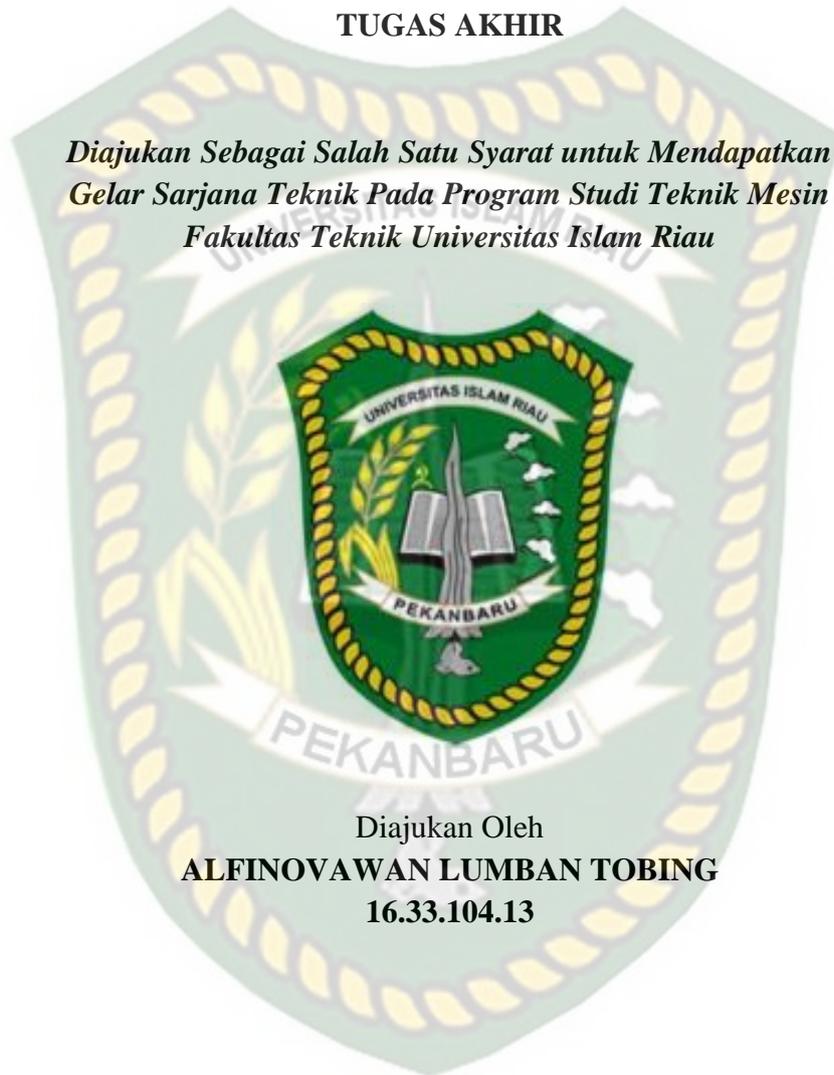


**PENGARUH PUTARAN BLOWER TERHADAP  
KARAKTERISTIK DISTRIBUSI ANGIN UNTUK  
KENYAMANAN RUANGAN BANGUNAN**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan  
Gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Islam Riau*



Diajukan Oleh  
**ALFINOAWAN LUMBAN TOBING**  
**16.33.104.13**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

**PEKANBARU**

**2022**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PUTARAN BLOWER TERHADAP KARAKTERISTIK  
DISTRIBUSI ANGIN UNTUK KENYAMANAN RUANGAN BANGUNAN**



Disusun Oleh :

**ALFINOVAWAN LUMBAN TOBING**

**16.331.0413**

Disetujui Oleh :

**PEKANBARU**

**EDDY ELFIANO, S.T., M.Eng**  
**Dosen Pembimbing**

Tanggal : \_\_\_\_\_

**HALAMAN PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PUTARAN BLOWER TERHADAP KARAKTERISTIK  
DISTRIBUSI ANGIN UNTUK KENYAMANAN RUANGAN BANGUNAN**

Disusun Oleh :

**ALFINOVAWAN LUMBAN TOBING**

**NPM : 16.331.0413**

Disetujui :

**PEMBIMBING**



**EDDY ELFIANO, S.T., M.Eng**  
**NIDN : 1025057501**

**PENGUJI I**



**SEHAT ABDI SARAGIH, S.T., M.T**  
**NIDN. 1012107502**

**PENGUJI II**



**RAFIL ARIZONA, S.T., M.Eng**  
**NIDN : 1028108902**

Disahkan Oleh :

**KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**



**JHONNI RAHMAN, B.Eng., M.Eng., PhD**  
**NIDN. 1009038504**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ALFINOAWAN LUMBAN TOBING

NPM : 163310413

Fakultas/Prodi : Teknik/Program Studi Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : PENGARUH PUTARAN BLOWER TERHADAP  
KARAKTERISTIK DISTRIBUSI ANGIN UNTUK  
KENYAMANAN RUANGAN BANGUNAN

Menyatakan dengan sebenar-benarnya, bahwa penulisan Tugas Akhir ini adalah hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli dari karya tulis 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 ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan berlaku di Universitas Islam Riau.

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

Pekanbaru, 18 Agustus 2022



**Alfinovawan Lumban Tobing**  
**NPM 163310413**

## LEMBAR IDENTITAS PENULIS



Nama : ALFINOAWAN LUMBAN TOBING  
NPM : 163310413  
Tempat/TanggalLahir : Mangkai Lama,15 November 1997  
Alamat Orang Tua : JL SAS KM 7 GG JERUK. Rt: 004, Rw : 009,  
Kel : Perawang Barat, Kec : Tualang, Kab : Siak.  
Nama Orang Tua  
Nama Ayah : Erwin Budianto L.T  
Nama Ibu : Sulianti Fenti Astuti  
No.HP/Telp : 082388273517/081276902400  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin  
Masuk Th.Ajaran : 2016  
Keluar Th. Ajaran : 2022  
Judul Penelitian : Pengaruh Putaran Blower Terhadap Karakteristik  
Distribusi Angin Untuk Kenyamanan Ruangan  
Bangunan.

Pekanbaru, 18 Agustus 2022

**Alfinovawan Lumban tobing**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala atas segala limpahan nikmat yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "**PENGARUH PUTARAN BLOWER TERHADAP KARAKTERISRIK DISTRIBUSI ANGIN UNTUK KENYAMANAN RUANGAN BANGUNAN**" sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Universitas Islam Riau. Dalam menyusun proposal tugas sarjana ini tentu saja peneliti banyak menemui kesulitan dan hambatan, akan tetapi berkat bantuan, bimbingan dan nasehat dari berbagai pihak saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Untuk itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua tercinta Ayahanda Erwin Budianto LT dan ibunda Sulianti Fenti Astuti, serta seluruh keluarga besar yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan baik secara moril maupun finansial sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Eddy Elfiano S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Proposal Tugas Sarjana Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Bapak Jhonni Rahman, B.Eng., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Universitas Islam Riau.
4. Bapak Rafil Arizona, S.T., M.Eng selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Riau.
5. Bapak Sehat Abdi Saragih, S.T., M.T selaku dosen penguji yang juga memberi arahan yang baik.
6. Dosen-Dosen di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Islam Riau atas ilmu dan dorongannya dalam menyelesaikan proposal tugas sarjana ini.
7. Saudara kandung saya Hendika Ardhian Lumban Tobing terima kasih atas dukungan dan doanya

8. Aldo Rao Rivaldo, ST, Gamma Alan sukma, Gesti Fauzi,ST, Hasna Nadila,S.Gz, Ibnu Rasyid, Ibrahim Rasyid, ST, Irsan Hardi, ST, Luccy Ayuditia Indah Utami, M.Arif Rahmat, ST, Mevy Rizkiyani, Niko Tacker, ST, Ramadhani Surya Parma, ST, Reza Kurniawan, ST, Riswan Aziz, Trimio
9. Rekan-rekan mahasiswa yang ikut membantu serta memberikan dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa proposal tugas sarjana ini masih jauh dari kesempurnaan seperti apa yang diharapkan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan segala kritik dan saran-saran demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Pekanbaru, juni 2022

Alfinovawan Lumban Tobing

## PENGARUH PUTARAN BLOWER TERHADAP KARAKTERISTIK DISTRIBUSI ANGIN UNTUK KENYAMANAN RUANGAN BANGUNAN

Alfinovawan Lumban Tobing<sup>1</sup>, Eddy Elfiano ST., M. Eng.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>S1 Teknik Mesin Universitas Islam Riau, <sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik,  
Universitas Islam Riau

[alfinovawan@student.uir.ac.id](mailto:alfinovawan@student.uir.ac.id)

### ABSTRAK

Ventilasi alami merupakan suatu alat pendingin alternatif hemat energi untuk mengurangi pemakaian listrik pada bangunan, ventilasi tersebut adalah solusi yang cukup menjanjikan untuk mengurangi masalah dalam segi pemakaian listrik pada bagian pendinginan udara seperti pemakaian Ac dan lain-lain. Ada Dua fungsi utama konsep dalam ventilasi alami (1) penyediaan IAQ (*Index Air Quality*) yang baik tanpa adanya pemakaian listrik untuk menyalakan AC dan (2) meningkatkan kenyamanan termal dengan memberikan ventilasi kepada pengguna. Untuk mendapatkan nilai efektif dari aliran udara yg menggunakan tambahan alat *blower*. Penelitian ini dimulai dengan mempersiapkan alat dan bahan seperti *anemometer*, termometer, *hygrometer*, *pyranometer*, panel surya, dan dimer. Setelah itu atur putaran pada blower serta semprotkan spray pada ruangan *wind catcher* untuk membantu melembabkan udara yang masuk ke ruangan. Penelitian ini akan menghasilkan suatu alat yang ramah lingkungan serta hemat energi untuk mendinginkan ruangan. Pengujian dilakukan pada gedung C Universitas Islam Riau pada Jam 10.30-13.30 WIB. Adapun dari 9 penelitian yang telah dilakukan, didapatkan pengujian ke-8 merupakan pengujian dengan data hasil terbaik pada penelitian ini. Dimana pengujian ke-8 pada percobaan pertama menghasilkan  $Q_{vent} = 14,93 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q = 0,896 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $ACH = 35,84$  dan  $Re = 16603,88$ . Sementara pengujian kedua yang merupakan percobaan terbaik dari 3 percobaan pada pengujian ke-8 menghasilkan  $Q_{vent} = 21,33 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q = 1,28 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $ACH = 51,2$  dan  $Re = 16575,41$ . Dan percobaan ke tiga menghasilkan  $Q_{vent} = 11,73 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q = 0,704 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $ACH = 28,16$  dan  $Re = 9579,86$ .

Kata Kunci : *wind catcher*, pendingin udara, hemat energi, blower

# THE EFFECT OF BLOWER ROUND ON WIND DISTRIBUTION CHARACTERISTICS FOR BUILDING COMFORT

Alfinovawan Lumban Tobing<sup>1</sup>, Eddy Elfiano ST., M. Eng.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>S1 Faculty of Mechanical Engineering Islamic University Of Riau, <sup>2</sup>Mechanical Engineering, Faculty Of Engineering, Islamic University of Riau

[alfinovawan@student.uir.ac.id](mailto:alfinovawan@student.uir.ac.id)

## ABSTRACT

Natural ventilation is an alternative energy-saving cooling device to reduce electricity consumption in buildings, this ventilation is a promising solution to reduce problems in terms of electricity consumption in the air cooling section such as the use of AC and others. There are two main functions of the concept in natural ventilation (1) providing a good IAQ (Air Quality Index) without the use of electricity to power the air conditioner and (2) increasing thermal comfort by providing ventilation to the user..To get the effective value of airflow using additional blower. This research begins by preparing tools and materials such as anemometers, thermometers, hygrometers, pyranometers, solar panels, and dimers. After that, adjust the rotation of the blower and spray spray in the wind catcher room to help humidify the air entering the room. This research will produce a device. which is environmentally friendly and energy efficient to cool the room. The test was carried out in building C, Islamic University of Riau at 10.30-13.30 WIB. As for the 9 studies that have been carried out, it was found that the 8th test is the test with the best data results in this study. Where the 8th test in the first experiment resulted in  $Q_{vent}= 14.93 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q= 0.896 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $ACH=35.84$  and  $Re= 16603.88$ . While the second test, which is the best of the 3 trials in the 8th test, resulted in  $Q_{vent} = 21.33 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q = 1.28 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $ACH = 51.2$  and  $Re = 16575.41$ . And the third experiment resulted in  $Q_{vent}= 11.73 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q= 0.704 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $ACH=28.16$  and  $Re= 9579.86$ .

**Keywords:** wind catcher, air conditioner, energy saving, blower

## DAFTAR ISI

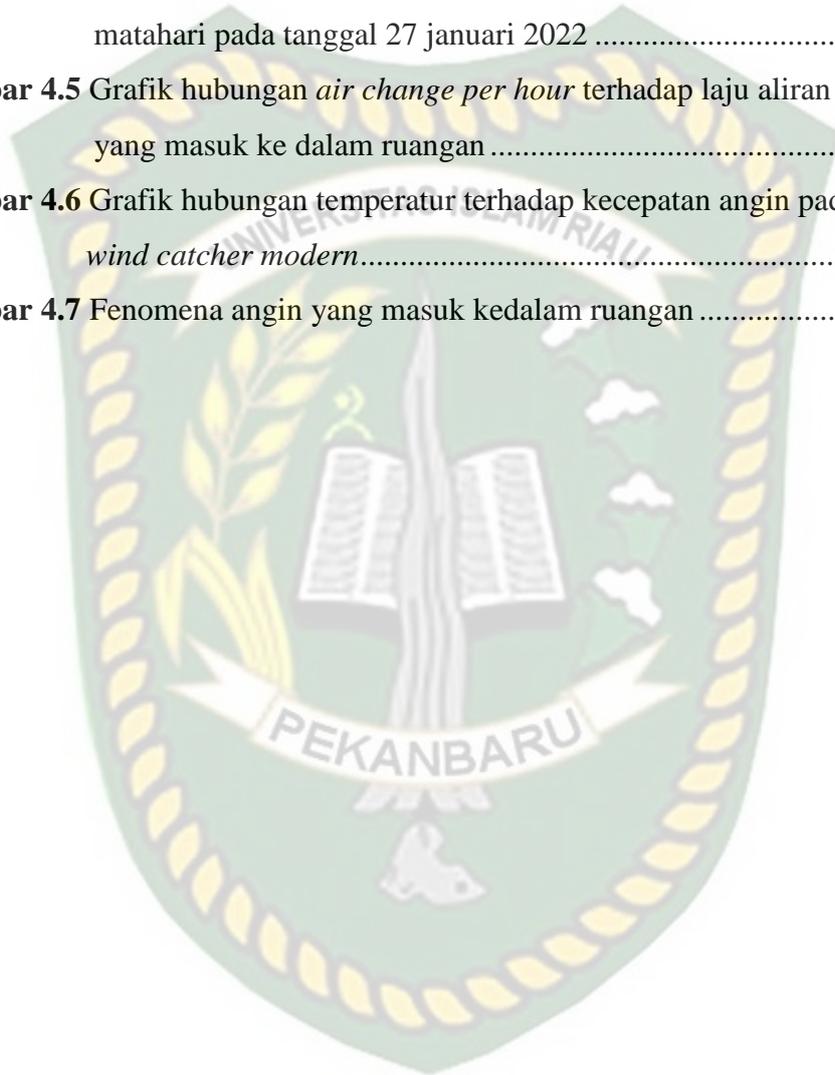
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat hasil penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 <i>Wind Cather</i> (penangkap angin).....	5
2.2 Faktor yang mempengaruhi efisiensi <i>wind cather</i> .....	6
2.3 Konsep <i>Wind Catcher modern</i> .....	6
2.4 Faktor Utama Efektifnya Penangkap Angin.....	7
2.4.1 Angin.....	7
2.4.2 Kelembaban Udara.....	8
2.4.3 Temperatur.....	9
2.4.4 Intensitas Cahaya Matahari.....	9
2.5 Komponen utama <i>Wind Catcher</i> .....	9
2.6 <i>Wind Cather Modern</i> .....	11
2.7 Relatif Humidity (RH).....	14
2.8 Prinsip Kerja Ventilasi Alami dengan menggunakan blower.....	15
2.9 Laju Ventilasi.....	16
2.10 Kenyamanan Termal.....	17

