas semakin tinggi intensitas sinar matahari maka kelembapan udara pun akan turun, sebaliknya jika intensitas sinar matahari rendah maka kelembapan udara akan tinggi.

#### **4.4 Analisa Pembahasan Data Hasil Penelitian Dengan Metode *Numerical* Menggunakan CFD**

Analisa penelitian yang dilaksanakan dengan menggunakan metode *numerical* untuk mengetahui jenis aliran yang terjadi pada saat angin sekitar masuk dari luar ke dalam ruangan baik jenis laminar, turbulen maupun transisi. Analisa dilakukan dengan mengambil data dari nilai rata-rata kecepatan angin dan temperature pada penelitian hari pertama. Adapun analisa data hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode *numerical* adalah ssebagai berikut:

- a. Analisa distribusi kecepatan pada ventilasi *vertical*.

Bentuk distribusi kecepatan angin pada *wind catcher* ventilasi *vertical* adalah sebagai berikut:



Gambar 4.4 Distribusi kecepatan angin ventilasi *vertical* pada *wind catcher*

Gambar diatas melihat kecepatan angin yang berasal dari ventilasi *vertical* atau *windward vertical*, dimana dimensi dari ventilasi *vertical* dapat dilihat pada gambar 3.12. Ventilasi *vertical* merupakan ventilasi yang terbaik digunakan pada *wind catcher* karena pada saat melakukan penelitian ventilasi *vertical* menangkap angin secara baik dengan volume udara yang tinggi dibandingkan dengan ventiasli lainnya. Dilihat pada gambar diatas tiap bagian memiliki distribusi kecepatan yang berbeda, yang terlihat pada indicator warna pada *wind catcher* yang menandakan perbedaan kecepatan angin.

Indicator warna orange menandakan angin yang paling tinggi masuk melalui *windward* dengan nilai 1,7 m/s, pada saat angin masuk terjadi penurunan kecepatan angin yang disebabkan terpecahnya angin tersebut yang mempengaruhi angin berkurang mencapai 1,2 m/s saat mengukur angin pada badan *wind catcher* dengan indicator warna orange, semakin kebawah angin semakin menurun dikarenakan adanya jarak yang ditandai dengan indicator warna orange dengan nilai 0,9 m/s. *Wind catcher* didesign dengan permukaan *divergen* masuknya angin menuju permukaan *convergen* untuk meningkatkan kecepatan angin masuk kedalam ruangan.

Dapat disimpulkan bahwa semakin menjauhi *windward* distribusi kecepatan angin semakin mengecil hal ini diatasi menggunakan prinsip bernoulli dengan mendisain tempat laluan aliran angin dari *convergen to divergen*, artinya permukaan *windward* yang besar menuju ruangan dengan permukaan yang lebih kecil untuk membantu mempercepat aliran angin. Angin tidak dapat masuk seluruhnya disebabkan jarak dari ventilasi masuk dan tempat masuknya angin ke ruangan, dan terdapat gesekan antara udara karena perbedaan tekanan udara.





## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari data pengujian dan analisa perhitungan yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya. Maka dapat ditarik kesimpulan mengenai pengaruh *geometri* ventilasi *wind catcher*, antara lain yaitu:

1. Pada penelitian ini *geometri* ventilasi *wind catcher* sangat berpengaruh pada masuknya angin ke dalam ruangan, dari beberapa jenis ventilasi yang ada, seperti ventilasi *vertical*, ventilasi *horizontal*, ventilasi miring dan ventilasi lingkaran. Ventilasi *vertical* menjadi ventilasi yang terbaik digunakan, dikarenakan angin yang masuk lebih banyak dari pada ventilasi yang lain dan hal ini mempengaruhi *temperature* dan kelembaban angin.
2. Pada saat penelitian kecepatan angin, *temperature* dan kelembaban yang dihasilkan berbeda-beda pada setiap ventilasi, dari keempat jenis ventilasi yang ada, ventilasi *vertical* lah yang sangat efisien penggunaanya dengan kecepatan angin paling tinggi mencapai 1,2 m/s angin yang masuk melalui *windward*, dan angin yang masuk keruangan mencapai 0,9 m/s. dengan temperatur *windward* 32,2 °C dan temperatur ruangan mencapai 30 °C. Dengan kelembaban mencapai 52,4%.
3. Faktor yang mempengaruhi distribusi angin pada *wind catcher* adalah cuaca yang terus mengalami perubahan pada tiap jamnya menyebabkan kecepatan angin, temperatur, kelembaban dan intensitas cahaya matahari menjadi tidak stabil, kecepatan angin juga berkaitan dengan cuaca karena pada saat mendung akan terjadi hujan membuat kecepatan angin menjadi lebih kencang. angin yang terlalu laju tidak baik bagi alat *wind catcher* karena dapat meyebabkan alat tumbang apabila pondasi tidak kokoh.

## 5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disarankan bahwa alat *wind catcher* dapat menggunakan material yang lebih baik lagi seperti batu bata, ini berguna untuk kinerja dari wind catcher supaya lebih optimal, batu bata memiliki konduktifitas thermal yang rendah yang sangat menguntungkan bila digunakan, batu bata dapat mengisolasi angin lebih baik lagi.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] 王露阳, “Экономика Региона,” *Civ. Eng. Res. J.*, no. August, p. 32, 2012.
- [2] P. Nejat, J. K. Calautit, M. Z. A. Majid, B. R. Hughes, I. Zeynali, and F. Jomehzadeh, “Evaluation of a two-sided windcatcher integrated with wing wall (as a new design) and comparison with a conventional windcatcher,” *Energy Build.*, vol. 126, pp. 287–300, 2016, doi: 10.1016/j.enbuild.2016.05.025.
- [3] R. Syahyuniar, Y. Ningsih, and R. D. Kurniawan, “Perancangan Sistem Kerja Simulator Ac (Air Conditioner) Mobil,” *J. Elem.*, vol. 5, no. 1, p. 20, 2018, doi: 10.34128/je.v5i1.71.
- [4] Bahadori, “An improved design of wind towers for natural ventilation and passive cooling,” p. 434, 1985.
- [5] McCarthy, “Consulting Engineers, Ahmadinezhad (translator), ‘Wind Towers’. Proceeding of Passive and Low Energy Cooling in Buildings Conference,” *Consult. Eng. Ahmadinezhad (translator), “Wind Towers”. Proceeding Passiv. Low Energy Cool. Build. Conf.*, p. 433, 2005.
- [6] Mahmoudi, “Wind Catcher: The Symbol of Iranian Architecture,” *Wind Catcher Symb. Iran. Archit.*, p. 433, 2007.
- [7] Roaf, “Wind Catchers: Living With the Desert,” *Civ. Eng. Res. J.*, p. 434, 1982.
- [8] S. Abdolhamidi, “Teknologi kuno yang menangkap angin untuk menyejukkan udara,” 2018.
- [9] B. A. Maleki, “IJTPE Journal WIND CATCHER: PASSIVE AND LOW ENERGY COOLING SYSTEM IN IRANIAN VERNACULAR ARCHITECTURE,” *Int. J. "Technical Phys. Probl. Eng. Issue*, vol. 8, no. September, pp. 130–137, 2011, [Online]. Available: www.iotpe.com.
- [10] N. Benkari, I. Fazil, and A. Husain, “Design and performance comparison of two patterns of wind-catcher for a semi-enclosed courtyard,” *Int. J.*



*Mech. Eng. Robot. Res.*, vol. 6, no. 5, pp. 396–400, 2017, doi: 10.18178/ijmerr.6.5.396-400.

- [11] M. A. Hasyim, Y. Firzal, M. D. Susilawaty, P. Arsitektur, F. Teknik, and U. Riau, “PENERAPAN PRINSIP PASSIVE COOLING PADA UMKM SHOPPING,” 2020.
- [12] F. & Sukisyanto, “pendinginan pasif,” 2007.
- [13] M. Dehnavi, M. H. Ghadiri, H. Mohammadi, and H. Ghadiri, “Study of Wind Catchers with square plan: Influence of physical parameters,” *Int. J. Mod. Eng. Res.*, vol. 2, no. 1, pp. 559–564, 2012.



## Lampiran

Tabel 1 Data hasil pengujian Ventilasi Vertikal pada tanggal 5 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 1,3                   | 0,9             | 32,2                  | 32,2            | 50,5             | 272,7                                          | Utara      | Berawan |
| 10.00 | 1,7                   | 1,1             | 31,4                  | 32,4            | 45,6             | 352,2                                          | Utara      | Cerah   |
| 11.00 | 2,1                   | 1,4             | 32,5                  | 32,6            | 38,6             | 418,1                                          | Timur      | Terik   |
| 12.00 | 1,5                   | 1               | 32,9                  | 34,7            | 39,2             | 487,7                                          | Utara      | Terik   |
| 13.00 | 1,5                   | 1               | 34,3                  | 35,7            | 38,3             | 399,2                                          | Utara      | Cerah   |
| 14.00 | 1,5                   | 1               | 34,3                  | 34,5            | 28,9             | 794,1                                          | Utara      | Panas   |
| 15.00 | 1,9                   | 1,4             | 34,3                  | 35,6            | 37               | 549,6                                          | Timur      | Panas   |