2.11 Bilangan Reynold .....	18
2.12 Computational Fluid Dynamics (CFD).....	22
2.12.1 Penjelasan Umum .....	22
2.12.2 Manfaat <i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD) .....	23
2.12.3 Software CFD .....	23
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	26
3.2 Studi Literatur .....	27
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian .....	27
3.3.1 Tinggi Wilayah Bukit Raya .....	27
3.3.2 Lokasi Penelitian .....	27
3.4 Alat dan Bahan .....	28
3.4.1 Alat .....	28
3.4.2 Bahan .....	33
3.5 Metode Pengujian .....	35
3.5 Jadwal Kegiatan Penelitian .....	36
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
4.1 Data dan Hasil Penelitian .....	38
4.2 Hasil Dan Pembahasan Dengan Metode Experimental Dan Numerical.....	41
4.3 Grafik Dan Analisa Hasil Penelitian .....	46
4.4 Analisa pembahasan data hasil penelitian dengan metode Numerical menggunakan CFD. ....	53
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>57</b>
5.1 Kesimpulan .....	57
5.2 Saran .....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>59</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Prinsip kerja penangkap angin.....	6
<b>Gambar 2.2</b>	Komponen <i>wind catcher</i> .....	10
<b>Gambar 2.3</b>	Partisi dari <i>wind catcher</i> .....	11
<b>Gambar 2.4</b>	Sistematik penangkap angin dengan panel surya dan kipas ( <i>powered fan</i> ).....	12
<b>Gambar 2.5</b>	Diagram skema penangkap angin pendingin evaporative dengan cerobong surya miring.....	13
<b>Gambar 2.6</b>	Bentuk penangkap angin monodraught.....	13
<b>Gambar 2.7</b>	Menara pendingin udara pasif.....	14
<b>Gambar 2.8</b>	Jenis aliran fluida.....	18
<b>Gambar 2.9</b>	(a) <i>Circular tube</i> (b) <i>Square duct</i> (c) <i>Rectangular duct</i> .....	19
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram alir penelitian.....	19
<b>Gambar 3.2</b>	<i>Workshop</i> fakultas teknik.....	21
<b>Gambar 3.3</b>	<i>Wind catcher</i> modern.....	21
<b>Gambar 3.4</b>	<i>Wind catcher</i> tampak atas.....	22
<b>Gambar 3.5</b>	Anemometer.....	22
<b>Gambar 3.6</b>	Termometer.....	23
<b>Gambar 3.7</b>	<i>Hygrometer</i> .....	23
<b>Gambar 3.8</b>	<i>Pyranometer</i> .....	24
<b>Gambar 3.9</b>	Blower.....	24
<b>Gambar 3.10</b>	Bimmer.....	25
<b>Gambar 3.11</b>	Baja ringan.....	25
<b>Gambar 3.12</b>	Baut kanal.....	26
<b>Gambar 3.13</b>	Cover plastik.....	26
<b>Gambar 3.14</b>	Ventilasi.....	27
<b>Gambar 4.1</b>	Grafik hubungan kecepatan (m/s) pada <i>wind catcher</i> alami terhadap kecepatan angin pada <i>wind catcher modern</i> .....	38
<b>Gambar 4.2</b>	Grafik hubungan antara kecepatan angin yang masuk kedalam ruangan (m/s) terhadap variasi putaran blower (RPM).....	39

<b>Gambar 4.3</b> Grafik hubungan antara volume udara melalui ventilasi terhadap kecepatan angin sekitar .....	40
<b>Gambar 4.4</b> Grafik hubungan temperatur udara terhadap intensitas cahaya matahari pada tanggal 27 januari 2022 .....	41
<b>Gambar 4.5</b> Grafik hubungan <i>air change per hour</i> terhadap laju aliran volume yang masuk ke dalam ruangan .....	42
<b>Gambar 4.6</b> Grafik hubungan temperatur terhadap kecepatan angin pada ruangan <i>wind catcher modern</i> .....	43
<b>Gambar 4.7</b> Fenomena angin yang masuk kedalam ruangan .....	44



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Kecepatan dan arah angin di Kota Pekanbaru .....	8
<b>Tabel 2.2</b> Kebutuhan <i>air changes per hour</i> .....	16
<b>Tabel.2.3</b> Kecepatan Angin dan Pengaruh terhadap Kenyamanan Termal .....	18
<b>Tabel 3.1</b> Tinggi Wilayah (mdpl) Kecamatan Pekanbaru .....	20
<b>Tabel 3.2</b> Jadwal Kegiatan Penelitian .....	29
<b>Tabel 4.1</b> Hasil pengujian dengan kecepatan 2600 RPM.....	31
<b>Tabel 4.2</b> Data hasil pengujian dengan kecepatan 3200 RPM .....	31
<b>Tabel 4.3</b> Data hasil pengujian dengan kecepatan putaran blower 3500 rpm..	32
<b>Tabel 4.4</b> Data hasil pengujian <i>windcatcher</i> tanpa <i>blower</i> jenis geometri vertical.....	33
<b>Tabel 4.5</b> data hasil analisa dengan kecepatan putaran blower 2600 rpm.....	34
<b>Tabel 4.6</b> Data hasil analisa dengan kecepatan putaran blower 3200 RPM.....	36
<b>Tabel 4.7</b> data hasil analisa dengan kecepatan putaran blower 3500 RPM.....	36
<b>Tabel 4.8</b> Data hasil analisa geometri ventilasi vertical .....	37

## DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
$Q_a$	Debit aliran fluida	$(m^3/s)$
$V$	Volume ruangan	$(m^3)$
$t$	Waktu	$(s)$
$v$	Kecepatan aliran fluida	$(m/s)$
$v_r$	Laju aliran Ventilasi	$(1/s)$
$L$	<i>Lengthy</i> (panjang maksimum)	$(m)$
$W$	<i>Width</i> (lebar)	$(m)$
$H$	<i>High</i> (tinggi ruangan)	$(m)$
$A$	Luas bukaan inlet	$(m^2)$
$\rho_a$	Massa jenis fluida	$(kg/m^3)$
$Nu$	Bilangan Nusselt	-
$Re$	Bilangan Reynolds	-
$Pr$	Prandtl <i>number</i>	-
$\Delta T_h$	Selisih temperatur fluida	$(^\circ C)$
$F$	Faktor koreksi	-
$T_1$	Temperatur udara disekitar	$(^\circ C)$
$T_s$	Temperatur udara yang masuk melalui ventilasi	$(^\circ C)$
$RH$	<i>Relative Humidity</i>	$(\%)$
	Intensitas Cahaya	$(W/m^2)$
$C_v$	Efektifitas Bukaan	-
$c$	<i>Capacity ratio</i> (rasio luas bukaan)	-
$ACH$	<i>Air Change per Hour</i>	-

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Ventilasi alami merupakan alat pendingin alternatif hemat energi yang dapat mengurangi pemakaian listrik pada bangunan. Ventilasi tersebut dapat dijadikan solusi yang cukup menjanjikan untuk mengurangi masalah dalam segi pemakaian listrik pada bagian pendinginan udara seperti pemakaian AC dan lain-lain. Terdapat dua fungsi utama konsep dalam ventilasi alami (1) penyediaan IAQ (*Index Air Quality*) yang baik tanpa adanya pemakaian listrik untuk menyalakan AC dan (2) meningkatkan kenyamanan termal dengan memberikan ventilasi kepada pengguna, baik secara langsung, saat aliran udara meningkatkan sensasi pendinginan (kenyamanan ventilasi), atau tidak langsung.

Salah satu sistem ventilasi alami tradisional yang diterapkan di gedung, yang memanfaatkan energi terbarukan angin sebagai sumbernya, *wind catcher* adalah sistem ramah lingkungan dan berkelanjutan yang menargetkan untuk memerangi krisis energi, sambil meningkatkan IAQ dan kenyamanan termal di dalam gedung. Selain itu, manfaat lain dari *wind cather* adalah biaya perawatan yang rendah karena tidak ada bagian yang bergerak, pemanfaatan udara bersih dan segar di tingkat atap dibandingkan dengan jendela tingkat rendah .

Kualitas udara dalam ruangan IAQ adalah kondisi kandungan udara di dalam ruangan yang dapat mempengaruhi kesehatan dan kenyamanan penghuni suatu ruangan (Satwiko, 2009). Ketika suatu bangunan digunakan, terkadang terjadi berbagai aktivitas manusia (bernafas, merokok, memasak) dan pelepasan senyawa lain (cat baru, debu, kapur barus,) dari benda-benda tertentu. Ketika udara yang bersih tercemar oleh unsur-unsur tersebut dengan melewati batas ambang yang diperbolehkan, maka dapat mengganggu kenyamanan serta kesehatan manusia. Unsur-unsur yang melewati batasan yang ditentukan disebut sebagai polutan.

Penangkap angin diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama: penangkap angin tradisional dan penangkap angin modern. Arsitek telah memodifikasi penangkap angin *modern* dari arsitektur ternama dari Timur Tengah. Penangkap angin modern telah dikembangkan untuk memanfaatkan penangkap angin tradisional dan memaksimalkan kinerja mereka untuk mengadopsi perkembangan dengan prinsip dan teknologi bangunan yang canggih. Pemanfaatan penangkap angin komersial sekarang berkembang luas, terutama untuk ruang dalam bangunan dengan jumlah penghuni yang banyak seperti sekolah dan gedung perkantoran . Misalnya, lebih dari 7000 penangkap angin dipasang di gedung-gedung umum Inggris selama 15 tahun terakhir menampilkan penangkap angin empat sisi komersial dengan panel surya , kipas bertenaga surya (Jomehzadeh,2016).

Di Indonesia khususnya kota-kota besar kualitas udaranya cenderung kotor diakibatkan oleh emisi hasil gas pembakaran kendaran, serta tidak tertibnya masyarakat dalam membakar sampah mengakibatkan terjadinya polusi udara. Oleh karena itu diberi alat tambahan seperti blower untuk menghisap serta memaksimalkan udara untuk masuk pada *wind cather*, serta tambahan alat seperti filter dan juga air *spray* untuk menyaring udara kotor yang masuk melalui ventilasi menjadi lebih baik dan ruangan juga menjadi lembab .

Berdasarkan latar belakang tersebut, timbulah ide untuk melakukan penelitian mengenai sistem aliran udara pada *wind cather* menggunakan *blower* bertenaga surya untuk kenyamanan ruangan bangunan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dengan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang dapat ditentukan adalah sebagai berikut :

1. Berapa besarkah kecepatan udara,temperatur,*humidity* yang dapat dihasilkan oleh wind cather dengan bantuan blower bertenaga surya.
2. Faktor apa saja yang mempengaruhi kinerja wind cather dengan blower bertenaga surya.

3. Apakah ada perbedaan laju aliran udara pada wind catcher tradisional dan *modern*?
4. Apakah *wind catcher modern* mampu untuk mengatasi permasalahan terutama di bagian kenyamanan seperti mengurangi polusi udara yang masuk pada ruangan?

### 1.3 Batasan masalah

Pada penelitian ini agar tidak keluar dari topik pembahasan , maka penulis membuat batasan masalah adapun batasan masalahnya sebagai berikut:

1. Pengujian ini dilakukan menggunakan sistem aliran udara paksa dengan bantuan blower bertenaga surya.
2. Pengujian ini dilakukan hanya mencari hasil kecepatan udara ,temperatur ,*humidity* dengan bantuan blower bertenaga surya.
3. Perhitungan *numerical* pengujian sistem aliran paksa dengan bantuan blower memakai *software ansys fluent*.
4. Pengujian ini dilakukan dengan menghitung perbedaan putaran pada blower.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Disetiap penelitian yang dilakukan tentu saja ingin mendapatkan tujuan dari penelitian tersebut:

1. Untuk mengetahui berapa besar kecepatan udara ,temperatur,*humidity* yang dapat dihasilkan oleh *wind cather* tersebut.
2. Untuk mendapatkan nilai efektif dari aliran udara yg menggunakan tambahan alat blower.
3. Untuk mengetahui perbandingan jenis aliran udara yang masuk pada *wind catcher alami* dan *wind catcher modern*

### 1.5 Manfaat hasil penelitian

Pada penelitian ini ada pun manfaat yang dapat diambil seperti:

1. Dapat menghemat energi dalam penggunaannya..
2. Biaya pemeliharannya cukup terbilang rendah, karena *wind catcher* tersebut memakai panel surya.
3. Memanfaatkan udara di atas atap yang lebih segar dan terbilang cukup bersih dibandingkan dengan udara pada jendela yang rendah.
4. Memanfaatkan sinar matahari sebagai energi pada panel surya dan diterukan untuk menggerakkan *blower*.
5. Sangat fleksibel bisa diatur putaran *blowernya* yang berpengaruh pada kecepatan angin yang masuk

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 *Wind Cather* (penangkap angin)

*Wind catcher* merupakan sebuah komponen arsitektur yang ditempatkan pada atap bangunan untuk memberikan udara segar ke dalam ruangan dan melepaskan udara tidak segar melalui jendela atau pembuangan lainnya (Saadatin *et al.*, 2012 dan Montazeri, 2011) bentuk penangkap angin tidak hanya indah dan dekoratif, tetapi juga memiliki fungsi dan potensi yang cukup besar karena berperan penting dalam sistem pendinginan melalui ventilasi untuk ruangan, gudang, pada tempat ibadah dengan cara alami tanpa menggunakan energi listrik (Deghani-sani, 2018) (Ismail & Miran, 2019). Karena *wind catcher* tidak memiliki bagian yang bergerak membantu mengurangi kebisingan dan biaya perawatannya yang murah.

*Wind catcher* sudah digunakan sejak 2000 tahun yang lalu di Timur Tengah seperti Dubai, Jordan, Bahrain, Oman, Iran and Pakistan, Namun tidak diketahui siapa yang pertama kali menemukan *Wind catcher* (Elzaidabi, 2009). Sebelum ditemukan sistem pendingin mekanis, alat ini memanfaatkan sumber daya alam untuk memberikan kenyamanan ruangan di iklim panas, salah satu contohnya adalah penangkap angin ini (Valipour & Oshrieh), dan sudah banyak digunakan di belahan negara saat ini.

*Wind catcher* juga memiliki manfaat seperti teknologi pasif, dimana alat ini memanfaatkan energi terbarukan berupa angin untuk beroperasi sehingga lebih hemat biaya dan lebih sehat (Bahadori *et al.*, 2008). Selain untuk meningkatkan kenyamanan pada manusia, biaya pemeliharannya juga rendah karena *wind catcher* tidak bergerak dan memanfaatkan udara di atas atap yang lebih segar dan bersih dibandingkan dengan udara pada jendela rendah (Elmualim, 2009).

## 2.2 Faktor yang mempengaruhi efisiensi *wind catcher*.

### 1. Ketinggian penangkap angin

Ada hubungan langsung antara ketinggian, kecepatan angin, dan suhu udara. Ketinggian penangkap angin berbanding lurus dengan kecepatan angin.

### 2. Penampang penangkap angin

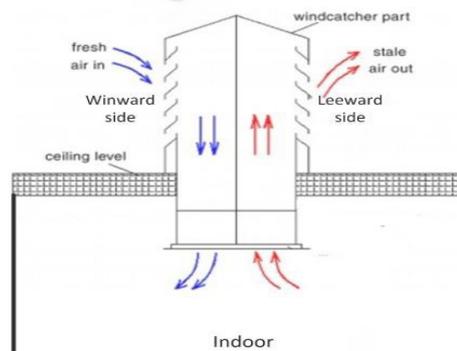
Rencana penampang mempengaruhi total volume udara dan kecepatan angin yang lewat. Ukuran poros berbanding lurus dengan jumlah udara yang masuk ke dalam gedung.

### 3. Lubang masuk dan keluar udara

Untuk mencapai kecepatan masuk udara maksimum sumbu panjang bukaan masuk penangkap angin tegak lurus dengan arah angin.

## 2.3 Konsep *Wind Catcher modern*

Fatemeh jomehazadeh *et al.*, 2016 mengatakan prinsip kerja dari sistem penangkap angin terutama didasarkan pada efek angin dan efek apung (*buoyancy*) Pada saat siang hari pergerakan angin diluar ruangan pada bagian atap masuk kedalam penangkap angin dan menimbulkan tekanan positif yang masuk melalui tempat masuknya angin (*windward*) ke ruangan dan pada waktu bersamaan tekanan negatif yang berada didalam ruangan akan keluar melalui tempat keluarnya angin (*leeward*) seperti pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Prinsip kerja Penangkap angin (Benkari et all, 2017)

Perbedaan tekanan ini dapat memasukkan udara segar kedalam ruangan dan membuang udara panas di dalam ruangan agar tidak terjadi suasana pengap. Pada saat malam hari, kondisi angin yang rendah sistem penangkap angin beroperasi menggunakan efek apung (*buoyancy*) alami dari kekuatan suhu melalui *windward* (Jomehzadeh, *et al.*, 2017).

Seiring dengan perkembangan zaman teknologi terus berkembang dengan memanfaatkan sumber daya alam yang memiliki potensi besar, salah satu teknologi tersebut adalah *wind catcher*. Salah satu jenis *wind catcher* yang terus berkembang adalah *wind catcher modern*, Dimana kelebihanannya adalah dengan menggabungkan beberapa komponen tambahan seperti panel surya, spray. Filter udara dan *blower*.

*Wind catcher modern* memiliki prinsip kerja yang berbeda dengan *wind catcher* tradisional, di mana perbedaan tersebut ialah menghisap secara paksa angin yang berada di sekitar lingkungan lalu di hisap dengan menggunakan *blower* bertenaga surya. karena teknologi ini sebagai salah satu cara untuk memanfaatkan sumber daya alam maka *blower* tersebut menggunakan panel surya .

## **2.4 Faktor Utama Efektifnya Penangkap Angin**

Beberapa faktor penentu dalam memaksimalkan kinerja dari penangkap angin

### **2.4.1 Angin**

Angin merupakan udara yang bergerak di bumi. Pergerakan angin diakibatkan oleh beberapa hal, salah satunya 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 temperatur. Daerah yang panas karena menerima lebih banyak matahari, temperaturnya akan tinggi dan tekanannya rendah. Sebaliknya, wilayah dengan temperatur yang rendah, tekanannya akan menjadi tinggi. Angin juga dapat di ukur dengan sebuah alat

yaitu Anemometer. Berdasarkan data BMKG pada tahun 2019 arah dan kecepatan angin pada Pekanbaru seperti pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Kecepatan dan arah angin di Kota Pekanbaru pada tahun 2019

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°)
<b>Total</b>		<b>293</b>	<b>82.8</b>	

Keterangan :

- NW = *Northwest* (Barat Laut)
- NE = *Northeast* (Timur Laut)
- S = *South* (Selatan)

#### 2.4.2 Kelembapan Udara

Kelembapan 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 kelembapan udara mempunyai arti penting karena besar uap air di udara merupakan salah satu indikator akan terjadinya hujan.

Uap air juga menyerap radiasi bumi, sehingga kelembapan 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 kelembapan 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 kelembapan udara. Kelembapan maksimum udara di Pekanbaru ialah 96%-100%, dan kelembapan minimum udara pekanbaru ialah 46%-62% ini terjadi jika musim kemarau.

### 2.4.3 Temperatur

Temperatur adalah besaran yang menyebutkan derajat panas dingin suatu benda dan alat yang dipakai untuk mengukur temperatur adalah thermometer. Dalam kehidupan sehari-hari dimana masyarakat untuk mengukur temperatur cenderung lebih menggunakan indera peraba atau perasa. Tetapi dengan adanya perkembangan teknologi maka diciptakanlah termometer untuk mengukur temperatur secara 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  $20.2^{\circ}\text{C}$ - $23^{\circ}\text{C}$ .

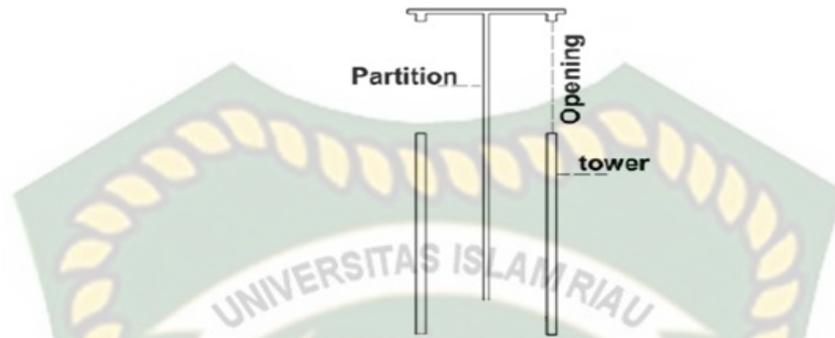
### 2.4.4 Intensitas Cahaya Matahari

Intensitas cahaya 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 masa jenis udara yang berubah maka kecepatan angin pun akan ikut berpengaruh. Intensitas sinar matahari paling tinggi ialah  $1353 \text{ W/m}^2$ , jika tidak hujan, asap, debu dan awan. Intensitas sinar matahari di Pekanbaru bisa mencapai  $1100 \text{ W/m}^2$ . Intensitas cahaya matahari juga dapat di ukur dengan alat yaitu piranometer.

## 2.5 Komponen utama *Wind Catcher*

Ada beberapa komponen utama *wind catcher* yang biasanya terdapat pada penangkap angin dengan bentuk segi empat ataupun segi delapan memiliki

menara yang dipisahkan oleh sekat. Penangkap angin ini minimal memiliki satu bukaan atau ventilasi pada bagian atas untuk masuknya udara ke dalam ruangan.



**Gambar 2.2** Komponen *wind Catcher* (Valipour *et al.*, 2012)

1. Tower

Bagian utama dari *wind catcher* adalah tower yang terletak di atas gedung dan ketinggian tower tergantung tempat dan lingkungan. Bagian yang lebih tinggi adalah tempat ventilasi ditempatkan dan bagian bawah menara yang menggambarkan tangkai. permukaan luar akan didekorasi untuk menambah estetika dari *wind catcher*.

2. Ventilasi

*Opening* atau biasa di sebut ventilasi terletak pada bagian atas menara sebagai laluan udara masuk ke ruangan. Jumlah ventilasi tergantung pada jenis penangkap angin. bentuk heksagonal, persegi panjang, oktagonal dan persegi tergantung dari jenis *wind catcher*.

a) *Wind catcher* persegi

*Wind catcher* jenis memiliki dua sampai empat sisi ventilasi yang dapat menangkap udara dari dua sampai empat arah mata angin.

b) *Hexagonal wind catcher*

*Wind catcher* jenis ini umumnya memiliki enam sisi dari tower.

c) *Rectangular wind catcher*

*Wind catcher* bentuk ini jenis ini memiliki satu, dua atau empat sisi bukaan.

3. Partisi Pada *Wind Catcher*

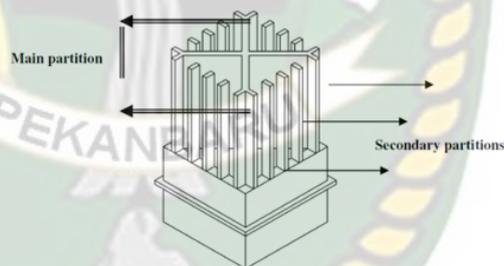
Ada beberapa partisi atau bagian dari *wind catcher* yaitu partisi utama dan partisi kedua yang bertujuan untuk melindungi, membantu udara masuk dan membantu struktur menara terbuat dari batu bata dan jenis bahan yang kuat lainnya.

a) Partisi utama (*Main Partition*)

Partisi utama berada tepat di tengah tower akan dibagi lagi menjadi empat enam atau delapan bagian. Partisi membantu udara masuk dan keluar pada saat bersamaan. Partisi utama biasanya berbentuk "H", tegak lurus atau diagonal (Valipour dan Oshrieh, 2012).

b) Partisi kedua (*Secondary Partition*)

Partisi kedua atau bagian kedua dari *wind catcher* memiliki tujuan yaitu menambahkan struktur yang kuat. Partisi sekunder selebar dinding luar ruangan dan menjaga permukaan yang kontak dengan angin panas di siang hari agar udara yang masuk tidak terasa panas (Gambar 2.3).



**Gambar 2.3** Partisi dari *Wind Catcher* (Valipour et al., 2012)

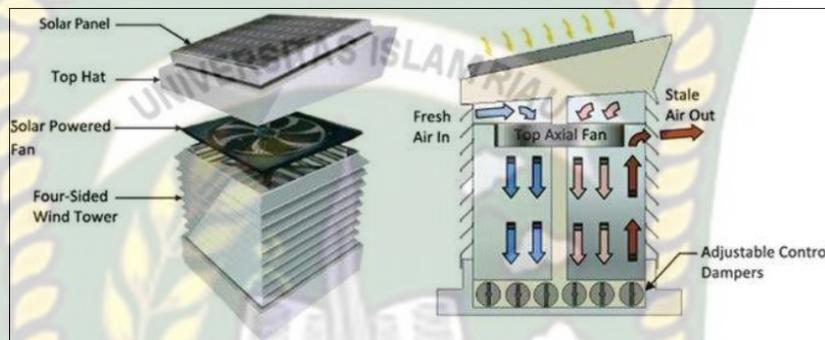
## 2.6 *Wind Cather Modern*

Seiring kemajuan teknologi dan perkembangan zaman, *wind catcher* juga dilengkapi dengan alat atau teknologi yang lebih maju dibandingkan dengan *wind catcher* alami yang hanya memanfaatkan keadaan angin, tinggi tower serta bukaan pada ventilasi. beberapa contoh *wind catcher modern*, yaitu:

1. Penangkap angin menggunakan panel surya dan kipas angin (*powered fan*)

Penangkap angin jenis ini dapat mengurangi masalah dari kurangnya angin dan arah mata angin yang tidak beraturan dengan bantuan panel surya yang dimana energi listrik yang dihasilkan oleh matahari digunakan untuk

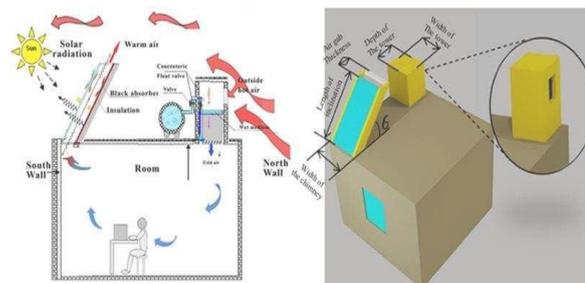
menggerakkan *powered fan* yang bertujuan untuk memaksa udara masuk ke dalam penangkap angin dan di alirkan ke dalam ruangan untuk bersirkulasi.kelebihan lain dari penangkap angin ini adalah ketika angin pada malam hari kurang bersirkulasi pada ventilasi ,kipas pada penangkap angin tadilah yang membantu memaksa angin pada malam hari,dan juga energi yang tersimpan di *battery* membuat *fan*(kipas) tetap berputar pada malam hari (Gambar 2.4).



**Gambar 2.4** Sistematik penangkap angin dengan panel surya dan kipas (*powered fan*) (Jomehazadeh *et al.*,2016).

## 2. Penangkap angin pendingin evaporatif dengan cerobong surya

Teknik pendinginan evaporasi adalah salah satu cara yang paling efisien dan telah lama dikenal untuk memberikan kenyamanan termal di iklim panas dan kering terutama di Timur Tengah Dalam metode ini, entalpi penguapan air yang besar memungkinkan untuk digunakan untuk pendinginan evaporatif. Selama penguapan, air menyerap panas dalam jumlah besar dari udara sekitarnya yang mengakibatkan penurunan suhu udara. Proses inilah yang memanfaatkan banyak energi yang lebih sedikit daripada pendinginan pendingin konvensional, dapat menjadi efisien dalam iklim kering dimana peningkatan kadar air udara dapat meningkatkan kenyamanan penghuninya (Gambar 2.5).



**Gambar 2.5** Diagram skema penangkap angin pendingin evaporatif dengan cerobong surya miring (Jomehzadeh *et al.* ,2016)

3. Penangkap angin historis (*monodraught*)

*Wind catcher* jenis ini memiliki tujuan yaitu untuk memberikan ventilasi serta cahaya alami keruang mana pun didalam bangunan. *Monodraught* sepenuhnya otomatis dan dapat diprogram serta dapat mengontrol ventilasi dengan ventilator langit-langit yang dapat disesuaikan sepenuhnya, peredam, serta berbagai jenis sensor. Salah satunya yaitu sensor Penangkap Angin ,dimana sensor ini dapat mencakup suhu udara, CO<sup>2</sup>, pergerakan angin, kebisingan, dan kelembaban tergantung pada program yang telah dibuat atau ditentukan oleh pengguna (Gambar 2.6).



**Gambar 2.6** Bentuk penangkap angin *monodraught* (Shorbagy, 2010)

4. *Wind catcher* dengan sistem venturi

Arsitek barat lainnya mengintegrasikan prinsip penangkap angin dengan teknologi *modern* sebagai perangkat yang berguna untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi udara segar yang disediakan. Desain menara keren yang canggih dikembangkan untuk menggabungkan penangkap angin tradisional dan perangkat modern Itu terbuat dari aluminium ringan dan dilengkapi dengan sendok putar melawan arah angin besar untuk menciptakan aliran udara yang lebih besar.

Ventilasi ini juga berputar dengan sistem venturi untuk menjaga agar bukaan knalpot menjauhi angin. Dengan sistem ini angin dapat bertiup dari segala arah dan menara pendingin akan terus berfungsi. Sistem ini juga dilengkapi dengan tangki air dan pompa kecil untuk mengalirkan dan menguapkan air untuk

mendinginkan udara yang masuk. Pintu yang dapat dilepas untuk menutup puncak menara jika terjadi badai (Gambar 2.7).



**Gambar 2.7** Menara pendingin udara pasif (Abdel-moniemEl-Shorbagy, 2010)

## 2.7 *Relatif Humidity (RH)*

Kelembapan merupakan suatu tingkat keadaan lingkungan udara basah yang disebabkan oleh adanya uap air. Tingkat kejenuhan sangat dipengaruhi oleh temperatur. Kelembapan relatif atau disebut juga *relatif humidity* adalah suatu persentase keberadaan uap lembap terhadap tingkat uap lembap tertinggi dalam udara pada temperatur tertentu. Kelembapan relatif diukur pada suhu tinggi dan rendah karena udara dingin dapat menampung air lebih banyak daripada udara hangat. secara tidak langsung *Relative Humidity* secara umum mampu mewakili pengertian kelembapan. (Lagiyono, 2012) kelembapan relatif juga dapat diukur dengan alat ukur seperti hygrometer.

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/Menkes/SK/XI/2002 mengenai Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri, bahwa persyaratan udara ruangan yang baik memiliki range suhu berkisar 18 °C – 28 °C dan kelembapan udara 40% - 60%. Apabila suhu udara diatas 28 °C maka diperlukan alat penata udara seperti kipas angin atau *Air Conditioner (AC)*.

Para ahli kesehatan merekomendasikan tingkat kelembapan udara pada kisaran 40-60%. apabila tingkat kelembapan didalam ruangan di atas 60% bisa mengakibatkan virus, jamur, tungau, lumut dan bakteri di dalam ruangan

tersebut. sebaliknya jika tingkat kelembapan dibawah 40% maka akan membuat kulit, tenggorokan dan mata menjadi kering serta gatal.

## 2.8 Prinsip Kerja Ventilasi Alami dengan menggunakan *Blower*

Sistem kerja dari ventilasi alami dengan menggunakan *Blower* tergantung pada pengaturan kecepatan dari *Blower* tersebut atau perbedaan suhu dari satu ruang ke ruang lain untuk mensirkulasikan udara melalui bangunan. Laju pertukaran udara pada ventilasi dipengaruhi oleh total luas bukaan, arah bukaan, kecepatan angin dan perbedaan temperatur di luar dan di dalam ruangan serta kecepatan *Blower* . Sehingga mempengaruhi atau membentuk pola aliran dan distribusi udara dalam ruangan yang dapat menentukan besarnya distribusi suhu dan kelambaban udara serta temperatur dalam ruangan.

Ventilasi ini digunakan sebagai pendinginan pasif *modern* yang sangat efektif untuk mengurangi jumlah konsumsi energi yang digunakan untuk sistem pendingin ruangan. Karena dalam penggunaannya ventilasi ini menggunakan energi matahari sebagai sumber energi pada penggerak *Blower* .