Tabel 2 Data hasil pengujian Ventilasi Horizontal pada tanggal 5 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 1,3                   | 0,8             | 34,1                  | 33,6            | 49,5             | 272,7                                          | Barat      | Berawan |
| 10.00 | 1,6                   | 1               | 31,4                  | 32,6            | 44,7             | 352,2                                          | Barat      | Cerah   |
| 11.00 | 1,9                   | 1,3             | 32,4                  | 32,9            | 37,9             | 418,1                                          | Selatan    | Terik   |
| 12.00 | 1,3                   | 0,8             | 33,1                  | 35,1            | 38,2             | 487,7                                          | Selatan    | Terik   |
| 13.00 | 1,4                   | 0,8             | 34,2                  | 36              | 37,3             | 399,2                                          | Barat      | Cerah   |
| 14.00 | 1,3                   | 0,7             | 34,3                  | 36              | 28,5             | 794,1                                          | Barat      | Panas   |
| 15.00 | 1,6                   | 1               | 34,3                  | 36              | 36               | 549,6                                          | Selatan    | Panas   |

Tabel 3 Data hasil pengujian Ventilasi Miring pada tanggal 5 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 1,3                   | 0,9             | 33,8                  | 35,6            | 46,2             | 272,7                                          | Utara      | Berawan |
| 10.00 | 1,5                   | 0,6             | 31,4                  | 33,6            | 44,2             | 352,2                                          | Utara      | Cerah   |
| 11.00 | 2,1                   | 0,7             | 32,4                  | 34              | 36,8             | 418,1                                          | Utara      | Terik   |
| 12.00 | 1,6                   | 1               | 33,2                  | 35,5            | 32               | 487,7                                          | Utara      | Terik   |
| 13.00 | 1,5                   | 0,7             | 34,4                  | 36,7            | 35,2             | 399,2                                          | Utara      | Cerah   |
| 14.00 | 1,6                   | 0,8             | 34,4                  | 36,6            | 28               | 794,1                                          | Selatan    | Panas   |
| 15.00 | 1,9                   | 0,7             | 35,3                  | 37              | 30,6             | 549,6                                          | Selatan    | Panas   |

Tabel 4 Data hasil pengujian Ventilasi lingkaran pada tanggal 5 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 1,3                   | 0,8             | 32,6                  | 34,3            | 45,8             | 272,7                                          | Barat      | Berawan |
| 10.00 | 1,9                   | 0,5             | 31,4                  | 34,7            | 44               | 352,2                                          | Barat      | Cerah   |
| 11.00 | 1,2                   | 0,4             | 32,5                  | 34,2            | 36,2             | 418,1                                          | Barat      | Terik   |
| 12.00 | 1,6                   | 0,7             | 33,2                  | 35,9            | 31,4             | 487,7                                          | Selatan    | Terik   |
| 13.00 | 1,4                   | 0,7             | 34,5                  | 37              | 34,7             | 399,2                                          | Selatan    | Cerah   |
| 14.00 | 1,6                   | 0,7             | 34,5                  | 38,6            | 20,3             | 794,1                                          | Selatan    | Panas   |
| 15.00 | 1,6                   | 0,8             | 34,3                  | 37,8            | 28,9             | 549,6                                          | Barat      | Panas   |

Tabel 5 Data hasil pengujian Ventilasi *Vertikal* pada tanggal 6 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 1,4                   | 1               | 29,5                  | 30,9            | 55,4             | 212,3                                          | Utara      | Berawan |
| 10.00 | 2,6                   | 2,1             | 32                    | 34,5            | 49,1             | 531,1                                          | Utara      | Terik   |
| 11.00 | -                     | -               | -                     | -               | -                | -                                              | -          | -       |
| 12.00 | 2,1                   | 1,4             | 31,1                  | 32,2            | 51,7             | 235,6                                          | Utara      | Berawan |
| 13.00 | 3,7                   | 3,1             | 30,3                  | 31,8            | 57,1             | 241,5                                          | Timur      | Berawan |
| 14.00 | 2,1                   | 1,6             | 34,5                  | 36,1            | 36,9             | 525,1                                          | Timur      | Panas   |
| 15.00 | 2,4                   | 1,8             | 33,1                  | 34,6            | 49,8             | 352,6                                          | Utara      | Cerah   |

Tabel 6 Data hasil pengujian Ventilasi *Horizontal* pada tanggal 6 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 1,3                   | 0,6             | 29,8                  | 31,5            | 54,1             | 212,3                                          | Barat      | Berawan |
| 10.00 | 2,1                   | 1,5             | 32,3                  | 35              | 46,8             | 531,1                                          | Barat      | Terik   |
| 11.00 | -                     | -               | -                     | -               | -                | -                                              | Barat      | -       |
| 12.00 | 2,1                   | 1,3             | 31,1                  | 32,9            | 50,9             | 235,6                                          | Selatan    | Berawan |
| 13.00 | 4                     | 3,2             | 30,5                  | 31,3            | 58,4             | 241,5                                          | Selatan    | Berawan |
| 14.00 | 1,8                   | 1,1             | 34,7                  | 36,9            | 33,9             | 525,1                                          | Selatan    | Panas   |
| 15.00 | 2                     | 1,2             | 33,2                  | 35              | 45,9             | 352,6                                          | Barat      | Cerah   |



Tabel 7 Data hasil pengujian Ventilasi Miring pada tanggal 6 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 1,5                   | 0,8             | 29,6                  | 32,1            | 52,8             | 212,3                                          | Utara      | Berawan |
| 10.00 | 2                     | 1,3             | 32,4                  | 35,7            | 45,2             | 531,1                                          | Timur      | Terik   |
| 11.00 | -                     | -               | -                     | -               | -                | -                                              | -          | -       |
| 12.00 | 2,2                   | 1,1             | 30,9                  | 33,4            | 49,2             | 235,6                                          | Timur      | Berawan |
| 13.00 | 3,8                   | 2,8             | 30,3                  | 32,4            | 55,9             | 241,5                                          | Timur      | Berawan |
| 14.00 | 1,8                   | 0,9             | 34,6                  | 37,6            | 28,8             | 525,1                                          | Utara      | Panas   |
| 15.00 | 1,8                   | 0,8             | 33,2                  | 35,6            | 41,9             | 352,6                                          | Utara      | Cerah   |

Tabel 8 Data hasil pengujian Ventilasi Lingkaran pada tanggal 6 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 1,4                   | 0,5             | 29,6                  | 33,6            | 50,1             | 212,3                                          | Selatan    | Berawan |
| 10.00 | 2,1                   | 1               | 33,3                  | 36,1            | 43,9             | 531,1                                          | Barat      | Terik   |
| 11.00 | -                     | -               | -                     | -               | -                | -                                              | -          | -       |
| 12.00 | 2                     | 1               | 31                    | 33,8            | 46,7             | 235,6                                          | Barat      | Berawan |
| 13.00 | 3,3                   | 1,6             | 30,1                  | 33              | 48,9             | 241,5                                          | Selatan    | Berawan |
| 14.00 | 2                     | 0,7             | 34,4                  | 38,3            | 24,5             | 525,1                                          | Barat      | Panas   |
| 15.00 | 2,1                   | 0,4             | 32,5                  | 35,3            | 32,4             | 352,6                                          | Barat      | Cerah   |

Tabel 9 Data hasil pengujian Ventilasi *Vertical* pada tanggal 7 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 1,6                   | 1,1             | 30,3                  | 31,7            | 56               | 306,7                                          | Utara      | Cerah   |
| 10.00 | 1,4                   | 0,9             | 31,4                  | 31,8            | 45,3             | 359,6                                          | Timur      | Cerah   |
| 11.00 | 1,7                   | 1,2             | 31,1                  | 32,2            | 56,4             | 280,5                                          | Utara      | Berawan |
| 12.00 | 1,1                   | 0,7             | 32,7                  | 34,1            | 45,7             | 399                                            | Utara      | Terik   |
| 13.00 | 1,4                   | 0,9             | 33,8                  | 35,4            | 46,8             | 348,2                                          | Timur      | Terik   |
| 14.00 | 1,2                   | 0,7             | 31,9                  | 32,3            | 56               | 334,2                                          | Utara      | Berawan |
| 15.00 | 1,2                   | 0,7             | 32,3                  | 34,1            | 44               | 192,9                                          | Timur      | Hujan   |

Tabel 10 Data hasil pengujian Ventilasi *Horizontal* pada tanggal 7 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 1,7                   | 1,1             | 30,3                  | 32,4            | 55,3             | 306,7                                          | Selatan    | Cerah   |
| 10.00 | 1,6                   | 1               | 31,4                  | 32,4            | 44,8             | 359,6                                          | Selatan    | Cerah   |
| 11.00 | 1,5                   | 1               | 31,2                  | 32,7            | 55,6             | 280,5                                          | Barat      | Berawan |
| 12.00 | 1,2                   | 0,7             | 32,7                  | 34,5            | 44,7             | 399                                            | Barat      | Terik   |
| 13.00 | 1,4                   | 0,8             | 33,8                  | 35,7            | 46,1             | 348,2                                          | Barat      | Terik   |
| 14.00 | 1,1                   | 0,5             | 31,9                  | 33,3            | 54,4             | 334,2                                          | Selatan    | Berawan |
| 15.00 | 1,4                   | 0,8             | 32,3                  | 34,6            | 43               | 192,9                                          | Barat      | Hujan   |

Tabel 11 Data hasil pengujian Ventilasi *Miring* pada tanggal 7 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 2,1                   | 1,1             | 31,4                  | 33,9            | 49,2             | 306,7                                          | Timur      | Cerah   |
| 10.00 | 1,2                   | 0,5             | 31,5                  | 33,4            | 46,6             | 359,6                                          | Timur      | Cerah   |
| 11.00 | 1,7                   | 0,8             | 31,4                  | 33,7            | 47,6             | 280,5                                          | Utara      | Berawan |
| 12.00 | 1,2                   | 0,6             | 32,7                  | 34,9            | 43,6             | 399                                            | Utara      | Terik   |
| 13.00 | 1,4                   | 0,6             | 33,5                  | 35,9            | 43,3             | 348,2                                          | Utara      | Terik   |
| 14.00 | 1,3                   | 0,7             | 31,9                  | 33,6            | 53,5             | 334,2                                          | Utara      | Berawan |
| 15.00 | 1,5                   | 0,8             | 32                    | 35,4            | 40,9             | 192,9                                          | Timur      | Hujan   |