Pergantian udara dalam ruangan sering dinyatakan dalam satuan ACH (*Air Change per Hour*). ACH merupakan jumlah pergantian seluruh udara dalam ruangan dengan udara segar dari luar setiap jam-nya (Satwiko, 2009). Menurut SNI, ACH yang bagus untuk ruang belajar sebesar 8 ACH. M.Evans (1980). Persamaan yang digunakan untuk mencari nilai ACH adalah sebagai berikut :

$$N = 60.Q/V \dots\dots\dots \text{persamaan 2.1}$$

Keterangan :

N = Jumlah *Air Change per Hour*

Q = besar laju udara (m<sup>3</sup>/s)

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

Berikut adalah tabel kebutuhan *air changes per hour* (ACH)/ pergantian udara minimal untuk sistem ventilasi yang ditunjukkan pada Tabel 2.2 berikut.

**Tabel 2.2** Kebutuhan *air changes per hour* (Satwiko, 2019)

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	30minimum
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

## 2.9 Laju Ventilasi

Laju ventilasi adalah jumlah laju udara per- $m^3$  yang melewati sistem bukaan (jendela) ke dalam bangunan setiap jam-nya. Laju ventilasi ditentukan oleh kecepatan dan arah angin dari luar bangunan. Adanya bangunan sekitar atau penghalang pada *inlet* dapat mengurangi laju ventilasi, maka disarankan agar jarak antar bangunan berjarak minimal 6 kali dari tinggi penghalang (Mediastika, 2002).

Mike Thompson (2000) menyatakan bahwa laju ventilasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut apabila tidak dilakukan pengukuran.

$$V_{\text{vent}} = \frac{V \cdot \text{ACH} \cdot 1000}{3600} \dots \dots \dots \text{persamaan 2.2}$$

Keterangan :

$V_{\text{vent}}$  = laju aliran volume udara melalui ventilasi ( $m^3/s$ )

$V$  = Volume Ruangan ( $m^3$ )

ACH = Banyaknya pertukaran udara per jam

Dengan mengukur laju angin, maka laju ventilasi dapat dihitung dengan perumusan oleh Satwiko (2009) yang merumuskan perhitungan laju ventilasi berdasarkan perbedaan tekanan angin sebagai berikut:

$$Q = A \cdot v \dots \dots \dots \text{persaman 2.3}$$

Keterangan :

- Q = Laju ventilasi (m<sup>3</sup>/detik)
- A = Luas bukaan *inlet* (m<sup>2</sup>)
- v = Kecepatan angin (m/detik)

### 2.10 Kenyamanan Termal

Menurut ASHRAE (*American society of heating, refrigerating and air conditioning engineers*, 1989), kenyamanan termal merupakan kondisi dimana seseorang merasa nyaman dengan keadaan temperatur lingkungannya, yang apabila digambarkan dalam konteks sensasi dimana seseorang tidak merasakan temperatur udara terlalu panas maupun terlalu dingin. *kenyamanan* diartikan sebagai suatu kondisi tertentu yang dapat memberikan sensasi yang menyenangkan bagi pengguna bangunan (Rilatupa, 2008) . Menurut ASHRAE (1989), kenyamanan termal dipengaruhi oleh 4 faktor diantaranya:

#### 1. Kelembapan udara

Kelembapan udara relatif untuk daerah tropis menurut SNI 03-6572-2001 adalah sekitar 40% - 50%. Untuk ruangan yang memiliki kapasitas padat seperti ruang pertemuan, kelembapan udara relatif yang dianjurkan adalah antara 55%-60%.

#### 2. Temperatur Udara

Temperatur udara merupakan faktor utama dari kenyamanan termal walaupun hal ini tergantung pada ciri perasaan subjektif dan kenyamanan berperilaku. Standar kenyamanan termal untuk kategori hangat nyaman menurut (Rilatupa, 2008) dalam (Lippsmeir, 1994) batas kenyamanan untuk kondisi khatulistiwa adalah pada kisaran suhu udara 22,5°C - 29°C dengan kelembapan udara 20 – 50%.

3. Temperatur *radiant*

Radiasi matahari mempunyai pengaruh yang besar terhadap sensasi termal.

4. Kecepatan Angin

Kecepatan udara yang baik menurut SNI 03-6572-2001 0,25 m/s. Kecepatan udara tersebut dapat dibuat lebih besar dari 0,25 m/s tergantung dari kondisi temperatur udara kering dalam ruang. Kecepatan angin dan pengaruh angin dapat dilihat pada table 2.3 dibawah ini.

**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

Sumber: Razak, Gandarum, & Juwana, 2015

**2.11 Bilangan Reynold**

Dalam mekanika fluida, bilangan *Reynold* adalah bilangan untuk mengidentifikasi jenis aliran fluida yaitu laminar, transisi atau turbulen turbulen. Ada tiga faktor yang mempengaruhi jenis aliran yaitu kekentalan, rapat massa zat cair, dan diameter pipa Namanya diambil dari *Osborn Reynold* (1842-1912) yang mengusulkannya pada tahun 1983.

Dalam pengertian lain bilangan reynold juga disebut suatu bilangan tanpa dimensi yang digunakan untuk melihat menentukan jenis aliran. berikut persamaan dalam mencari bilangan *reynold*.

$$Re = \frac{v \times D_H}{\nu} \dots\dots\dots 2.4$$

Dimana:

- v = kecepatan rata-rata fluida yang mengalir (m/s)
- D<sub>H</sub> = Diameter Hidrolik (m)
- ν = viskositas kinematis (m<sup>2</sup>/s)

Bilangan *Reynold* merupakan bilangan tidak berdimensi yang berfungsi untuk menentukan bentuk aliran fluida serta posisi relatifnya pada skala yang menunjukkan pentingnya secara relatif kecenderungan turbulen terhadap kecenderungan laminar. Bilangan Re yang besar menunjukkan aliran yang sangat turbulen dengan kerugian yang sebanding dengan kuadrat kecepatan. Dalam aliran laminar kerugian berbanding lurus dengan kecepatan rata-rata.

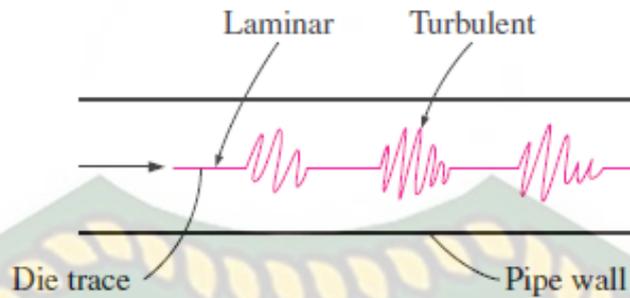
Bilangan *reynold* memiliki 3 jenis aliran fluida yang berbeda karakteristik serta nilainya. Berikut beberapa jenis aliran fluida beserta nilainya :

1. Aliran laminar

Aliran laminar adalah fluida yang bergerak dalam lapisan – lapisan, atau lamina – lamina dengan satu lapisan meluncur secara lancar. Dalam aliran laminar ini viskositas berfungsi untuk meredam kecendrungan terjadinya gerakan relatif antara lapisan. Pada aliran laminar, tiap-tiap partikel fluida mengikuti sebuah lintasan yang mulus, disebut streamline (lajur arus). Aliran laminar ini mempunyai nilai bilangan *Reynoldsnya* kurang dari 2300 (Re <2300).

2. Aliran Transisi

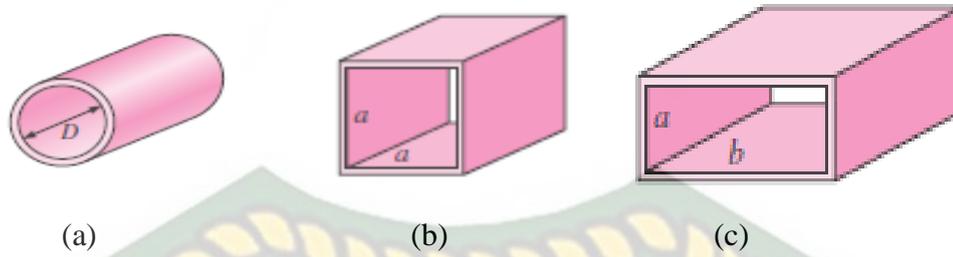
Aliran transisi merupakan aliran peralihan dari aliran laminar ke aliran turbulen. Keadaan peralihan ini tergantung pada viskositas fluida, kecepatan dan lain-lain yang menyangkut geometri aliran dimana nilai bilangan *Reynoldsnya* antara 2300 sampai dengan 4000 (2300 < Re < 4000) .



Gambar 2.8 Jenis aliran fluida  
Sumber : (Cengel, 2004)

- Laminar dan Aliran Turbulen Dalam Tabung

Aliran dalam tabung dapat bersifat laminar atau turbulen, tergantung pada kondisi aliran. Aliran fluida menjadi efisien dan dengan demikian laminar dengan kecepatan rendah, tetapi berubah menjadi turbulen saat kecepatan dinaikkan melebihi nilai kritis. Transisi dari laminar aliran turbulen tidak terjadi secara tiba-tiba; sebaliknya, ini terjadi pada beberapa kisaran kecepatan di mana aliran berfluktuasi antara laminar dan turbulen mengalir sebelum benar-benar bergolak. Kebanyakan aliran pipa ditemui dalam prakteknya sedang bergolak. Aliran laminar ditemui ketika cairan sangat kental seperti minyak mengalir dalam tabung berdiameter kecil atau saluran sempit. Untuk aliran melalui tabung non-lingkar, bilangan *Reynolds* serta bilangan *Nusselt* dan faktor gesekan didasarkan pada diameter hidrolis (Cengel, 2004). *Rectangular duct* merupakan saluran persegi panjang yang digunakan pada ventilasi untuk laluan masuknya angin kedalam *wind catcher* penelitian ini, dapat dilihat pada gambar 2.22.



Gambar 2.9 (a) *Circular tube* (b) *Square duct* (c) *Rectangular duct*

Sumber : (Cengel, 2004)

Mencari nilai diameter hidrolik pada aliran dalam *tube* dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$D_h = \frac{4 (\pi D^2 / 4)}{\pi D^2} \dots\dots\dots 2.5$$

Dimana :

D = Diameter *tube*

D<sub>h</sub> = Diameter Hidrolik (m)

Mencari nilai diameter hidrolik pada aliran *square duct* dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$D_h = \frac{4a^2}{4a} \dots\dots\dots 2.6$$

Mencari nilai diameter hidrolik pada aliran *Rectangular duct* dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$D_h = \frac{4 ab}{2 (a+b)} = \frac{2ab}{a+b} \dots\dots\dots 2.7$$

### 3. Aliran Turbulen

Aliran dimana pergerakan dari partikel – partikel fluida sangat tidak menentu karena mengalami percampuran serta putaran partikel antar lapisan, yang mengakibatkan saling tukar momentum dari satu bagian fluida kebagian fluida yang lain dalam skala yang besar. Dalam keadaan aliran turbulen maka turbulensi yang terjadi membangkitkan tegangan geser yang merata diseluruh fluida sehingga menghasilkan kerugian – kerugian aliran. Dimana nilai bilangan Reynoldsnya lebih besar dari 4000 ( $Re > 4000$ ).

## 2.12 *Computational Fluid Dynamics* (CFD)

### 2.11.1 Penjelasan Umum

*Computational Fluid Dynamics* (CFD) adalah suatu metode analisis sistem yang meliputi aliran *fluida*, perpindahan panas dan massa, serta fenomena lain (seperti reaksi kimia, aliran udara, aliran partikel) dengan menggunakan simulasi berbasis komputer.

CFD ini digunakan untuk melihat pergerakan udara yang mengalir di dalam *wind catcher* dengan metode *numerical*, dan memprediksi simulasi distribusi aliran udara dan suhu di dalam maupun diluar pada suatu ruangan

Keuntungan menggunakan CFD antara lain (Julianto, 2018):

1. Memberikan pemahaman rinci tentang distribusi aliran, kekurangan berat, pindah panas dan massa, pemisahan partikulat dan lain-lain sehingga dapat memberikan perencanaan rancang bangun yang lebih baik.
2. Memungkinkan untuk mengevaluasi perubahan geometrik dengan sedikit waktu dan biaya.
3. Dapat menjawab banyaknya pertanyaan “bagaimana kalau” dalam waktu singkat.
4. Mengurangi masalah peningkatan skala karena model berdasarkan dari fisika dasar dan skala yang independen.
5. Sangat berguna dalam kondisi simulasi dimana tidak mungkin untuk mengambil pengukuran inci, seperti suhu tinggi.

6. Dapat mengetahui akar penyebab bukan hanya efek saat evaluasi masalah dalam perencanaan.

### 2.11.2 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 prototypenya atau sulit untuk dilakukan pengujian, analisis CFD memungkinkan untuk menyelinap 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.

### 2.11.3 *Software* CFD

Dalam dunia teknik dan sains sangat banyak *software CFD* yang digunakan, diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. *OpenFOAM*<sup>®</sup>  
*OpenFOAM*<sup>®</sup> (*Open Field Operation and Manipulation*) adalah *CFD* Toolbox gratis yang bersifat non-komersil, karena merupakan paket perangkat lunak open source yang diproduksi oleh *OpenCFD*<sup>®</sup> Ltd. *OpenFOAM*<sup>®</sup> memiliki basis pengguna yang cukup besar pada bidang keteknikan dan sains, baik dari organisasi komersial maupun akademik. *OpenFOAM*<sup>®</sup> memiliki berbagai pilihan fitur untuk memecahkan permasalahan apa pun dari aliran fluida yang kompleks yang melibatkan

reaksi kimia, turbulensi dan perpindahan panas, dinamika struktur padat dan elektromagnetik.

The logo for OpenFOAM features the word "Open" in a black serif font, followed by a blue inverted triangle, and then "FOAM" in a bold black sans-serif font. The entire logo is centered within a light green shield-shaped background that has a faint watermark of the Universitas Islam Riau crest.

**Gambar 2.10.** Logo OpenFOAM

b. *FLUENT*<sup>®</sup>

*FLUENT*<sup>®</sup> adalah salah satu dari jenis program CFD yang menggunakan metode volume hingga. *FLUENT*<sup>®</sup> dapat menyelesaikan kasus aliran fluida dengan *mesh (grid)* yang tidak terstruktur sekalipun dengan cara yang relatif mudah, karena *FLUENT*<sup>®</sup> menyediakan fleksibilitas *mesh* yang lengkap.

*FLUENT*<sup>®</sup> didukung oleh jenis *mesh* tipe 2D *triangular-quadrilateral*, 3D *tetrahedral-hexahedral-pyramid-wedge*, dan *mesh* campuran (*hybrid*). *FLUENT*<sup>®</sup> juga memungkinkan untuk memperhalus atau memperbesar *mesh* yang sudah ada.



**Gambar 2.11.** Logo Ansys *FLUENT*<sup>®</sup>

*FLUENT*<sup>®</sup> sering digunakan karena memiliki kelebihan sebagai berikut:

1. *FLUENT*<sup>®</sup> mudah untuk digunakan
2. Model yang realistic (tersedia berbagai pilihan solver)
3. Diskritisasi atau *meshing* model yang efisien (dalam GAMBIT)
4. Cepat dalam penyajian hasil (bisa dengan paralel komputer)
5. Visualisasi yang mudah untuk dimengerti

Dalam dunia industry, *FLUENT*<sup>®</sup> sering digunakan untuk desain suatu sistem fluida, juga untuk mencari sumber atau analisis kegagalan suatu sistem fluida. klasifikasi penggunaan *FLUENT*<sup>®</sup> dalam dunia industri (secara umum): Aerospace, Otomotif, Biomedical, Proses kimia, Semikonduktor, Pertambangan, Petrokimia, Polimer, Pembangkit tenaga, Turbomachinery.

- c. XFlow<sup>®</sup>  
XFlow<sup>®</sup> adalah salah satu *software CFD* yang dirancang khusus untuk perusahaan yang membutuhkan akurasi data pada simulasi aliran, contohnya pada kasus *transient aerodynamic*, pengelolaan alir, proses kimia, otomotif, mikrofluida, dan interaksi struktur fluida.



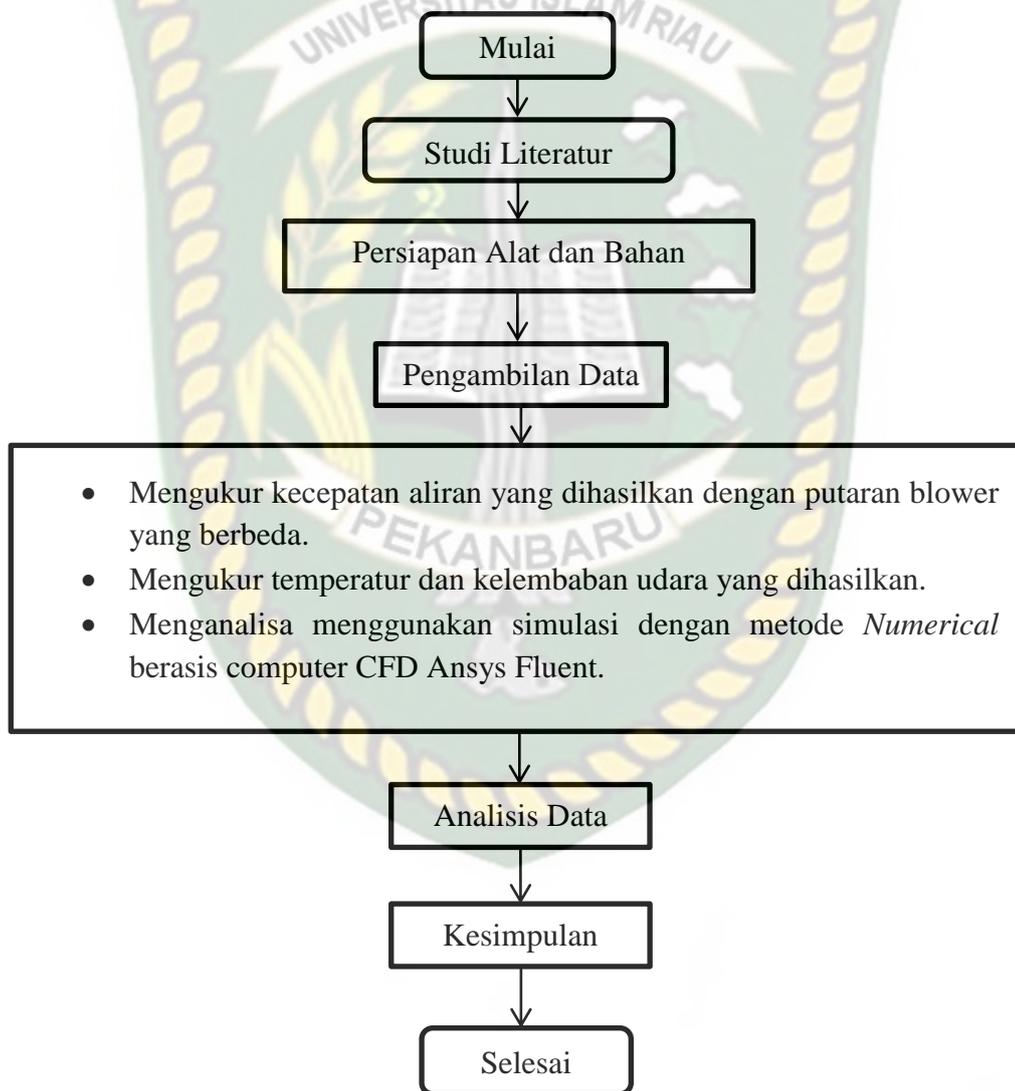
Gambar 2.12. Logo XFlow<sup>®</sup>

Dalam mekanika statistik *non-ekuilibrium*, persamaan Boltzmann yang ada pada XFlow<sup>®</sup> mampu memproduksi batas hidrodinamik dan juga dapat melakukan *modeling* yang rumit untuk aplikasi *aerospace*. XFlow<sup>®</sup> memiliki proses *meshing* yang lebih baik dibandingkan dengan beberapa *software CFD* lainnya. Tampilan dari XFlow<sup>®</sup> juga lebih simpel dibandingkan dengan *software CFD* lainnya.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir bertujuan untuk mempermudah dalam pelaksanaan proses penelitian. Dimana proses-proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Digram alir penelitian

### 3.2 Studi Literatur

Studi literatur merupakan studi untuk mengumpulkan bahan-bahan referensi yang diperlukan dan berhubungan dengan masalah-masalah yang akan dibahas dalam penelitian. Studi ini dilakukan dengan mempelajari dan mengkaji penelitian-penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan *wind catcher* sebagai sistim pendinginan pasif untuk ruangan. Studi literatur biasa didapat dari berbagai sumber, jurnal, buku dan skripsi. Studi literatur digunakan dalam pembahasan masalah sebagai acuan untuk ketahap penelitian .

### 3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.3.1 Tinggi Wilayah Bukit Raya

Kecamatan Bukit Raya merupakan salah satu kecamatan di wilayah Kota Pekanbaru, Luas wilayah Kecamatan Bukit Raya adalah 23,10 km<sup>2</sup>. Tinggi wilayah di daerah Kecamatan Pekanbaru dapat dilihat pada table 3.1 adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Tinggi Wilayah (mdpl) Kecamatan Pekanbaru

Kecamatan Tanpa Total	Tinggi Wilayah (mdpl) 2019
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 di atas bangunan gedung C, Fakultas Teknik Universitas Islam Riau yang beralamat di Jl. Kaharuddin Nasution No.133, Marpoyan, Pekanbaru dapat dilihat pada Gambar 3.2. Waktu

pelaksanaan penelitian berlangsung selama satu bulan. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



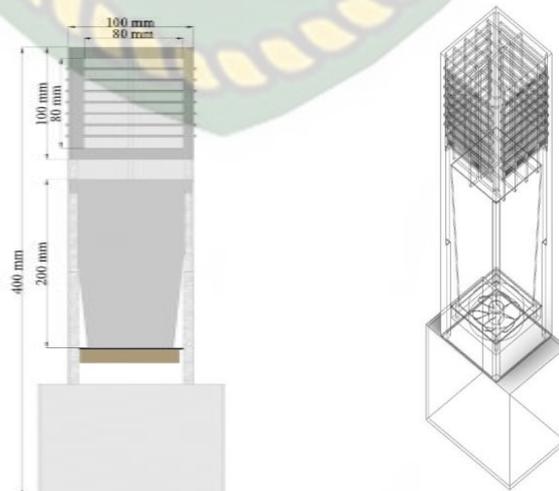
Gambar 3.2 Workshop Fakultas Teknik

### 3.4 Alat dan Bahan

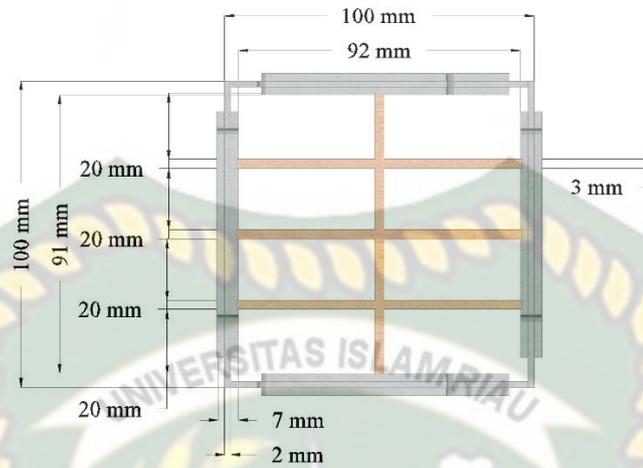
#### 3.4.1 Alat

Adapun Alat dan Bahan yang digunakan untuk menunjang penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat penangkap angin (*Wind Catcher*) dengan bantuan blower  
Digunakan sebagai komponen utama yang berguna untuk menangkap angin melalui ventilasi yang berada di atas dan akan memanfaatkan anginnya tersebut. Dimensi dari *wind catcher* adalah dapat dilihat pada gambar 3.3 dengan menggunakan satuan mm.



Gambar 3.3 Wind Catcher modern



**Gambar 3.4** *Wind Catcher* Tampak Atas

2. *Anemometer*

*Anemometer* sebagai alat yang bertujuan untuk mengukur kecepatan angin pada bagian *windward* dan angin yang dihasilkan pada ventilasi sebagai laluan aliran udara pada *wind Catcher*. Digunakan pada *wind catcher* untuk melihat kecepatan angin di daerah sekitar sebelum angin masuk kedalam ruangan melalui *wind catcher*, Diletakkan pada bagian bukaan atau ventilasi tempat masuknya angin dari luar dan diletakkan pada bagian bawah laluan masuknya udara kedalam ruangan. *Anemometer* mengukur kecepatan angin dalam satuan m/s.



**Gambar 3.5** *Anemometer*

### 3. Termometer

Termometer adalah alat pengukuran yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi suhu, metode pengukuran suhu yang cepat, tepat dan akurat dengan situasi yang ideal dimana objek bergerak cepat, Dapat mendeteksi suhu mulai dari  $-39^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $37^{\circ}\text{C}$ . pada panelitian ini digunakan untuk mengukur suhu udara udara pada bagian *windward* dan angin yang dihasilkan pada bagian bawah *wind Catcher* tempat masuknya angin kedalam ruangan.



**Gambar 3.6** Termometer

### 4. Hygrometer

*Hygrometer* adalah alat untuk menentukan kelembaban atmosfer yang mana dapat menunjukkan kelembaban yang relatif. digunakan Sebagai alat untuk mengukur kelembaban udara yang dihasilkan dari alat penangkap angin yang diletakkan pada tiap-tiap meter, dan akan menunjukkan data *relative humidity* (RH) yang akan dinyatakan dalam persentase (%).



Gambar 3.7 Hygrometer

5. *Pyranometer*

*Pyranometer* adalah salah satu alat yang digunakan untuk mengukur radiasi sinar matahari pada bidang datar. *Pyranometer* mempunyai sensor yang dapat mengukur densitas radiasi sinar matahari dalam satuan  $W/m^2$ .



Gambar 3.8 *Pyranometer*

6. Panel surya

Panel surya adalah suatu komponen yang dapat digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip yang disebut efek *photovoltaic*. Energi listrik yang diproduksi biasanya akan digunakan untuk kebutuhan listrik dan ada yang disimpan terlebih dahulu dengan baterai. Cara kerja sistem panel bertenaga matahari ini tetap dapat berjalan meski keadaan sore, malam hari maupun hujan sekalipun karena menggunakan bantuan baterai tersebut.

### 7. *Blower*

*Blower* adalah mesin atau alat yang Mempunyai fungsi dan cara kerja untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan dalam suatu ruangan tertentu dan juga berfungsi sebagai pengisapan atau pemvakuman udara atau gas tertentu.



**Gambar 3.9** Blower

### 8. *Dimmer*

*Dimmer* adalah rangkaian elektronik yang memodifikasi bentuk sinyal ac murni menjadi sinyal terpotong-potong sehingga daya keluaran bisa diatur. Pemotongan sinyal ac ini berguna sebagai peredup lampu, memperlambat motor, mengatur pemanasan dan lainnya.



**Gambar 3.10** Dimmer

### 3.4.2 Bahan

Adapun Bahan yang / yang digunakan untuk penunjang penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Baja Ringan.

Digunakan sebagai partisi kedua atau sebagai tiang struktur dari *wind catcher* sesuai dengan tinggi dan besar yang telah ditentukan pada proses perancangan.



**Gambar 3.11** Baja Ringan

2. Baut

Baut sebuah alat sambung dengan menggunakan besi batang bulat dan berulir, digunakan sebagai *assembly* agar semua konstruksi dapat tersambung dengan sambungan tetap, sambungan bergerak dan sambungan sementara yang dapat diubah, dibongkar atau dilepas.



**Gambar 3.12** Baut kanal

### 3. Cover Plastik

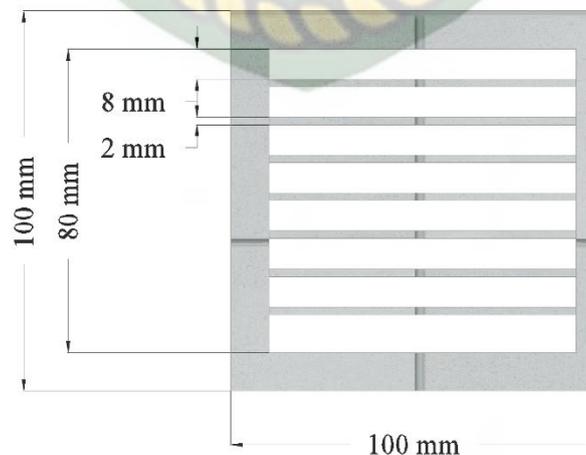
Cover plastik digunakan sebagai pelindung dari udara dan panas dari sinar matahari serta menambah estetika dari *wind catcher*.



**Gambar 3.13** Cover Plastik

### 4. Ventilasi

Ventilasi untuk mengalirkan udara dari luar ke dalam ruangan, sehingga terjadi pergantian udara di dalam ruangan. ventilasi juga menjadi saluran keluar udara jenuh dari dalam rumah. Ventilasi pada *wind catcher* digunakan untuk menangkap angin lalu masukkan ke dalam ruangan dan sebagai laluan keluar dan masuknya angin dari dalam ruangan. Dengan dimensi ventilasi dapat dilihat pada Gambar 3.14 dengan menggunakan satuan mm.



**Gambar 3.14** Ventilasi

### 3.5 Metode Pengujian

Pada *wind catcher* memiliki beberapa tahapan dalam pembuatannya dan menggunakan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam proses pembuatan alat. Alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah anemometer, termometer, *hygrometer*, *pyranometer*, panel surya, dan dimer . Sedangkan bahan yang akan digunakan antara lain adalah baja ringan, baut, *cover* plastik dan ventilasi.

Proses selanjutnya adalah tahap pembuatan alat, langkah pertama yang dilakukan adalah membuat kerangka dari *wind catcher* dengan ketinggian 6 meter dengan menggunakan bahan dari baja ringan dan baut sebagai *assembly* agar semua konstruksi dapat tersambung. *Wind catcher* yang akan dibuat adalah persegi dengan menggunakan ventilasi empat sisi.

Proses selanjutnya yang dilakukan setelah kerangka dari *wind catcher* selesai adalah pemasangan ventilasi. Kegunaan dari ventilasi sebagai laluan masuk dan keluarnya angin dari dalam ruangan dan kegunaan lainnya adalah menambah estetika dari bentuk *wind catcher*.

Proses selanjutnya yang dilakukan adalah pemasangan blower powered fan pada bagian dalam dari *wind catcher*, dimana fungsi dari blower ini memaksa angin yang ada diluar ruangan masuk kedalam melalui ventilasi. Dalam penggunaan blower ini akan di bagi menjadi 3 putaran baling- baling blower dimana tiap putaran akan dilakukan pengujian untuk diambil nilai kecepatan angin yang masuk pada *wind catcher*.

Proses selanjutnya adalah *finishing* yaitu pemasangan *cover* dari plastik bening yang berguna sebagai pelindung dari udara dan panas sinar matahari serta menambah estetika dari *wind catcher*. *Cover* dipasangkan pada tiap-tiap sisi *wind catcher* agar terlindungi dan di lanjutkan dengan pemasangan atap sebagai pelindung dari curah hujan agar tidak masuk kedalam *wind catcher*.

Pengambilan data yang ingin dicapai pada penelitian ini ada berbagai jenis mulai dari suhu, kelembaban dan kecepatan angin yang dihasilkan dari alat tersebut dengan menggunakan alat yang telah dipersiapkan yaitu termometer, anemometer, *hygrometer* dan *pyranometer*.

Pemasangan alat untuk mengukur suhu di pasang pada tiap-tiap 2 m dari ketinggian *wind catcher*. Sebelum melakukan pengambilan data sebaiknya mengukur suhu di luar ruangan sebagai perbandingan suhu yang masuk ke dalam ruangan dan melakukan pengecekan sinar radiasi dari matahari dengan menggunakan alat *pyranometer* dan dinyatakan dalam  $W/m^2$ .

Penggunaan anemometer dengan cara mengarahkan ke beberapa tempat pada *wind catcher* yaitu yang pertama pada bagian atas pada ventilasi masuknya angin atau sebelum filter, kedua pada bagian bawah alat lebih tepatnya dibawah *blower* tempat masuknya angin kedalam ruangan yang bertujuan untuk melihat berapa kecepatan angin yang dihasilkan setelah melewati blower.

Pada saat pengambilan data ada beberapa kali percobaan dengan cara mengatur putaran 1, 2, dan 3 pada *dimmer*, untuk mencari pada kecepatan berapa udara dapat dikatakan nyaman. Mengetahui watt listrik yang dibuthkan untuk memutarakan blower maka dapat di cari dengan  $watt = tegangan \times arus$ .