Tabel 12 Data hasil pengujian Ventilasi *Lingkar* pada tanggal 7 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 1,7                   | 0,6             | 31,5                  | 34,7            | 48,8             | 306,7                                          | Selatan    | Cerah   |
| 10.00 | 1,1                   | 0,4             | 31,2                  | 34,7            | 47,4             | 359,6                                          | Barat      | Cerah   |
| 11.00 | 1                     | 0,2             | 31,5                  | 34,7            | 47,1             | 280,5                                          | Barat      | Berawan |
| 12.00 | 1,1                   | 0,3             | 32,7                  | 35,1            | 30,7             | 399                                            | Selatan    | Terik   |
| 13.00 | 1,4                   | 0,6             | 33,8                  | 36,3            | 42,5             | 348,2                                          | Selatan    | Terik   |
| 14.00 | 1,2                   | 0,5             | 31,9                  | 33,8            | 51               | 334,2                                          | Barat      | Berawan |
| 15.00 | 1,5                   | 0,5             | 32,1                  | 36              | 42,9             | 192,9                                          | Barat      | Hujan   |

Tabel 13 Data hasil pengujian Ventilasi *Vertical* pada tanggal 8 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 1,5                   | 1               | 29,6                  | 32              | 62,4             | 306,3                                          | Utara      | Cerah   |
| 10.00 | 1,9                   | 1,4             | 31,1                  | 32,7            | 51,3             | 253,6                                          | Utara      | Berawan |
| 11.00 | -                     | -               | -                     | -               | -                | -                                              | -          | -       |
| 12.00 | 2,1                   | 1,4             | 31,1                  | 32,2            | 51,7             | 235,6                                          | Timur      | Berawan |
| 13.00 | 3,7                   | 3,1             | 30,3                  | 32,2            | 52,9             | 241,5                                          | Utara      | Mendung |
| 14.00 | 2,1                   | 1,6             | 34,5                  | 36,1            | 36,9             | 525,1                                          | Utara      | Panas   |
| 15.00 | 2,4                   | 1,8             | 33,1                  | 35,1            | 36,8             | 352,6                                          | Timur      | Cerah   |

Tabel 14 Data hasil pengujian Ventilasi *Horizontal* pada tanggal 8 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 1,4                   | 0,8             | 29,7                  | 32,4            | 60,1             | 306,3                                          | Selatan    | Cerah   |
| 10.00 | 1,7                   | 1,1             | 31,1                  | 33,3            | 50,7             | 253,6                                          | Selatan    | Berawan |
| 11.00 | -                     | -               | -                     | -               | -                | -                                              | -          | -       |
| 12.00 | 1,8                   | 1,1             | 31,1                  | 32,5            | 50,7             | 235,6                                          | Barat      | Berawan |
| 13.00 | 3,2                   | 2,6             | 30,3                  | 32,4            | 51,7             | 241,5                                          | Barat      | Mendung |
| 14.00 | 1,9                   | 1,3             | 34,6                  | 36,4            | 36,3             | 525,1                                          | Barat      | Panas   |
| 15.00 | 2,1                   | 1,5             | 33,2                  | 35,3            | 36,2             | 352,6                                          | Selatan    | Cerah   |

Tabel 15 Data hasil pengujian ventilasi Miring pada tanggal 8 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 1,9                   | 0,9             | 31,3                  | 33,1            | 53,7             | 306,3                                          | Utara      | Cerah   |
| 10.00 | 2,4                   | 1,5             | 32,9                  | 34,2            | 48,6             | 253,6                                          | Utara      | Berawan |
| 11.00 | -                     | -               | -                     | -               | -                | -                                              | -          | -       |
| 12.00 | 2                     | 1,3             | 31,2                  | 33,6            | 50,8             | 235,6                                          | Utara      | Berawan |
| 13.00 | 3,6                   | 3               | 30,3                  | 32,8            | 50,7             | 241,5                                          | Timur      | Mendung |
| 14.00 | 2                     | 1,1             | 34,5                  | 37,3            | 34,3             | 525,1                                          | Utara      | Panas   |
| 15.00 | 2,2                   | 1,5             | 33                    | 36,2            | 35,4             | 352,6                                          | Timur      | Cerah   |



Tabel 16 Data hasil pengujian ventilasi Lingkaran pada tanggal 8 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 1,8                   | 0,6             | 31,8                  | 33,5            | 50,9             | 306,3                                          | Barat      | Cerah   |
| 10.00 | 1,7                   | 0,7             | 32,6                  | 34,4            | 47,7             | 253,6                                          | Barat      | Berawan |
| 11.00 | -                     | -               | -                     | -               | -                | -                                              | -          | -       |
| 12.00 | 1,9                   | 1               | 31,3                  | 34              | 47,6             | 235,6                                          | Selatan    | Berawan |
| 13.00 | 3,2                   | 2,5             | 30,1                  | 33,2            | 47,3             | 241,5                                          | Selatan    | Mendung |
| 14.00 | 1,8                   | 1,1             | 35                    | 38,2            | 24,7             | 525,1                                          | Selatan    | Panas   |
| 15.00 | 2,2                   | 1,5             | 3,3                   | 36,5            | 34,2             | 352,6                                          | Barat      | Cerah   |

Tabel 17 Data hasil pengujian ventilasi Vertical pada tanggal 13 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 1,5                   | 1,1             | 29,5                  | 32,3            | 61               | 261,8                                          | Utara      | Berawan |
| 10.00 | 1,6                   | 1,1             | 30,9                  | 31,4            | 51,7             | 336,1                                          | Timur      | Cerah   |
| 11.00 | 1,5                   | 1               | 31,2                  | 31,8            | 50,1             | 328,1                                          | Timur      | Cerah   |
| 12.00 | 1,7                   | 1,1             | 30,9                  | 33,1            | 50,4             | 213,4                                          | Timur      | Berawan |
| 13.00 | 1,7                   | 1,5             | 29,5                  | 32,4            | 53,2             | 171,3                                          | Utara      | Berawan |
| 14.00 | -                     | -               | -                     | -               | -                | -                                              | -          | -       |
| 15.00 | -                     | -               | -                     | -               | -                | -                                              | -          | -       |

Tabel 18 Data hasil pengujian ventilasi Horizontal pada tanggal 13 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 1,5                   | 0,6             | 29,6                  | 32,6            | 58,8             | 261,8                                          | Barat      | Berawan |
| 10.00 | 1,7                   | 1,1             | 31                    | 31,6            | 50,2             | 336,1                                          | Selatan    | Cerah   |
| 11.00 | 1,4                   | 0,9             | 31,4                  | 32,1            | 49,7             | 328,1                                          | Barat      | Cerah   |
| 12.00 | 1,9                   | 1,4             | 31                    | 33,3            | 50,4             | 213,4                                          | Barat      | Berawan |
| 13.00 | 2                     | 1,4             | 29,5                  | 32,8            | 52               | 171,3                                          | Selatan    | Berawan |
| 14.00 | -                     | -               | -                     | -               | -                | -                                              | -          | -       |
| 15.00 | -                     | -               | -                     | -               | -                | -                                              | -          | -       |

Tabel 19 Data hasil pengujian ventilasi Miring pada tanggal 13 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 1,5                   | 0,8             | 29,5                  | 32,3            | 52,3             | 261,8                                          | Timur      | Berawan |
| 10.00 | 1,9                   | 1               | 30,9                  | 33,2            | 49,3             | 336,1                                          | Timur      | Cerah   |
| 11.00 | 1,3                   | 0,7             | 31                    | 33,1            | 49,1             | 328,1                                          | Utara      | Cerah   |
| 12.00 | 1,4                   | 0,8             | 30,9                  | 33,2            | 49,4             | 213,4                                          | Utara      | Berawan |
| 13.00 | 1,9                   | 1,3             | 29,7                  | 33,2            | 50,9             | 171,3                                          | Utara      | Berawan |
| 14.00 | -                     | -               | -                     | -               | -                | -                                              | -          | -       |
| 15.00 | -                     | -               | -                     | -               | -                | -                                              | -          | -       |

Tabel 20 Data hasil pengujian ventilasi Lingkaran pada tanggal 13 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 1,4                   | 0,7             | 29,5                  | 32,5            | 59,1             | 261,8                                          | Barat      | Berawan |
| 10.00 | 1,4                   | 0,6             | 30,4                  | 33,4            | 48,7             | 336,1                                          | Selatan    | Cerah   |
| 11.00 | 1,2                   | 0,5             | 31,3                  | 34,5            | 45,2             | 328,1                                          | Barat      | Cerah   |
| 12.00 | 1,4                   | 0,6             | 30,8                  | 34,2            | 47,5             | 213,4                                          | Barat      | Berawan |
| 13.00 | 1,9                   | 1,1             | 29,7                  | 34,4            | 49,5             | 171,3                                          | Selatan    | Berawan |
| 14.00 | -                     | -               | -                     | -               | -                | -                                              | -          | -       |
| 15.00 | -                     | -               | -                     | -               | -                | -                                              | -          | -       |