Setelah mengukur berapa kecepatan pada *dimmer* lalu di lakukan pengambilan data kelembaban udara yang dihasilkan dengan cara menggunakan *hygrometer* yang di letakkan pada bagian bawah *wind catcher* tempat aliran angin masuk kedalam ruangan dan akan menampilkan data *relative humidity* (RH) yang akan dinyatakan dalam persentase (%).

Apabila semua data sudah di dapat dan dicatat selanjutnya dilakukan sistem simulasi dengan menggunakan simulasi dengan metode *numerical* untuk memprediksi distribusi aliran udara dan suhu di dalam maupun diluar pada suatu ruangan dan melihat jenis aliran angin yang dihasilkan antara *wind catcher* menggunakan *blower* maupun tidak.

### 3.5 Jadwal Kegiatan Penelitian

Agar penelitian tentang studi pemanfaatan energi terbarukan berbentuk *wind catcher* untuk pendinginan pasif melalui ventilasi alami berjalan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan maka perlu dibuat jadwal penelitian seperti

tabel jadwal kegiatan penelien, Adapun jadwal kegiatan dari penelitian dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut.

**Tabel 3.2** Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Bulan ke: -																							
		Satu				Dua				Tiga				Empat				Lima				Enam			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur	■																							
2	Pembuatan Proposal		■	■	■	■	■	■	■																
3	Persiapan Alat dan Bahan									■	■														
4	Seminar Proposal												■	■											
5	Pembuatan, Pengujian dan Pengumpulan Data														■	■	■								
6	Analisis Data																	■	■	■	■				
7	Sidang Skripsi																							■	■

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Data dan Hasil Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di gedung C Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Proses pengambilan data ini dilakukan pada pukul 10.00 – 14.00 WIB, pengujian ini dilakukan secara berulang-ulang dengan mengatur kecepatan 1, kecepatan 2, dan kecepatan 3 untuk mendapatkan hasil rata-rata dari pengujian tersebut.

Pengambilan data ini dilakukan dengan cara mengukur temperatur angin, kecepatan angin dengan *blower*, kecepatan angin sekitar, kecepatan aliran angin yang masuk kedalam ruangan lalu keluar melalui *wind catcher*, mengukur kelembapan serta mengukur intensitas cahaya matahari, Alat untuk mengukur temperatur menggunakan thermometer, mengukur kecepatan angin menggunakan anemometer, alat untuk mengukur kelembapan menggunakan *Hygrometer* dan untuk mengukur intensitas cahaya matahari menggunakan *pyranometer*. Dari semua alat ukur yang digunakan sangat berguna dalam menentukan nilai parameter yang dibutuhkan dalam pengolahan data.

Dari data hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 4.1 yang menunjukkan hasil dari rata-rata kecepatan pada saat pengujian. dapat dilihat tabel dibawah adalah hasil dari pengujian pada hari pertama.

Keterangan :

$v_{surr}$  : 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 (°C)

$T_{wd}$  : Temperature angin masuk melalui ventilasi (°C)

$T_r$  : Temperature angin masuk ke ruangan (°C)

**Tabel 4.1** Hasil pengujian dengan kecepatan 2600 rpm

Percobaan	Kecepatan angin (m/s)			Temperatur udara (°C)			Kelembapan	Intensitas sinar matahari (W/m <sup>2</sup> )
	V <sub>surr</sub>	V <sub>wd</sub>	V <sub>r</sub>	T <sub>surr</sub>	T <sub>wd</sub>	T <sub>r</sub>		
1	1,2	1,3	2,03	32	34	33,2	52%	356,8
2	1,3	1,5	2,42	32,5	34,6	33,7	49%	408,3
3	0,5	0,8	1,6	32,8	35	34,5	46%	447,5
<b>Rerata</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>2,1</b>	<b>34,5</b>	<b>34,5</b>	<b>33,8</b>	<b>49%</b>	<b>404,1</b>

Pada tabel diatas didapat nilai kecepatan angin sekitar paling tinggi dengan nilai 1,3 m/s yang didapat pada saat percobaan ke dua sedangkan angin yang masuk melalui ventilasi yang tertinggi mencapai 1,2 m/s dan angin yang masuk keruangan mencapai nilai 2,42 m/s . Nilai intensitas sinar matahari paling tinggi mencapai 892,4 W/m<sup>2</sup> yang terjadi pada percobaan pertama saat pengambilan data dengan kelembapan terendah yaitu 48%, dimana temperatur sekitar tertinggi mencapai 34 °C, temperatur yang masuk melalui ventilasi mencapai 36,1 °C dan temperature yang masuk keruangan mencapai 35,9 °C.

Data hasil pengujian dengan kecepatan 3200 rpm dapat dilihat pada tabel 4.2. pengujian dilakukan dengan cara melakukan percobaan 3 kali dengan variasi kecepatan yang berbeda-beda . Tabel dibawah ini menunjukkan nilai yang dilakukan pada pengujian dengan kecepatan 3200 rpm.

**Tabel 4.2** Data hasil pengujian dengan kecepatan 3200 rpm

Percobaan	Kecepatan angin (m/s)			Temperatur udara (°C)			Kelembapan	Intensitas cahaya matahari (W/m <sup>2</sup> )
	V <sub>surr</sub>	V <sub>wd</sub>	V <sub>r</sub>	T <sub>surr</sub>	T <sub>wd</sub>	T <sub>r</sub>		
1	2	2,2	2,4	33	35,9	35,1	45%	655,7
2	1,9	2	3,56	33,3	36,3	35,4	46%	671,9
3	1	1,2	2,1	33,7	36,7	35,9	44%	718,5
<b>Rerata</b>	<b>1,7</b>	<b>1,8</b>	<b>2,7</b>	<b>32,7</b>	<b>36,6</b>	<b>35,7</b>	<b>45%</b>	<b>682,0</b>

Dapat dilihat pada tabel diatas nilai dari kecepatan angin sekitar paling tinggi mencapai 1,9 m/s dengan angin yang masuk melewati ventilasi serta dihisap oleh blower sebesar 1,4 m/s dan angin yang masuk kedalam ruangan dengan putaran

3200 rpm sebesar 3,56 m/s hasil nilai tertinggi terdapat pada percobaan yang kedua, faktor pengaruhnya akibat angin sekitar yang tinggi walaupun dengan putaran blower dengan kecepatan yang sama, sedangkan intensitas cahaya matahari paling tinggi dengan nilai 892,4 W/m<sup>2</sup>.

Data hasil pengujian dengan kecepatan 3500 rpm dapat dilihat pada tabel 4.3 pengujian ini dilakukan dengan cara yang sama dengan pengujian sebelumnya yaitu dengan cara mengatur kecepatan blower sesuai prosedur yang akan dilakukan .tabel di bawah ini menunjukkan hasil dari penelitian dengan kecepatan putaran *blower* pada kecepatan 3500 rpm

**Tabel 4.3** Data hasil pengujian dengan kecepatan putaran blower 3500 rpm

Percobaan	Kecepatan angin (m/s)			Temperatur udara (°C)			Kelembaban	Intensitas cahaya matahari (W/m <sup>2</sup> )
	V <sub>surr</sub>	V <sub>wd</sub>	V <sub>r</sub>	T <sub>surr</sub>	T <sub>wd</sub>	T <sub>r</sub>		
1	1,4	1,7	3,72	34	36,8	36	44%	749,8
2	2	2,3	3,76	34,3	37	36,4	44%	765,7
3	1,1	1,4	2,5	34,8	37,2	36,7	43%	824,2
<b>Rerata</b>	<b>1,5</b>	<b>1,8</b>	<b>3,3</b>	<b>32,7</b>	<b>36,2</b>	<b>35,6</b>	<b>45%</b>	<b>779,9</b>

Dapat dilihat pada tabel diatas nilai dari kecepatan angin sekitar paling tinggi mencapai mencapai 2 m/s dengan angin masuk melewati ventilasi yaitu 1,9 m/s dan angin yang masuk kedalam ruangan mencapai 3,76 m/s .kecepatan angin tertinggi terjadi pada percobaan kedua dengan kecepatan putaran blower yang sama yaitu 3500 rpm . sedangkan intensitas cahaya matahari tertinggi mencapai 892,4 W/m<sup>2</sup>. Dengan tingginya intensitar cahaya matahari maka berpengaruh terhadap temperatur serta kelembaban dengan nilai temperatur sekitar tertinggi yaitu 34 °C ,temperature yang masuk melalui ventilasi mencapai 36,5°C dan temperature pada ruangan yaitu 35,9°C.

Pada tabel 4.1 sampai 4.3 dapat dilihat itu merupakan data hasil dari pengujian menggunakan blower dengan kecepatan putaran blower yang berbeda-beda , pada tabel 4.4 dapat dilihat merupakan tabel data hasil pengujian tanpa menggunakan blower dengan data hasil pengujian geometri ventilasi miring , dimana pengujian ini dilakukan setiap 15 menit sekali . pengujian ini bertujuan

untuk mencari perbedaan hasil dari *windcatcher* alami serta *windcatcher* dengan menggunakan *blower*.

**Tabel 4.4** Data hasil pengujian windcatcher tanpa blower jenis geometri vertical

Waktu	Kecepatan Angin (m/s)			Temperatur Angin (°C)			Kelembaban Rh(%)	Intensitas Sinar Matahari (W/m <sup>2</sup> )
	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
10.00	1,4	0,9	0,6	31,4	31,8	30,9	45,3	359,6
11.00	1,7	1,2	0,9	31,1	32,2	30	52,4	280,5
12.00	1,1	0,7	0,4	32,7	34,1	32,2	43,7	399
13.00	1,4	0,9	0,6	33,8	35,4	33,6	46,8	348,2
14.00	1,2	0,8	0,5	31,9	32,3	31,5	50	334,2
15.00	1,2	0,9	0,6	32,3	34,1	31	53,9	192,9

Dapat dilihat pada tabel diatas nilai dari kecepatan angin sekitar tingginya mencapai 1,7 m/s dengan angin yang masuk melewati ventilasi mencapai 1,1 m/s dan angin yang masuk kedalam ruangan mencapai 0,8 m/s .dilihat dari keempat tabel diatas dapat dilihat jelas bahwa angin yang melewati ventilasi dan angin yang masuk kedalam ruangan memiliki perbedaan yang sangat drastis antara *windcatcher* dengan menggunakan bantuan *blower* dan *windcatcher* alami tanpa menggunakan bantuan blower.tabel data berikutnya dapat dilihat pada lampiran

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

Hasil dan pembahasan berfungsi untuk melihat seberapa efektif unjuk kerja dari masing-masing ventilasi yang digunakan pada penelitian ini . untuk menghitung besar laju angin sekitar yang masuk melalui masing-masing ventilasi pada wind catcher , menghitung nilai ach pada wind catcher, menghitung laju aliran volume angin yang masuk kedalam ruangan, digunakan beberapa rumus yang telah dijelaskan pada bab 2 yang akan digunakan untuk menghitung data pada saat melakukan penelitian. Adapun perhitungan yang akan dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut :

#### 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 kedalam ruangan ( $m^3/s$ )

$A$  = luas bukaan inlet

$$= L \times W = 0,8 \text{ m} \times 0,8 \text{ m}$$

$$= (0,64 \text{ m}^2)$$

$N$  = Jumlah *Air Change per Hour* (ACH)

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

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

$V_{\text{vent}}$  = Laju aliran volume udara 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 dengan cara melakukan Perbedaan putaran *blower* pada tiap percobaan, tiap-tiap putaran blower dilakukan 3 kali pengujian untuk mendapatkan nilai yang maksimal dari setiap putaran .

1. Pengolahan data dengan putaran 2600 rpm , yaitu:

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

$$Q = A \times v_{\text{surr}}$$

$$= 0,64 \text{ m}^2 \times 1,2 \text{ m/s}$$

$$= 0,76 \text{ m}^3/s$$

b. Perhitungan mencari ACH

$$\begin{aligned}
 N &= 60 \times \frac{Q}{v} \\
 &= 60 \times \frac{0,76 \text{ m}^3/\text{s}}{1,5 \text{ m}^3} \\
 &= 30,72 \text{ ACH (jumlah pergantian angin segar yang masuk ke dalam ruangan pada setiap jam nya)}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{vent}} &= \frac{v \times \text{ach} \times 1000}{3600} \\
 &= \frac{1,5 \text{ m}^3 \times 30,72 \text{ ach} \times 1000}{3600} \\
 &= 12,8 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

d. Bilangan *Reynolds*

$$\begin{aligned}
 Re &= \frac{v \times D_h}{\nu} \\
 &= \frac{1 \text{ m/s} \times 0,0145 \times 10^5 \text{ m}}{1,0173} = 14252,34
 \end{aligned}$$

Jadi , jenis aliran angin yang masuk kedalam *wind catcher* melalui ventilasi adalah jenis aliran Turbulent dikarenakan nilai yang di hasilkan yaitu mencapai 14252,34.

Hasil dari perhitungan mencari nilai laju aliran angin yang masuk kedalam ruangan, jumlah *air change per hour* (ACH), laju aliran volume angin melalui ventilasi *wind catcher* akan dibuat dalam bentuk tabel agar lebih memudahkan dalam menganalisa hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 4.5** data hasil analisa dengan kecepatan putaran blower 2600 rpm

Percobaan	$Q_{\text{vent}}$ $\text{m}^3/\text{s}$	$Q$ $\text{m}^3/\text{s}$	ACH	Re
1	12,8	0,76	30,72	14252,34
2	13,86	0,832	33,28	13100,83
3	5,33	0,32	12,8	6995,11
<b>Rata-rata</b>	<b>10,66</b>	<b>0,64</b>	<b>25,6</b>	<b>10482,66</b>

Pada tabel diatas dapat dilihat dari nilai laju aliran volume angin yang masuk ventilasi yang paling tinggi terjadi pada percobaan kedua dengan nilai mencapai 13,86 m<sup>3</sup>/s dengan nilai laju aliran angin masuk ke dalam ruangan yang paling tinggi mencapai 0,83 m<sup>3</sup>/s, sedangkan nilai ACH paling tinggi mencapai 33,28 ACH yang terjadi pada percobaan yang kedua. Tetapi pada nilai Re tertinggi terdapat pada pengujian no 1 setelah dilihat ternyata temperatur pada percobaan pertama itu lebih tinggi di banding percobaan kedua. Dan itu berpengaruh pada hasil akhir bilangan *reynold* yang dihitung.

Pada tabel 4.6 di bawah ini merupakan data hasil analisa dengan kecepatan 3200 rpm yang dilakukan 3 kali pengujian dengan kecepatan yang sama.

**Tabel 4.6** Data hasil analisa dengan kecepatan putaran blower 3200 rpm

Percobaan	$Q_{vent}$	$Q$	ACH	Re
	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s		
1	21,33	1,28	51,2	19148,80
2	20,26	1,21	48,64	17467,77
3	10,66	0,64	25,6	10438,85
<b>Rata-rata</b>	<b>17,42</b>	<b>1,04</b>	<b>41,81</b>	<b>15682,11</b>

Pada tabel diatas dapat dilihat nilai dari laju aliran volume angin yang masuk melalui ventilasi yang paling tinggi terjadi pada percobaan ke dua dengan nilai 21,33 m<sup>3</sup>/s dengan nilai laju aliran angin masuk kedalam ruangan yang paling tinggi mencapai 1,21 m<sup>3</sup>/s, sedangkan nilai ACH paling tinggi mencapai 48,64 ACH yang terjadi pada percobaan kedua . dengan nilai bilangan reynold yang paling tertinggi yaitu 12227,44.

Pada tabel 4.7 dibawah ini merupakan data hasil dari analisa wind catcher yang menggunakan kecepatan putaran blower 3200 rpm.

**Tabel 4.7** data hasil analisa dengan kecepatan putaran blower 3500 rpm

Percobaan	$Q_{vent}$	$Q$	ACH	Re
	$m^3/s$	$m^3/s$		
1	14,93	0,896	35,84	16603,88
2	21,33	1,28	51,2	16575,41
3	11,73	0,704	28,16	9579,86
<b>Rata-rata</b>	<b>16</b>	<b>0,96</b>	<b>38,4</b>	<b>14249,04</b>

Pada tabel diatas dapat dilihat nilai dari laju aliran volume angin yang masuk melalui ventilasi yang paling tinggi terjadi pada percobaan ke 2 dengan nilai 21,33  $m^3/s$  dengan nilai laju aliran angin masuk kedalam ruangan yang paling tinggi mencapai 1,28  $m^3/s$ , sedangkan nilai ACH paling tinggi mencapai 51,2 ACH dan itu juga terjadi pada percobaan ke dua dan nilai bilangan *reynold* yang tertinggi juga terjadi pada pengujian ke dua dengan nilai mencapai 16575,41.