Tabel 21 Data hasil pengujian ventilasi Vertikal pada tanggal 14 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 1                     | 0,6             | 27,3                  | 30,8            | 59,5             | 250,7                                          | Utara      | Berawan |
| 10.00 | 1,9                   | 1,4             | 30,2                  | 31,6            | 56,4             | 272,3                                          | Timur      | Berawan |
| 11.00 | 1,5                   | 1               | 30,3                  | 37,5            | 50,2             | 306,1                                          | Timur      | Cerah   |
| 12.00 | 1,3                   | 0,9             | 29,9                  | 37,9            | 52,1             | 296,7                                          | Utara      | Berawan |
| 13.00 | 1,4                   | 1               | 30,3                  | 35,4            | 56,6             | 249,4                                          | Utara      | Berawan |
| 14.00 | 1,3                   | 0,9             | 31,6                  | 36,3            | 55,3             | 259,7                                          | Timur      | Berawan |
| 15.00 | 1,7                   | 1,1             | 32,1                  | 36,9            | 55,2             | 285,1                                          | Utara      | Berawan |

Tabel 22 Data hasil pengujian ventilasi Horizontal pada tanggal 14 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 1                     | 0,5             | 27,2                  | 30,9            | 58,2             | 250,7                                          | Selatan    | Berawan |
| 10.00 | 1,9                   | 1,4             | 30,2                  | 31,8            | 50,9             | 272,3                                          | Barat      | Berawan |
| 11.00 | 1,4                   | 0,8             | 30,3                  | 37,6            | 49,6             | 306,1                                          | Barat      | Cerah   |
| 12.00 | 1,1                   | 0,6             | 29,9                  | 38              | 51,7             | 296,7                                          | Selatan    | Berawan |
| 13.00 | 1,2                   | 0,7             | 30,1                  | 35,5            | 55,8             | 249,4                                          | Selatan    | Berawan |
| 14.00 | 1,2                   | 0,4             | 31,5                  | 36,4            | 54,3             | 259,7                                          | Barat      | Berawan |
| 15.00 | 1,5                   | 1               | 31,8                  | 37,1            | 54,1             | 285,1                                          | Barat      | Berawan |

Tabel 23 Data hasil pengujian ventilasi Miring pada tanggal 14 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 0,9                   | 0,3             | 27,1                  | 30,9            | 39,7             | 250,7                                          | Utara      | Berawan |
| 10.00 | 1,6                   | 1               | 30,3                  | 32,7            | 50,2             | 272,3                                          | Timur      | Berawan |
| 11.00 | 1,4                   | 0,7             | 30,3                  | 37,7            | 48,9             | 306,1                                          | Utara      | Cerah   |
| 12.00 | 1,2                   | 0,5             | 30                    | 38,1            | 48,8             | 296,7                                          | Utara      | Berawan |
| 13.00 | 1,3                   | 0,7             | 30,2                  | 35,6            | 53,4             | 249,4                                          | Timur      | Berawan |
| 14.00 | 1,2                   | 0,5             | 31,8                  | 36,5            | 49,6             | 259,7                                          | Timur      | Berawan |
| 15.00 | 1,5                   | 0,7             | 32,2                  | 37,2            | 52,7             | 285,1                                          | Utara      | Berawan |

Tabel 24 Data hasil pengujian ventilasi Lingkaran pada tanggal 14 Januari 2021

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) |                 | Temperatur Udara (°C) |                 | Kelembaban Rh(%) | Intensitas Cahaya Matahari (w/m <sup>2</sup> ) | Arah Angin | Cuaca   |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|------------|---------|
|       | V <sub>surr</sub>     | V <sub>wd</sub> | T <sub>surr</sub>     | T <sub>wd</sub> |                  |                                                |            |         |
| 09.00 | 1,1                   | 0,2             | 27,2                  | 31,6            | 38,3             | 250,7                                          | Barat      | Berawan |
| 10.00 | 1,5                   | 0,7             | 30,4                  | 33,9            | 48,2             | 272,3                                          | Barat      | Berawan |
| 11.00 | 1,4                   | 0,6             | 30,3                  | 38              | 34               | 306,1                                          | Barat      | Cerah   |
| 12.00 | 1,2                   | 0,5             | 30                    | 38,4            | 33,1             | 296,7                                          | Selatan    | Berawan |
| 13.00 | 1,1                   | 0,4             | 30,2                  | 36,8            | 46,4             | 249,4                                          | Selatan    | Berawan |
| 14.00 | 1,1                   | 0,4             | 31,8                  | 37,5            | 47,4             | 259,7                                          | Selatan    | Berawan |
| 15.00 | 1,3                   | 0,6             | 32,2                  | 37,4            | 43,7             | 285,1                                          | Barat      | Berawan |



Table 25 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi *Vertical* menggunakan metode experimental pada tanggal 5 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah Air Change<br>Per Hour<br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(m <sup>3</sup> /s) | Re |
|-------|------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------|----|
| 09.00 | 0,216                                    | 8,64                                   | 3,6                                          |    |
| 10.00 | 0,272                                    | 10,88                                  | 4,53                                         |    |
| 11.00 | 0,339                                    | 13,56                                  | 5,65                                         |    |
| 12.00 | 0,235                                    | 9,4                                    | 3,92                                         |    |
| 13.00 | 0,240                                    | 9,6                                    | 4                                            |    |
| 14.00 | 0,240                                    | 9,6                                    | 4                                            |    |
| 15.00 | 0,315                                    | 12,6                                   | 5,25                                         |    |

Table 26 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi *Horizontal* menggunakan metode experimental pada tanggal 5 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah Air Change<br>Per Hour<br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(1/s) | Re |
|-------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----|
| 09.00 | 0,208                                    | 8,32                                   | 3,46                           |    |
| 10.00 | 0,256                                    | 10,24                                  | 4,26                           |    |
| 11.00 | 0,304                                    | 12,16                                  | 5,06                           |    |
| 12.00 | 0,208                                    | 8,32                                   | 3,46                           |    |
| 13.00 | 0,224                                    | 8,96                                   | 3,7                            |    |
| 14.00 | 0,208                                    | 8,32                                   | 3,46                           |    |
| 15.00 | 0,256                                    | 10,24                                  | 4,26                           |    |

Table 27 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi Miring menggunakan metode experimental pada tanggal 5 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah Air Change<br>Per Hour<br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(1/s) | Re |
|-------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----|
| 09.00 | 0,208                                    | 8,32                                   | 3,46                           |    |
| 10.00 | 0,24                                     | 9,6                                    | 4                              |    |
| 11.00 | 0,336                                    | 13,44                                  | 5,6                            |    |
| 12.00 | 0,256                                    | 10,24                                  | 4,26                           |    |
| 13.00 | 0,24                                     | 9,6                                    | 4                              |    |
| 14.00 | 0,256                                    | 10,24                                  | 4,26                           |    |
| 15.00 | 0,304                                    | 12,16                                  | 5,06                           |    |

Table 28 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi Lingkaran menggunakan metode experimental pada tanggal 5 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah Air Change<br>Per Hour<br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(1/s) | Re |
|-------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----|
| 09.00 | 0,208                                    | 8,32                                   | 3,46                           |    |
| 10.00 | 0,304                                    | 12,16                                  | 5,06                           |    |
| 11.00 | 0,192                                    | 7,6                                    | 3,2                            |    |
| 12.00 | 0,256                                    | 10,24                                  | 4,26                           |    |
| 13.00 | 0,224                                    | 8,96                                   | 3,7                            |    |
| 14.00 | 0,256                                    | 10,24                                  | 4,26                           |    |
| 15.00 | 0,256                                    | 10,24                                  | 4,26                           |    |

Table 29 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi *Vertical* menggunakan metode experimental pada tanggal 6 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah Air Change<br>Per Hour<br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(1/s) | Re |
|-------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----|
| 09.00 | 0,216                                    | 8,64                                   | 3,6                            |    |
| 10.00 | 0,272                                    | 10,88                                  | 4,53                           |    |
| 11.00 | Hujan                                    | Hujan                                  | Hujan                          |    |
| 12.00 | 0,235                                    | 9,4                                    | 3,92                           |    |
| 13.00 | 0,24                                     | 9,6                                    | 4                              |    |
| 14.00 | 0,24                                     | 9,6                                    | 4                              |    |
| 15.00 | 0,315                                    | 12,6                                   | 5,25                           |    |

Table 30 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi *Horizontal* menggunakan metode experimental pada tanggal 6 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah Air Change<br>Per Hour<br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(1/s) | Re |
|-------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----|
| 09.00 | 0,208                                    | 8,32                                   | 3,46                           |    |
| 10.00 | 0,192                                    | 7,6                                    | 3,2                            |    |
| 11.00 | -                                        | -                                      | -                              |    |
| 12.00 | 0,336                                    | 13,44                                  | 5,6                            |    |
| 13.00 | 0,64                                     | 25,6                                   | 10,66                          |    |
| 14.00 | 0,228                                    | 9,12                                   | 3,8                            |    |
| 15.00 | 0,32                                     | 12,8                                   | 5,3                            |    |



Table 31 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi Miring menggunakan metode experimental pada tanggal 6 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah Air Change<br>Per Hour<br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(1/s) | Re |
|-------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----|
| 09.00 | 0,24                                     | 9,6                                    | 4                              |    |
| 10.00 | 0,32                                     | 12,8                                   | 5,3                            |    |
| 11.00 | -                                        | -                                      | -                              |    |
| 12.00 | 0,352                                    | 14,08                                  | 5,86                           |    |
| 13.00 | 0,608                                    | 24,32                                  | 10,13                          |    |
| 14.00 | 0,228                                    | 9,12                                   | 3,8                            |    |
| 15.00 | 0,228                                    | 9,12                                   | 3,8                            |    |

Table 32 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi Lingkaran menggunakan metode experimental pada tanggal 6 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah Air Change<br>Per Hour<br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(1/s) | Re |
|-------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----|
| 09.00 | 0,224                                    | 8,96                                   | 3,7                            |    |
| 10.00 | 0,336                                    | 13,44                                  | 5,6                            |    |
| 11.00 | -                                        | -                                      | -                              |    |
| 12.00 | 0,32                                     | 12,8                                   | 5,3                            |    |
| 13.00 | 0,528                                    | 21,12                                  | 2,93                           |    |
| 14.00 | 0,32                                     | 12,8                                   | 5,3                            |    |
| 15.00 | 0,336                                    | 13,44                                  | 5,6                            |    |

Table 33 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi *Vertical* menggunakan metode experimental pada tanggal 7 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah Air Change<br>Per Hour<br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(1/s) | Re |
|-------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----|
| 09.00 | 0,304                                    | 12,16                                  | 5,07                           |    |
| 10.00 | 0,232                                    | 9,28                                   | 3,87                           |    |
| 11.00 | 0,275                                    | 11                                     | 4,59                           |    |
| 12.00 | 0,184                                    | 7,36                                   | 3,07                           |    |
| 13.00 | 0,224                                    | 8,96                                   | 3,73                           |    |
| 14.00 | 0,2                                      | 8                                      | 3,33                           |    |
| 15.00 | 0,2                                      | 8                                      | 3,33                           |    |

Table 34 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi *Horizontal* menggunakan metode experimental pada tanggal 7 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah Air Change<br>Per Hour<br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(1/s) | Re |
|-------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----|
| 09.00 | 0,272                                    | 10,88                                  | 1,51                           |    |
| 10.00 | 0,256                                    | 10,24                                  | 4,26                           |    |
| 11.00 | 0,24                                     | 9,6                                    | 4                              |    |
| 12.00 | 0,192                                    | 7,6                                    | 3,2                            |    |
| 13.00 | 0,224                                    | 8,96                                   | 3,7                            |    |
| 14.00 | 0,176                                    | 7,04                                   | 2,93                           |    |
| 15.00 | 0,224                                    | 8,96                                   | 3,7                            |    |

Table 35 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi Miring menggunakan metode experimental pada tanggal 7 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah Air Change<br>Per Hour<br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(1/s) | Re |
|-------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----|
| 09.00 | 0,336                                    | 13,44                                  | 5,6                            |    |
| 10.00 | 0,192                                    | 7,6                                    | 3,2                            |    |
| 11.00 | 0,272                                    | 10,88                                  | 1,51                           |    |
| 12.00 | 0,192                                    | 7,6                                    | 3,2                            |    |
| 13.00 | 0,224                                    | 8,96                                   | 3,7                            |    |
| 14.00 | 0,208                                    | 8,32                                   | 3,46                           |    |
| 15.00 | 0,24                                     | 9,6                                    | 4                              |    |

Table 36 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi Lingkaran menggunakan metode experimental pada tanggal 7 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah Air Change<br>Per Hour<br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(1/s) | Re |
|-------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----|
| 09.00 | 0,272                                    | 10,88                                  | 1,51                           |    |
| 10.00 | 0,176                                    | 7,04                                   | 2,93                           |    |
| 11.00 | 0,16                                     | 6,4                                    | 2,6                            |    |
| 12.00 | 0,176                                    | 7,04                                   | 2,93                           |    |
| 13.00 | 0,224                                    | 8,96                                   | 3,7                            |    |
| 14.00 | 0,192                                    | 7,6                                    | 3,2                            |    |
| 15.00 | 0,24                                     | 9,6                                    | 4                              |    |



Table 37 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi *Vertical* menggunakan metode experimental pada tanggal 8 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah Air Change<br>Per Hour<br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(1/s) | Re |
|-------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----|
| 09.00 | 0,24                                     | 9,6                                    | 4                              |    |
| 10.00 | 0,315                                    | 12,6                                   | 5,25                           |    |
| 11.00 | -                                        | -                                      | -                              |    |
| 12.00 | 0,336                                    | 13,44                                  | 5,6                            |    |
| 13.00 | 0,592                                    | 23,68                                  | 9,87                           |    |
| 14.00 | 0,339                                    | 13,56                                  | 5,65                           |    |
| 15.00 | 0,384                                    | 15,36                                  | 6,4                            |    |

Table 38 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi *Horizontal* menggunakan metode experimental pada tanggal 8 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah Air Change<br>Per Hour<br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(1/s) | Re |
|-------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----|
| 09.00 | 0,224                                    | 8,96                                   | 3,7                            |    |
| 10.00 | 0,272                                    | 10,88                                  | 4,51                           |    |
| 11.00 | -                                        | -                                      | -                              |    |
| 12.00 | 0,228                                    | 9,12                                   | 3,8                            |    |
| 13.00 | 0,512                                    | 20,48                                  | 8,53                           |    |
| 14.00 | 0,304                                    | 12,16                                  | 5,06                           |    |
| 15.00 | 0,336                                    | 13,44                                  | 5,6                            |    |

Table 39 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi Miring menggunakan metode experimental pada tanggal 8 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah Air Change<br>Per Hour<br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(1/s) | Re |
|-------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----|
| 09.00 | 0,304                                    | 12,16                                  | 5,06                           |    |
| 10.00 | 0,384                                    | 15,36                                  | 2,13                           |    |
| 11.00 | -                                        | -                                      | -                              |    |
| 12.00 | 0,32                                     | 12,8                                   | 5,3                            |    |
| 13.00 | 0,576                                    | 23,04                                  | 9,6                            |    |
| 14.00 | 0,32                                     | 12,8                                   | 5,3                            |    |
| 15.00 | 0,352                                    | 14,08                                  | 5,86                           |    |

Table 40 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi Lingkaran menggunakan metode experimental pada tanggal 8 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah Air Change<br>Per Hour<br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(1/s) | Re |
|-------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----|
| 09.00 | 0,228                                    | 9,12                                   | 3,8                            |    |
| 10.00 | 0,272                                    | 10,88                                  | 1,51                           |    |
| 11.00 | -                                        | -                                      | -                              |    |
| 12.00 | 0,304                                    | 12,16                                  | 5,06                           |    |
| 13.00 | 0,512                                    | 20,48                                  | 8,53                           |    |
| 14.00 | 0,228                                    | 9,12                                   | 3,8                            |    |
| 15.00 | 0,352                                    | 14,08                                  | 5,86                           |    |

Table 41 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi *Vertikal* menggunakan metode experimental pada tanggal 13 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah Air Change<br>Per Hour<br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(1/s) | Re |
|-------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----|
| 09.00 | 0,24                                     | 9,6                                    | 4                              |    |
| 10.00 | 0,27                                     | 10,96                                  | 4,45                           |    |
| 11.00 | 0,24                                     | 9,73                                   | 4,05                           |    |
| 12.00 | 0,27                                     | 10,9                                   | 4,53                           |    |
| 13.00 | 0,28                                     | 11,2                                   | 4,67                           |    |
| 14.00 | -                                        | -                                      | -                              |    |
| 15.00 | -                                        | -                                      | -                              |    |

Table. 42 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi *Horizontal* menggunakan metode experimental pada tanggal 13 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah Air Change<br>Per Hour<br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(1/s) | Re |
|-------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----|
| 09.00 | 0,24                                     | 9,6                                    | 4                              |    |
| 10.00 | 0,272                                    | 10,88                                  | 1,51                           |    |
| 11.00 | 0,224                                    | 8,96                                   | 3,7                            |    |
| 12.00 | 0,304                                    | 12,16                                  | 5,06                           |    |
| 13.00 | 0,32                                     | 12,8                                   | 5,3                            |    |
| 14.00 | -                                        | -                                      | -                              |    |
| 15.00 | -                                        | -                                      | -                              |    |



Table 43 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi Miring menggunakan metode experimental pada tanggal 13 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah Air Change<br>Per Hour<br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(1/s) | Re |
|-------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----|
| 09.00 | 0,24                                     | 9,6                                    | 4                              |    |
| 10.00 | 0,304                                    | 12,16                                  | 5,06                           |    |
| 11.00 | 0,208                                    | 8,32                                   | 3,46                           |    |
| 12.00 | 0,224                                    | 8,96                                   | 3,7                            |    |
| 13.00 | 0,304                                    | 12,16                                  | 5,06                           |    |
| 14.00 | -                                        | -                                      | -                              |    |
| 15.00 | -                                        | -                                      | -                              |    |

Table 44 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi Lingkaran menggunakan metode experimental pada tanggal 13 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah Air Change<br>Per Hour<br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(1/s) | Re |
|-------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----|
| 09.00 | 0,224                                    | 8,96                                   | 3,7                            |    |
| 10.00 | 0,224                                    | 8,96                                   | 3,7                            |    |
| 11.00 | 0,192                                    | 7,6                                    | 3,2                            |    |
| 12.00 | 0,224                                    | 8,96                                   | 3,7                            |    |
| 13.00 | 0,304                                    | 12,16                                  | 5,06                           |    |
| 14.00 | -                                        | -                                      | -                              |    |
| 15.00 | -                                        | -                                      | -                              |    |