Pada tabel 4.8 dibawah ini merupakan data hasil analisa wind catcher alami tanpa bantuan blower dengan menggunakan geometri ventilasi *vertical*. Dan data penelitian dibawah ini merupakan hasil dari rata-rata setiap jam pada saat pengambilan data. Beda pada saat pengambilan data dengan menggunakan *blower*.

**Tabel 4.8** Data hasil analisa geometri ventilasi *vertical*

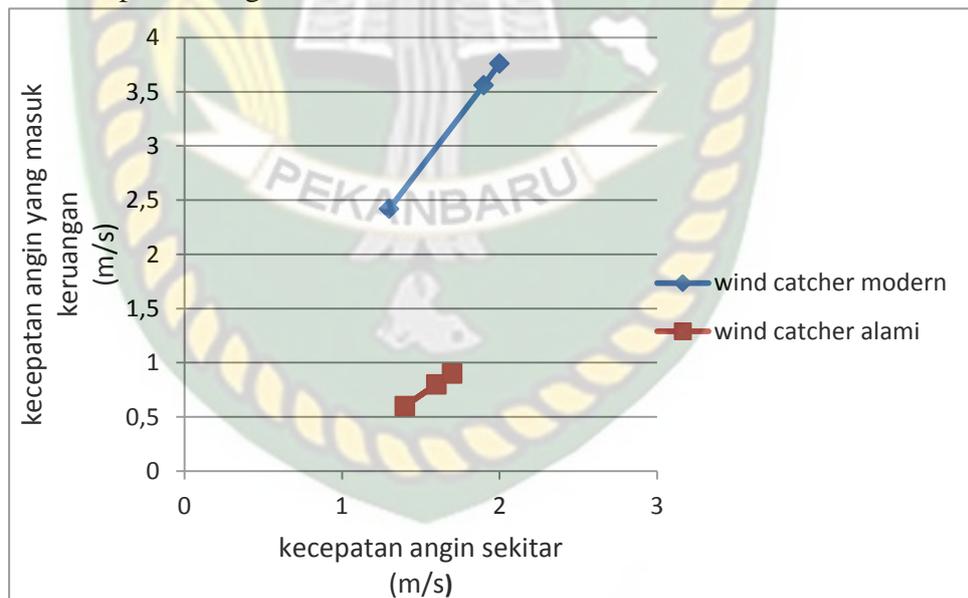
Waktu	$Q_{vent} (m^3/s)$	$Q (m^3/s)$	ACH	Re
09.00	4,16	0,25	10	9848,1
10.00	3,6	0,22	8,8	8053
11.00	4,5	0,27	10,8	10712,3
12.00	2,83	0,17	6,8	6180,7
13.00	3,6	0,22	8,8	7887,5
14.00	3,16	0,19	7,6	7137,5
15.00	3,16	0,19	7,6	7946,6

Pada tabel diatas dapat dilihat nilai dari laju aliran volume angin yang masuk itu hanya sebesar  $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$  dengan nilai laju aliran yang masuk kedalam ruangan sebesar  $0,27 \text{ m}^3/\text{s}$  dan nilai ACH sebesar 10,8 serta nilai bilangan *Reynold* hanya sebesar 10712,3 berbeda dengan hasil dari *wind catcher* dengan bantuan *Blower wind catcher* alami sangat-sangat berpengaruh dari angin atau udara sekitar yang melewati ventilasi tersebut. Tabel data hasil analisa lainnya dapat dilihat pada bagian lampiran.

### 4.3 Grafik Dan Analisa Hasil Penelitian

Langkah-langkah selanjutnya setelah dilakukan pengolah data dari masing-masing putaran *Blower* dan ventilasi pada *wind catcher* ialah pembuatan grafik yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

1. Grafik hubungan kecepatan angin sekitar terhadap kecepatan angin yang masuk pada ruangan.



**Gambar 4.1** Grafik hubungan kecepatan angin sekitar (m/s) terhadap kecepatan angin yang masuk pada ruangan(m/s)

Dapat dilihat pada grafik diatas menunjukkan nilai dari kecepatan angin yang berbeda-beda pada tiap jenis *wind catcher*. Semakin tinggi nilai dari kecepatan angin sekitar maka semakin tinggi pula nilai dari kecepatan angin yang masuk pada ruangan. Bisa dilihat pada kedua grafik semakin tinggi nilai angin surround nya maka semakin tinggi pula nilai dari kecepatan angin yang masuk pada ruangan.

Ada perbedaan yang sangat signifikan dari kedua jenis *wind catcher* tersebut salah satunya pada data kecepatan angin *surround* pada *wind catcher* alami lebih tinggi di banding kan *wind catcher modern* tetapi nilai kecepatan angin yang masuk keruangan lebih besar terjadi pada *wind catcher modern*. Itu terjadi karena efek dari putaran *blower* yang memaksa angin luar untuk masuk kedalam ruangan *wind catcher*.

2. Grafik hubungan kecepatan angin yang masuk pada ruangan (m/s) terhadap nilai ACH pada *wind catcher* alami dan *wind catcher modern*



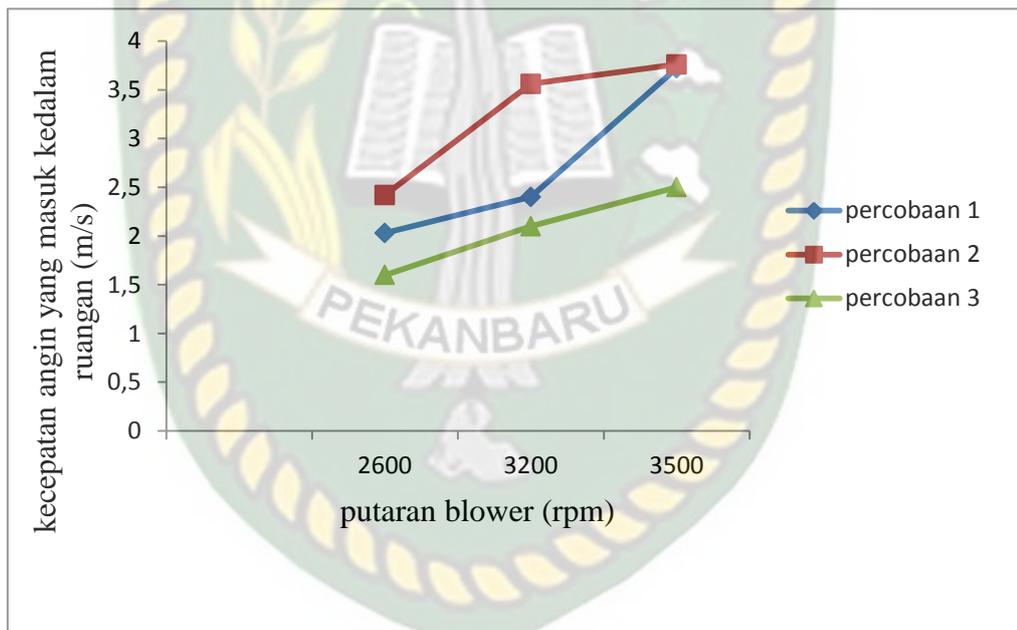
**Gambar 4.2** Grafik hubungan kecepatan angin yang masuk pada ruangan (m/s) terhadap nilai ach pada *wind catcher* alami dan *wind catcher modern*

Pada gambar 4.2 adalah grafik hubungan kecepatan angin yang masuk pada ruangan terhadap nilai ACH pada *wind catcher* alami dan *wind catcher modern*. Pada grafik diatas dapat dilihat perbedaan *chart* atau grafik yang terjadi. Pada garis biru merupakan indikator grafik yang terjadi pada *wind catcher* alami dengan nilai angin tertinggi yaitu 0,9 m/s dapat menghasilkan ACH sebesar 10,8

dan pada indikator merah itu terjadi pada *wind catcher modern* dimana nilai angin tertinggi yaitu pada kecepatan 3,76 m/s yang menghasilkan nilai ACH sebesar 51,2.

Terdapat perbedaan signifikan dari kedua jenis *wind catcher* tersebut dimana nilai dari *wind catcher modern* jauh lebih tinggi di banding nilai dari *wind catcher* alami. Tetapi secara garis besar penulis dapat mengambil kesimpulan semakin tinggi nilai angin yang masuk pada ruangan *wind catcher* maka semakin tinggi pula nilai ACH yang dihasilkan.

3. Grafik hubungan antara kecepatan angin yang masuk kedalam ruangan (m/s) terhadap putaran blower (rpm)



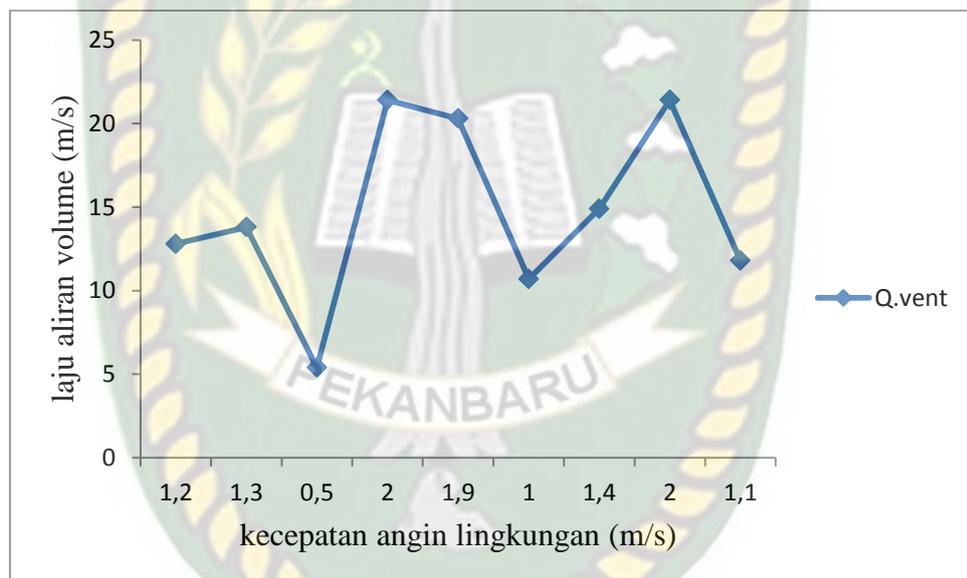
**Gambar 4.3** Grafik hubungan antara kecepatan angin yang masuk kedalam ruangan (m/s) terhadap variasi putaran blower (rpm)

Dapat dilihat pada grafik diatas merupakan hasil dari penelitian yang sudah dilakukan dengan mengukur tiap-tiap jenis putaran *blower* pada *wind catcher modern*. Pada penelitian ini dilakukan 3 kali pengujian pada masing-masing jenis putaran *blower* (rpm) yang berbeda, dimulai pada jenis putaran pertama yaitu 2600 rpm dapat dilihat kecepatan angin yang masuk itu berubah – ubah dengan nilai tertinggi yaitu 2,42 (m/s) dan begitu pula dengan variasi putaran

terakhir dengan nilai putaran 3500 rpm menghasilkan angin yang masuk kedalam ruangan sebesar 3,76 (m/s).

Terdapat beberapa perbedaan kecepatan angin yang masuk kedalam ruangan dengan putaran *blower* yang sama, hal itu terjadi karena angin lingkungan sekitar yang masuk melalui ventilasi nilainya tidak selalu konstan atau sama mengakibatkan nilai dari tiap-tiap pengujian itu selalu berbeda dengan putaran *blower* yang sama.

4. Grafik hubungan laju aliran volume udara melalui ventilasi terhadap kecepatan angin sekitar (m/s).

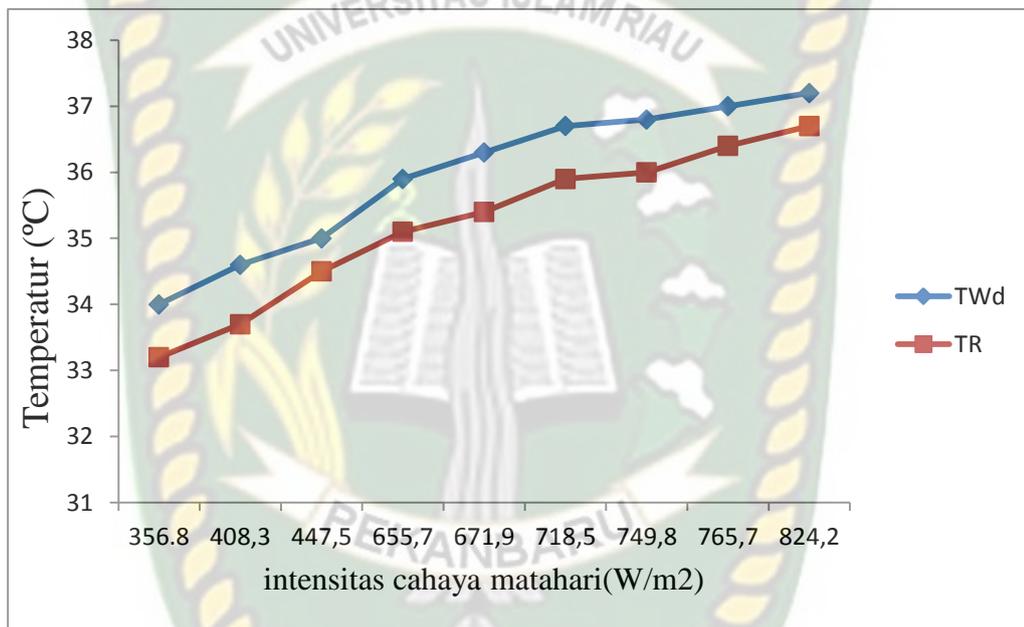


**Gambar 4.4** Grafik hubungan antara volume udara melalui ventilasi terhadap kecepatan angin sekitar.

Pada gambar 4.3 merupakan grafik hubungan laju aliran volume terhadap kecepatan angin, pada grafik ini terdapat suatu indikator berwarna biru menandakan sebuah parameter laju aliran volume udara masuk melalui ventilasi. Grafik menunjukkan bahwa laju aliran volume tertinggi terdapat pada putaran kedua dan ketiga dimana nilai tersebut sama – sama di dapatkan dengan nilai 21,4 m<sup>3</sup>/s dengan kecepatan angin yang sama yaitu 2 m/s. sedangkan laju aliran volume terendah terjadi pada putaran pertama dengan nilai 5,4 m<sup>3</sup>/s dan kecepatan angin 0,5 m/s.

Dapat disimpulkan bahwa kecepatan angin sekitar berbanding lurus dengan laju aliran volume masuk melalui ventilasi, semakin tinggi kecepatan angin maka akan semakin tinggi pula nilai laju aliran volume.

- Grafik hubungan temperatur udara terhadap intensitas cahaya matahari. Berikut adalah bentuk grafik hubungan temperatur udara terhadap intensitas cahaya matahari.



**Gambar 4.5** Grafik hubungan temperatur udara terhadap intensitas cahaya matahari.

Pada gambar 4.4 adalah grafik hubungan temperatur udara terhadap intensitas cahaya matahari. Terdapat dua indikator warna pada grafik dimana warna biru menandakan temperatur angin yang masuk melalui *windward* atau ventilasi dan pada indikator berwarna merah menandakan temperatur dalam ruangan. Temperatur udara pada setiap jam dan pergantian putaran *blower* selalu berubah-ubah seiring dengan berubahnya intensitas cahaya matahari pada setiap waktu.

Pada grafik dapat dilihat temperatur tertinggi terjadi pada pukul 12 atau pada saat melakukan pengujian yang ke 3 dari tiap-tiap putaran *blower*. Nilai yang didapat pada grafik yaitu 37,2 °C untuk temperatur angin yang masuk melalui *windward* dan 36,7°C untuk temperatur yang ada dalam ruangan *wind catcher* dengan nilai intensitas cahaya matahari yaitu 824,2 W/m<sup>2</sup>. Pada pukul 10.00 dapat dilihat temperatur angin yang masuk melalui *windward* itu sangat kecil dengan nilai 34 °C dan 33,2 °C untuk temperatur pada ruangan *wind catcher*. Dari penjabaran grafik diatas bisa ditarik kesimpulan bahwa tinggi besar nya suatu temperatur itu berbanding lurus dengan intensitas cahaya matahari yang semakin tinggi juga nilainya.