Table 45 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi *Vertical* menggunakan metode experimental pada tanggal 14 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah Air Change<br>Per Hour<br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(1/s) | Re |
|-------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----|
| 09.00 | 0,16                                     | 6,4                                    | 2,67                           |    |
| 10.00 | 0,307                                    | 12,3                                   | 5,12                           |    |
| 11.00 | 0,24                                     | 9,6                                    | 4                              |    |
| 12.00 | 0,208                                    | 8,32                                   | 3,47                           |    |
| 13.00 | 0,227                                    | 9,09                                   | 3,79                           |    |
| 14.00 | 0,216                                    | 8,64                                   | 3,6                            |    |
| 15.00 | 0,275                                    | 11                                     | 4,59                           |    |

Table 46 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi *Horizontal* menggunakan metode experimental pada tanggal 14 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah Air Change<br>Per Hour<br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(1/s) | Re |
|-------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----|
| 09.00 | 0,16                                     | 6,4                                    | 2,6                            |    |
| 10.00 | 0,304                                    | 12,16                                  | 5,06                           |    |
| 11.00 | 0,224                                    | 8,96                                   | 3,7                            |    |
| 12.00 | 0,176                                    | 7,04                                   | 2,93                           |    |
| 13.00 | 0,192                                    | 7,6                                    | 3,2                            |    |
| 14.00 | 0,192                                    | 7,6                                    | 3,2                            |    |
| 15.00 | 0,24                                     | 9,6                                    | 4                              |    |

Table 47 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi Miring menggunakan metode experimental pada tanggal 14 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah <i>Air Change</i><br><i>Per Hour</i><br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(1/s) | Re |
|-------|------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------|----|
| 09.00 | 0,144                                    | 5,76                                                 | 2,4                            |    |
| 10.00 | 0,256                                    | 10,24                                                | 4,26                           |    |
| 11.00 | 0,224                                    | 8,96                                                 | 3,7                            |    |
| 12.00 | 0,192                                    | 7,6                                                  | 3,2                            |    |
| 13.00 | 0,208                                    | 8,32                                                 | 3,46                           |    |
| 14.00 | 0,192                                    | 7,6                                                  | 3,2                            |    |
| 15.00 | 0,24                                     | 9,6                                                  | 4                              |    |

Table 48 data hasil analisa *wind catcher* menggunakan ventilasi Lingkaran menggunakan metode experimental pada tanggal 14 januari 2021

| Waktu | Laju Aliran Udara<br>(m <sup>3</sup> /s) | Jumlah <i>Air Change</i><br><i>Per Hour</i><br>(ach) | Laju Aliran<br>Volume<br>(1/s) | Re |
|-------|------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------|----|
| 09.00 | 0,176                                    | 7,04                                                 | 2,93                           |    |
| 10.00 | 0,24                                     | 9,6                                                  | 4                              |    |
| 11.00 | 0,224                                    | 8,96                                                 | 3,7                            |    |
| 12.00 | 0,192                                    | 7,6                                                  | 3,2                            |    |
| 13.00 | 0,176                                    | 7,04                                                 | 2,93                           |    |
| 14.00 | 0,176                                    | 7,04                                                 | 2,93                           |    |
| 15.00 | 0,208                                    | 8,32                                                 | 3,46                           |    |



## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Pekanbaru pada 19 September 1998, merupakan anak kelima dari lima bersaudara, penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SD BHAYANGKARI Pekanbaru, SMP KARTIKA 1-5 Pekanbaru, dan SMKN 2 Pekanbaru. Setelah lulus dari SMKN pada tahun 2016 penulis melanjutkan kuliah di Universitas Islam Riau dengan mengambil Program Studi Teknik Mesin pada tahun 2016 dan terdaftar sebagai mahasiswa dengan NPM 163310456.

Di program studi teknik mesin penulis mengambil bidang studi Mesin Konversi Energi. Penulis sempat aktif dalam club basket teknik dan memperoleh beberapa penghargaan, kemudian penulis juga aktif dalam kegiatan internal maupun eksternal kampus, pada penulisan Tugas Akhir ini penulis melakukan penelitian di Rooftop Gedung C Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.



# UNIVERSITAS ISLAM RIAU

## FAKULTAS TEKNIK

### الْجَامِعَةُ الْإِسْلَامِيَّةُ الرَّيَوِيَّةُ

Alamat: Jalan Kaharuddin Nasution No.113, Marpoyan, Pekanbaru, Riau, Indonesia - 28284  
Telp. +62 761 674674 Email: fakultas\_teknik@uir.ac.id Website: www.eng.uir.ac.id

#### SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

Nomor: 234/A-UIR/5-T/2021

Operator Turnitin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau menerangkan bahwa Mahasiswa/i dengan identitas berikut:

Nama : MARIF RAHMAT F  
NPM : 163310456  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenjang Pendidikan : Strata Satu (S1)  
Judul Skripsi TA : PENGARUH GEOMETRY VENTILASI PENANGKAP ANGIN TERHADAP DISTRIBUSI ALIRAN UDARA PADA SISTEM PENDINGINAN PASIF

Dinyatakan **Bebas Plagiat**, berdasarkan hasil pengecekan pada Turnitin menunjukkan angka **Similarity Index < 30%** sesuai dengan peraturan Universitas Islam Riau yang berlaku.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui,

Kaprodi. Teknik Mesin

Rafil Arizona, S.T., M.Eng

Pekanbaru, 16 July 2021 M  
6 Dzul Hijjah 1442 H

Operator Turnitin F. Teknik

Zulfadhli, S.T.





**YAYASAN LEMBAGA PENDIDIKAN ISLAM (YLPI) RIAU**  
**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

F.A.3.10

Jalan Kaharuddin Nasution No. 113 P. Marpoan Pekanbaru Riau Indonesia – Kode Pos: 28284  
Telp. +62 761 674674 Fax. +62 761 674834 Website: [www.uir.ac.id](http://www.uir.ac.id) Email: [info@uir.ac.id](mailto:info@uir.ac.id)

**KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR**  
**SEMESTER GENAP TA 2020/2021**

NPM : 163310456  
Nama Mahasiswa : M ARIF RAHMAT F  
Dosen Pembimbing : 1. EDDY ELFIANO ST., M.Eng 2.  
Program Studi : TEKNIK MESIN  
Judul Tugas Akhir : PENGARUH GEOMETRY VENTILASI PENANGKAP ANGIN TERHADAP  
DISTRIBUSI ALIRAN UDARA PADA SISTEM PENDINGINAN PASIF  
Judul Tugas Akhir (Bahasa Inggris) : THE EFFECT OF WIND CATCH GEOMETRY VENTILATION ON AIR FLOW  
DISTRIBUTION IN PASSIVE COOLING SYSTEM  
Lembar Ke : .....

| NO | Hari/Tanggal Bimbingan | Materi Bimbingan | Hasil / Saran Bimbingan      | Paraf Dosen Pembimbing |
|----|------------------------|------------------|------------------------------|------------------------|
| 1. | 07/01/2021             | BAB IV           | kec. angin ventilasi, Rumus  |                        |
| 2. | 02/02/2021             | BAB II, IV       | AIR Change per hour          |                        |
| 3. | 18/02/2021             | BAB IV           | Edit Grafik                  |                        |
| 4. | 27/02/2021             | BAB IV           | Pers. Bil Reynolds           |                        |
| 5. | 05/03/2021             | BAB IV           | Analisa Grafik               |                        |
| 6. | 11/03/2021             | BAB IV, V        | Analisa angin, Foto simulasi |                        |
| 7. | 20/03/2021             | BAB IV           | Analisa Simulasi             |                        |
| 8. | 25/05/2021             | Acc BAB IV, V    | Acc Lembar                   |                        |

Pekanbaru, .....  
Wakil Dekan I/Ketua Departemen/Ketua Prodi



MTYZMZEWNDU2

**Catatan :**

1. Lama bimbingan Tugas Akhir/ Skripsi maksimal 2 semester sejak TMT SK Pembimbing diterbitkan
2. Kartu ini harus dibawa setiap kali berkonsultasi dengan pembimbing dan HARUS dicetak kembali setiap memasuki semester baru melalui SIKAD
3. Saran dan koreksi dari pembimbing harus ditulis dan diparaf oleh pembimbing
4. Setelah skripsi disetujui (ACC) oleh pembimbing, kartu ini harus ditandatangani oleh Wakil Dekan I/ Kepala departemen/Ketua prodi
5. Kartu kendali bimbingan asli yang telah ditandatangani diserahkan kepada Ketua Program Studi dan kopiannya dilampirkan pada skripsi.
6. Jika jumlah pertemuan pada kartu bimbingan tidak cukup dalam satu halaman, kartu bimbingan ini dapat di download kembali melalui SIKAD





UNIVERSITAS ISLAM RIAU

FAKULTAS TEKNIK

Jln. Kharudin Nasution no.113, Perhentian Marpoyan, Pekanbaru-Riau 28284

Telp : 0761-674674, fax :0761-674834

DAFTAR ASISTENSI DOSEN PENGUJI

SETELAH SEMINAR HASIL

Nama Mahasiswa : M. Arif Rahmat F

Dosen Penguji 1 : Sehat Abdi S, ST., MT

NPM : 163310456

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : PENGARUH GEOMETRI VENTILASI PENANGKAP ANGIN TERHADAP DISTRIBUSI ALIRAN UDARA PADA SISTEM PENDINGINAN PASIF

| Revisi                               | Perbaikan        | Paraf |
|--------------------------------------|------------------|-------|
| 1. Penambahan Materi Bab 2           | Sudah Diperbaiki | sh    |
| 2. Perbaikan diagram alir pada bab 3 | Sudah Diperbaiki | sh    |
| 3. Penambahan grafik pada bab 4      | Sudah Diperbaiki | sh    |

Pekanbaru, 22 Juni 2021

Pembimbing :

Eddy Elfiano, ST., M.Eng



# UNIVERSITAS ISLAM RIAU

## FAKULTAS TEKNIK

Jln. Kharudin Nasution no.113, Perhentian Marpoyan, Pekanbaru-Riau 28284

Telp : 0761-674674, fax :0761-674834

### DAFTAR ASISTENSI DOSEN PENGUJI

#### SETELAH SEMINAR HASIL

Nama Mahasiswa : M. Arif Rahmat F

Dosen Penguji 2 : Rafil Arizona, ST.,M.Eng

NPM : 163310456

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : PENGARUH GEOMETRI VENTILASI PENANGKAP ANGIN TERHADAP DISTRIBUSI ALIRAN UDARA PADA SISTEM PENDINGINAN PASIF

| Revisi                                    | Perbaikan        | Paraf |
|-------------------------------------------|------------------|-------|
| 1. Perbaikan daftar notasi                | Sudah Diperbaiki | sk    |
| 2. Penambahan Materi Bab 2                | Sudah Diperbaiki | sk    |
| 3. Penambahan waktu dan lokasi pada bab 3 | Sudah Diperbaiki | sk    |
| 4. Penambahan grafik pada bab 4           | Sudah Diperbaiki | sk    |
| 5. Perbaikan daftar pustaka               | Sudah Diperbaiki | sk    |

Pekanbaru, 22 Juni 2021

Pembimbing :

Eddy Elfiano, ST., M.Eng



SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
NOMOR : 0210/KPTS/FT-UIR/2021  
TENTANG PENETAPAN DOSEN PENGUJI SKRIPSI MAHASISWA FAK. TEKNIK UNIV. ISLAM RIAU

DEKAN FAKULTAS TEKNIK

Menimbang : 1. Bahwa untuk menyelesaikan studi S.1 bagi mahasiswa Fakultas Teknik Univ. Islam Riau dilaksanakan Ujian Skripsi/Komprehensif sebagai tugas akhir. Untuk itu perlu ditetapkan mahasiswa yang telah memenuhi syarat untuk ujian dimaksud serta dosen penguji.  
2. Bahwa penetapan mahasiswa yang memenuhi syarat dan dosen penguji yang bersangkutan perlu ditetapkan dengan Surat Keputusan Dekan.

Mengingat : 1. Undang - Undang Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Tinggi  
2. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2012 Tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia  
3. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2009 Tentang Dosen  
4. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 66 Tahun 2010 Tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan  
5. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 63 Tahun 2009 Tentang Sistem Penjaminan Mutu Pendidikan  
6. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 49 Tahun 2014 Tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi  
7. Statuta Universitas Islam Riau Tahun 2018  
8. Peraturan Universitas Islam Riau Nomor 001 Tahun 2018 Tentang Ketentuan Akademik Bidang Pendidikan Universitas Islam Riau

MEMUTUSKAN

Menetapkan : 1. Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Islam Riau yang tersebut namanya dibawah ini :  
Nama : M. Arif Rahmat F  
NPM : 163310456  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenjang Pendidikan : Strata Satu (S1)  
Judul Skripsi : Pengaruh Geometry Ventilasi Penangkap Angin Terhadap Distribusi Aliran Udara Pada Sistem Pendinginan Pasif  
2. Penguji Skripsi/Komprehensif mahasiswa tersebut terdiri dari :  
1. Eddy Elfiano, S.T., M.Eng. Sebagai Ketua Merangkap Penguji  
2. Sehat Abdi Saragih, S.T., M.T. Sebagai Anggota Merangkap Penguji  
3. Rafil Arizona, S.T., M.Eng. Sebagai Anggota Merangkap Penguji  
3. Laporan hasil ujian serta berita acara telah sampai kepada Pimpinan Fakultas selambat-lambatnya 1(satu) bulan setelah ujian dilaksanakan.  
4. Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkannya dengan ketentuan bila terdapat kekeliruan dikemudian hari segera ditinjau kembali.  
KUTIPAN : Disampaikan kepada yang bersangkutan untuk dapat dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Ditetapkan di : Pekanbaru  
Pada Tanggal : 26 Dzulhijjah 1442 H  
05 Agustus 2021 M

Dekan,



Dr. Eng. Muslim, ST., MT  
NPK : 09 11 02 374

Tembusan disampaikan :  
1. Yth. Rektor UIR di Pekanbaru.  
2. Yth. Ketua Program Studi Teknik Mesin FT-UIR  
3. Yth. Pembimbing dan Penguji Skripsi  
3. Mahasiswa yang bersangkutan  
5. Arsip

\*Surat ini ditandatangani secara elektronik

Perpustakaan Universitas Islam Riau  
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
NOMOR : 0652/KPTS/FT-UIR/2020  
TENTANG PENGANGKATAN TIM PEMBIMBING PENELITIAN DAN PENYUSUNAN SKRIPSI

**DEKAN FAKULTAS TEKNIK**

Membaca : Surat Ketua Program Studi Teknik Mesin Nomor : 047 / TA/TM/FT/2020 tentang persetujuan dan usulan pengangkatan Tim Pembimbing penelitian dan penyusunan Skripsi.

Menimbang : 1. Bahwa untuk menyelesaikan perkuliahan bagi mahasiswa Fakultas Teknik perlu membuat Skripsi.  
2. Untuk itu perlu ditunjuk Tim Pembimbing penelitian dan penyusunan Skripsi yang diangkat dengan Surat Keputusan Dekan.

Mengingat : 1. Undang - Undang Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Tinggi  
2. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2012 Tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia  
3. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2009 Tentang Dosen  
4. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 66 Tahun 2010 Tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan  
5. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 63 Tahun 2009 Tentang Sistem Penjaminan Mutu Pendidikan  
6. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 49 Tahun 2014 Tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi  
7. Statuta Universitas Islam Riau Tahun 2018  
8. Peraturan Universitas Islam Riau Nomor 001 Tahun 2018 Tentang Ketentuan Akademik Bidang Pendidikan Universitas Islam Riau

**MEMUTUSKAN**

Menetapkan : 1. Mengangkat saudara-saudara yang namanya tersebut dibawah ini sebagai Tim Pembimbing Penelitian dan penyusunan Skripsi Mahasiswa Fak. Teknik Program Studi Teknik Mesin.

| No | Nama                      | Pangkat | Jabatan    |
|----|---------------------------|---------|------------|
| 1. | Eddy Elfiano, ST., M. Eng | Lektor  | Pembimbing |

2. Mahasiswa yang akan dibimbing :

Nama : M. Arif Rahmat, F  
NPM : 163310456  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenjang Pendidikan : Strata Satu (S1)  
Judul Skripsi : Pengaruh Geometri Ventilasi Penangkap Angin Terhadap Distribusi Aliran Udara Pada Sistem Pendinginan Pasif.

3. Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkannya dengan ketentuan bila terdapat kekeliruan dikemudian hari segera ditinjau kembali.

Ditetapkan di : Pekanbaru  
Pada Tanggal : 07 Zulqaidah 1441 H  
29 Juni 2020 M

Dekan,

**Dr. Eng. Muslim, ST., MT**  
NPK : 09 11 02 374

Tembusan disampaikan :

1. Yth. Bapak Rektor UIR di Pekanbaru.
2. Yth. Sdr. Ketua Program Studi Teknik Mesin FT-UIR
3. Yang Bersangkutan .
4. Arsip



# UNIVERSITAS ISLAM RIAU

## FAKULTAS TEKNIK

Jln. Kaharuddin Nasution no.113, Marpoyan Pekanbaru - Riau 28284, Indonesia

Telp : 0761.72126, 0761.72127 Fax : 0761-674834

E-mail: info@uir.ac.id Website: http://www.uir.ac.id

### SURAT KETERANGAN MENGIKUTI SEMINAR HASIL TUGAS AKHIR

Kami yang bertandatangan dibawah ini, pembimbing tugas akhir menerangkan mahasiswa dibawah ini :

Nama : M. ARIF RAHMAT F  
Npm : 163310456  
Judul Tugas Akhir : PENGARUH GEOMETRY VENTILASI  
PENANGKAP ANGIN TERHADAP DISTRIBUSI  
ALIRAN UDARA PADA SISTEM  
PENDINGINAN PASIF

Sehubungan dengan telah selesainya penulisan tugas akhir ini, sesuai dengan berita acara bimbingan tugas akhir. Maka kepada mahasiswa yang namanya tercantum diatas diberikan kesempatan untuk mengikuti Seminar Hasil Tugas Akhir.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Untuk itu dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Pekanbaru, Mei 2021

Dosen Pembimbing

Eddy Elfiano, ST., M.Eng





**YAYASAN LEMBAGA PENDIDIKAN ISLAM (YLPI) RIAU**  
**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

F.A.3.10

Jalan Kaharuddin Nasution No. 113 P. Marpoan Pekanbaru Riau Indonesia – Kode Pos: 28284  
Telp. +62 761 674674 Fax. +62 761 674834 Website: [www.uir.ac.id](http://www.uir.ac.id) Email: [info@uir.ac.id](mailto:info@uir.ac.id)

**KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR**  
**SEMESTER GENAP TA 2020/2021**

NPM : 163310456  
Nama Mahasiswa : M ARIF RAHMAT F  
Dosen Pembimbing : 1. EDDY ELFIANO ST., M.Eng 2.  
Program Studi : TEKNIK MESIN  
Judul Tugas Akhir : PENGARUH GEOMETRY VENTILASI PENANGKAP ANGIN TERHADAP DISTRIBUSI ALIRAN UDARA PADA SISTEM PENDINGINAN PASIF  
Judul Tugas Akhir (Bahasa Inggris) : THE EFFECT OF WIND CATCH GEOMETRY VENTILATION ON AIR FLOW DISTRIBUTION IN PASSIVE COOLING SYSTEM  
Lembar Ke : .....

| NO | Hari/Tanggal Bimbingan | Materi Bimbingan | Hasil / Saran Bimbingan      | Paraf Dosen Pembimbing |
|----|------------------------|------------------|------------------------------|------------------------|
| 1. | 07/01/2021             | BAB IV           | kec. angin ventilasi, Rumus  |                        |
| 2. | 02/02/2021             | BAB II, IV       | AIR Change per hour          |                        |
| 3. | 18/02/2021             | BAB IV           | Edit Grafik                  |                        |
| 4. | 27/02/2021             | BAB IV           | Pers. Bil Reynolds           |                        |
| 5. | 05/03/2021             | BAB IV           | Analisa Grafik               |                        |
| 6. | 11/03/2021             | BAB IV, V        | Analisa angin, Foto simulasi |                        |
| 7. | 20/03/2021             | BAB IV           | Analisa Simulasi             |                        |
| 8. | 25/05/2021             | Acc BAB IV, V    | Acc Lembar                   |                        |

Pekanbaru, .....  
Wakil Dekan I/Ketua Departemen/Ketua Prodi



MTYZMZEWNDU2

**Catatan :**

1. Lama bimbingan Tugas Akhir/ Skripsi maksimal 2 semester sejak TMT SK Pembimbing diterbitkan
2. Kartu ini harus dibawa setiap kali berkonsultasi dengan pembimbing dan HARUS dicetak kembali setiap memasuki semester baru melalui SIKAD
3. Saran dan koreksi dari pembimbing harus ditulis dan diparaf oleh pembimbing
4. Setelah skripsi disetujui (ACC) oleh pembimbing, kartu ini harus ditandatangani oleh Wakil Dekan I/ Kepala departemen/Ketua prodi
5. Kartu kendali bimbingan asli yang telah ditandatangani diserahkan kepada Ketua Program Studi dan kopiannya dilampirkan pada skripsi.
6. Jika jumlah pertemuan pada kartu bimbingan tidak cukup dalam satu halaman, kartu bimbingan ini dapat di download kembali melalui SIKAD



SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
NOMOR : 0654/KPTS/FT-UIR/2020  
TENTANG PENGANGKATAN TIM PEMBIMBING PENELITIAN DAN PENYUSUNAN SKRIPSI

**DEKAN FAKULTAS TEKNIK**

Membaca : Surat Ketua Program Studi Teknik Mesin Nomor : 047 / TA/TM/FT/2020 tentang persetujuan dan usulan pengangkatan Tim Pembimbing penelitian dan penyusunan Skripsi.

Menimbang : 1. Bahwa untuk menyelesaikan perkuliahan bagi mahasiswa Fakultas Teknik perlu membuat Skripsi.  
2. Untuk itu perlu ditunjuk Tim Pembimbing penelitian dan penyusunan Skripsi yang diangkat dengan Surat Keputusan Dekan.

Mengingat : 1. Undang - Undang Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Tinggi  
2. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2012 Tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia  
3. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2009 Tentang Dosen  
4. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 66 Tahun 2010 Tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan  
5. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 63 Tahun 2009 Tentang Sistem Penjaminan Mutu Pendidikan  
6. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 49 Tahun 2014 Tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi  
7. Statuta Universitas Islam Riau Tahun 2018  
8. Peraturan Universitas Islam Riau Nomor 001 Tahun 2018 Tentang Ketentuan Akademik Bidang Pendidikan Universitas Islam Riau

**MEMUTUSKAN**

Menetapkan : 1. Mengangkat saudara-saudara yang namanya tersebut dibawah ini sebagai Tim Pembimbing Penelitian dan penyusunan Skripsi Mahasiswa Fak. Teknik Program Studi Teknik Mesin.

| No | Nama                      | Pangkat | Jabatan    |
|----|---------------------------|---------|------------|
| 1. | Eddy Elfiano, ST., M. Eng | Lektor  | Pembimbing |

2. Mahasiswa yang akan dibimbing :

Nama : M. Arif Rahmat, F  
NPM : 163310456  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenjang Pendidikan : Strata Satu (S1)  
Judul Skripsi : Pengaruh Geometri Ventilasi Penangkap Angin Terhadap Distribusi Aliran Udara Pada Sistem Pendinginan Pasif.

3. Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkannya dengan ketentuan bila terdapat kekeliruan dikemudian hari segera ditinjau kembali.

Ditetapkan di : Pekanbaru  
Pada Tanggal : 07 Zulqaidah 1441 H  
29 Juni 2020 M

Dekan,

**Dr. Eng. Muslim, ST., MT**

NPK : 09 11 02 374

Tembusan disampaikan :

1. Yth. Bapak Rektor UIR di Pekanbaru.
2. Yth. Sdr. Ketua Program Studi Teknik Mesin FT-UIR
3. Yang Bersangkutan.
4. Arsip



# UNIVERSITAS ISLAM RIAU

## FAKULTAS TEKNIK

Jln. Kaharuddin Nasution no.113, Marpoyan Pekanbaru - Riau 28284, Indonesia

Telp : 0761.72126, 0761.72127 Fax :0761-674834

E-mail: [info@uir.ac.id](mailto:info@uir.ac.id) Website: <http://www.uir.ac.id>

### SURAT KETERANGAN MENGIKUTI

#### SIDANG TUGAS AKHIR

Kami yang bertandatangan dibawah ini, pembimbing tugas akhir menerangkan mahasiswa dibawah ini:

Nama : M. ARIF RAHMAT F  
Npm : 163310456  
Judul Tugas Akhir : PENGARUH GEOMETRY VENTILASI  
PENANGKAP ANGIN TERHADAP DISTRIBUSI  
ALIRAN UDARA PADA SISTEM  
PENDINGINAN PASIF

Sehubung dengan telah selesainya penulisan tugas akhir ini, sesuai dengan berita acara bimbingan tugas akhir. Maka kepada mahasiswa yang namanya tercantum diatas diberikan kesempatan untuk mengikuti Sidang Tugas Akhir.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Untuk itu dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Pekanbaru, Juni 2021

Dosen Pembimbing

Eddy Elfiano, ST., M.Eng





**YAYASAN LEMBAGA PENDIDIKAN ISLAM (YLPI) RIAU**  
**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN**

Jalan Kaharuddin Nasution No. 113 P. Marpoan Pekanbaru Riau Indonesia – Kode Pos: 28284  
Telp. +62 761 674674 Fax. +62 761 674834 Website: [www.uir.ac.id](http://www.uir.ac.id) Email: [info@uir.ac.id](mailto:info@uir.ac.id)

**SURAT KETERANGAN**  
**PERSETUJUAN JILID TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan di bawah ini, pembimbing dan penguji tugas akhir menerangkan bahwa mahasiswa yang tertera di berikut ini:

Nama : M. Arif Rahmat F  
NPM : 163310456  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Geometry Ventilasi Penangkap Angin Terhadap Distribusi Aliran Udara Pada Sistem Pendinginan Pasif

Telah menyelesaikan dan menyempurnakan tugas akhir ini, sesuai dengan berita acara sidang tugas akhir dan selanjutnya telah disetujui untuk dijilid.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya, untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Pekanbaru, November 2021  
Pembimbing

Eddy Elfiano, ST., M.Eng

Penguji I

Sehat Abdi Saragi, ST, MT

Penguji II

Rafil Arizona, S.T., M.Eng





**YAYASAN LEMBAGA PENDIDIKAN ISLAM (YLPI) RIAU**  
**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

Jalan Kaharuddin Nasution No. 113 P. Marpoyan Pekanbaru Riau Indonesia – Kode Pos: 28284  
Telp. +62 761 674674 Website: [www.eng.uir.ac.id](http://www.eng.uir.ac.id) Email: [fakultas\\_teknik@uir.ac.id](mailto:fakultas_teknik@uir.ac.id)

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, Pekanbaru, tanggal 5 Agustus 2021, Nomor: 0210/KPTS/FT-UIR/2021, maka pada hari Sabtu, tanggal 7 Agustus 2021, telah dilaksanakan Ujian Skripsi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, Jenjang Studi S1, Tahun Akademik 2020/2021 berikut ini.

1. Nama : M. Arif Rahmat F
2. NPM : 163310456
3. Judul Skripsi : Pengaruh Geometry Ventilasi Penangkap Angin Terhadap Distribusi Aliran Udara Pada Sistem Pendinginan Pasif
4. Waktu Ujian : 11.00 – 12.00 WIB
5. Tempat Pelaksanaan Ujian : Online

**Dengan keputusan Hasil Ujian Skripsi:**

Lulus\*/ ~~Lulus dengan Perbaikan~~\*/ ~~Tidak Lulus~~\*

*\*Coret yang tidak perlu.*

**Nilai Ujian:**

Nilai Ujian Angka = **84,36** Nilai Huruf = **A-**

Tim Penguji Skripsi.

| No | Nama                           | Jabatan | Tanda Tangan |
|----|--------------------------------|---------|--------------|
| 1  | Eddy Elfiano, S.T., M.Eng.     | Ketua   | 1.           |
| 2  | Sehat Abdi Saragih, S.T., M.T. | Anggota | 2.           |
| 3  | Rafil Arizona, S.T., M.Eng.    | Anggota | 3.           |

Panitia Ujian  
Ketua,

Eddy Elfiano, S.T., M.Eng.  
NIDN. 1025057501

Pekanbaru, 7 Agustus 2021

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Muslim, S.T., M.T.  
NIDN. 1016047901