#### 6. Grafik hubungan *air change per hour* terhadap laju aliran udara

Berikut adalah bentuk grafik hubungan *air change per hour* terhadap laju aliran volume udara. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 27 januari 2022 dengan mengatur tiap-tiap putaran pada blower.



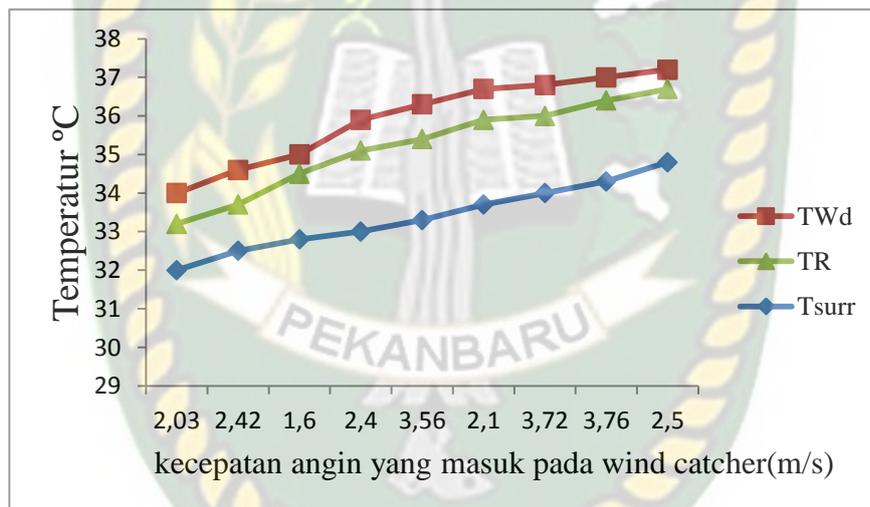
**Gambar 4.6** Grafik hubungan *air change per hour* terhadap laju aliran volume yang masuk ke dalam ruangan

Pada gambar diatas dapat dilihat merupakan suatu grafik hubungan *air change per hour* terhadap laju aliran volume angin yang masuk ke dalam ruangan. Pada indikator line grafik berwarna biru itu menandakan sebuah nilai dari *air change per hour*, dapat dilihat nilai tertinggi dari ACH yaitu 51,2 dengan laju aliran volume yang masuk ke dalam ruang ( $Q_{vent}$ ) bernilai 21,4 m<sup>3</sup>/s. dari data

tersebut juga terlihat nilai ACH terkecil yaitu 12,8 dengan nilai  $Q_{vent}$  5,4 m<sup>3</sup>/s. dapat disimpulkan bahwa ketika nilai ACH itu naik berbanding lurus pula dengan kenaikan dari laju aliran volume yang masuk kedalam ruangan.

7. Grafik hubungan temperatur terhadap kecepatan angin pada ruangan *wind catcher modern*.

Berikut adalah grafik hubungan temperatur °C terhadap kecepatan angin pada ruangan *wind catcher modern*. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 27 januari 2022 dengan mengukur kecepatan pada tiap putaran *blower* serta temperatur dalam *wind catcher modern*.



**Gambar 4.7** Grafik hubungan temperatur terhadap kecepatan angin pada ruangan *wind catcher modern*

Dapat dilihat pada grafik diatas merupakan nilai temperatur yang terjadi pada masing-masing kecepatan. Ada tiga indikator warna yang berbeda pada grafik, pada warna merah terdapat keterangan  $T_{wd}$  yaitu temperatur angin yang masuk melalui ventilasi (°C), selanjutnya warna hijau dengan keterangan  $T_r$  yaitu temperatur angin yang masuk pada ruangan(°C)dan yang terakhir indikator berwarna biru dengan keterangan  $T_{surr}$  yaitu temperatur angin sekitar(°C).

Pada tiap kecepatan angin yang masuk kedalam *wind catcher* masing-masing memiliki nilai tiap temperaturnya contohnya pada kecepatan angin 2,03 m/s memiliki temperatur ruang dengan nilai 33,2 °C dan pada kecepatan angin 35,6 m/s memiliki nilai temperatur ruang sekitar 35,4 °C pada data tersebut sangat tidak berbanding lurus karena intensitas sinar matahari pada tiap waktu itu berbeda dan temperatur yang ada pada *wind catcher* juga ikut berubah

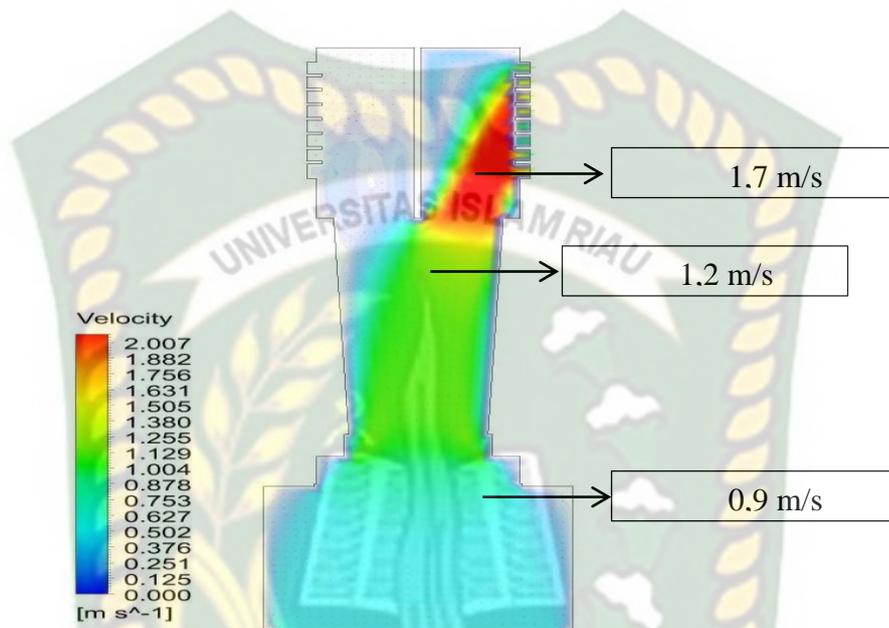
Tetapi grafik diatas juga menunjukkan bahwa terjadi penurunan temperatur pada tiap-tiap ruang yang ada pada *wind catcher* tersebut salah satu contohnya pada kecepatan angin 37,6 m/s. pada saat itu temperatur lingkungan yaitu 34,3 °C lalu saat angin memasuki ventilasi terjadi kenaikan temperatur sekitar 37 °C dan ketika angin sudah memasuki ruangan pada *wind catcher modern* terjadi penurunan sekitar 36,4 °C. ada beberapa faktor yang mungkin kenapa kecepatan angin tidak berbanding lurus dengan temperatur ruangan, salah satunya intensitas cahaya matahari pada tiap waktu itu selalu berbeda. Terlihat pada grafik kecepatan angin 3,56 m/s (pengujian ke 5) temperatur yang dihasilkan tidak lebih tinggi dari temperatur pada kecepatan angin 2,5 m/s (pengujian ke 9) yang berarti intensitas cahaya matahari juga berpengaruh terhadap temperatur yang ada pada *wind catcher modern*.

#### **4.4 Analisa pembahasan data hasil penelitian dengan metode *Numerical* menggunakan CFD.**

Analisa *numerical* penelitian ini bertujuan untuk melihat perbandingan karakteristik jenis angin menggunakan *wind catcher* yang berbeda, Mulai dari proses dari angin sekitar yang masuk kedalam ventilasi *wind catcher* sampai angin masuk kedalam ruangan. Analisa ini dilakukan dengan cara mengambil data dari nilai angin yang sudah dilakukan pengujian dan nilai angin yang terbaik menjadi acuan untuk analisa *numerical* ini. Analisa pertama dimulai dari *wind catcher* tanpa *blower* (tradisional) dan di ikuti dengan *wind catcher* menggunakan *blower (modern)* sebagai berikut:

- a. Analisa jenis angin yang masuk pada *wind catcher* alami (tradisional).

Adapun bentuk dari jenis aliran udara yang masuk melalui *wind catcher* alami (tradisional) sebagai berikut.



**Gambar 4.7** Gambar analisa aliran udara alami dengan menggunakan CFD

Pada gambar 4.7 dapat dilihat fenomena angin yang masuk kedalam *wind catcher* dimulai dari angin yang ada disekitar lingkungan sampai angin yang masuk kedalam ruangan. Proses masuknya angin pada lingkungan kedalam ruangan membentuk suatu panah aliran yang berasal dari ventilasi proses terjadinya fenomena angin masuk kedalam ventilasi disebut angin *windward* dimana pada saat pengambilan data angin mengalami turbulen karena menabrak partisi yang ada didalam bangunan *wind catcher* lalu diteruskan kedalam ruangan. Ini yang menyebabkan bahwa kenapa angin lingkungan tidak dapat masuk seluruhnya karena ada hambatan-hambatan pada partisi tadi.

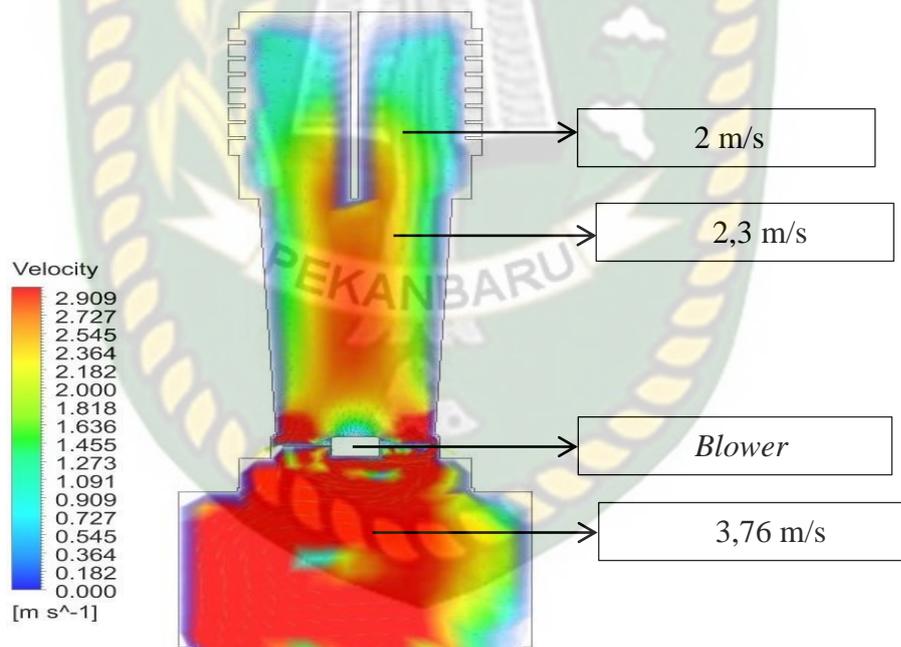
Kecepatan angin yang masuk melalui *wind catcher* ditandai dengan sejumlah warna pada simulasi ini dimana pada vektor kecepatan angin berwarna merah memiliki nilai yang sangat tinggi dan semakin kedalam ruangan vektor kecepatan angin berubah warna menjadi biru. Pada saat pengambilan data simulasi ini membuktikan bahwa ketika angin yang ada dilingkungan atau sekitar

tinggi semakin masuk kedalam wind catcher angin tersebut menjadi rendah nilai kecepataannya.

Pada gambar diatas terlihat bahwa jenis aliran yang terjadi pada *wind catcher* alami ini yaitu jenis aliran turbulen dan lamiran ,penyebab aliran ini terjadi karena adanya penghadang atau partisi antar ventilasi yang menyebabkan angin tersebut bergerak secara *vertical* dan *horizontal*.

- b. Analisa jenis angin yang masuk pada *wind catcher* dengan *blower* (*modern*)

Adapun bentuk dari jenis aliran udara yang masuk melalui *wind catcher* dengan *blower* (*modern*) sebagai berikut.



Gambar 4.8 analisa aliran udara (menggunakan *blower*) dengan menggunakan *CFD*

Pada gambar 4.8 dapat dilihat fenomena aliran udara yang masuk pada *wind catcher modern* (menggunakan *blower*) terdapat proses yang sama ketika angin sebelum masuk kedalam ruangan *wind catcher* maka angin harus melewati ventilasi terus menabrak partisi sehingga mengalir kebawah kearah ruangan dan melewati *blower* pada *wind catcher*.

Vektor warna pada *wind catcher modern* sangat berbanding terbalik dengan vektor warna yang ada pada *wind catcher* alami (tanpa *blower*) dimana pada proses masuknya angin pada *wind catcher modern* ini dimulai dengan angin yang lumayan tinggi dan sampai keruangan bawah itu menjadi tinggi dimana itu karna ada efek bantuan dari putaran *blower* yang menghisap dan memaksa angin masuk kedalam ruangan *blower*.

Selain vektor warna yang juga berbanding terbalik, *strime line* atau panah aliran yang terjadi pada *wind catcher modern* ini juga sangat berbeda dengan *wind catcher* alami (tanpa *blower*). Tampak panah aliran analisa CFD pada *wind cathcer modern* itu sangat berhambur-hamburan atau berantakan terlebih pada posisi dibawah *blower*, disitu jelas menandakan bahwa aliran udara atau angin yang terjadi sangat tinggi nilainya.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Pada penelitian ini pembahasan utamanya yaitu *wind catcher* , dimana *wind catcher* memiliki prinsip mengkondisikan suatu udara dingin dari luar ruangan dan dimasukkan kedalam ruangan serta mensirkulasikan udara pada ruangan tersebut. *Wind catcher* ini memiliki ketinggian 4 meter serta lebar 1 meter , *wind catcher* ini juga diletakkan pada bagian atas gedung C fakultas teknik universitas islam riau dan tujuannya diletakkan pada bagian atas gedung supaya angin lebih maksimal masuk kedalam *wind catcher* dan semakin tinggi suatu tempat maka angin yang bertiup akan semakin kencang.

*Wind catcher* disini dibagi menjadi dua model yaitu *wind catcher* alami (tanpa *blower*) dan *wind catcher modern* (memakai *blower*) perbedaan dari keduaan hanya terdapat pada penggunaan *blower* yang dipasang didalam *wind catcher* walupun begitu fungsi keduanya tetap sama yaitu memasukkan angin segar kedalam ruangan serta mensirkulasikannya , hanya saja ada keunggulan dari *wind catcher modern* ini . *wind catcher modern* ini lebih memaksimalkan udara yang ada diluar ruangan hanya dengan mengatur putaran *blower* yang diingkan sesuai kebutuhan, berbeda dengan *wind catcher alami* yang sangat bergantung pada angin sekitar lingkungan.

Data yang dihasilkan dalam penelitian ini meliputi dari 3 variasi putaran (rpm) *blower* yaitu 2600 rpm, 3200 rpm serta 3500 rpm. Dimana pada saat penelitian nilai dari kecepatan angin yang masuk didapatkan paling tinggi pada putaran ke tiga yaitu 3500 rpm serta percobaan yang kedelapan dimana nilai angin masuk ke dalam ruangan adalah 3,76 m/s. pada penelitian ini membuktikan bahwa semakin kencang putaran dari *blower* maka maka cepat pula angin yang dihasilkan.

Intensitas cahaya matahari berbanding lurus dengan temperatur suatu ruang, karena pada saat pengujian ketika intensitas cahaya matahari semakin tinggi maka temperatur ruang atau ventilasi juga semakin tinggi hal ini bisa terlihat pada pengujian dengan nilai intensitas cahaya matahari 356.8 W/m<sup>2</sup> maka nilai

temperatur ruang serta ventilasi masing-masing menjadi 33,2 °C dan 34 °C dan pada saat intensitas cahaya matahari tinggi menjadi 824,2 W/m<sup>2</sup> dan temperatur ruang serta ventilasi menjadi naik 36,7 °C dan 37,2 °C.

## 5.2 Saran

berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium teknik mesin panel surya gedung C universitas islam riau, maka saran sebagai penulis adalah sebagai berikut :

1. Bagi mahasiswa yang akan melanjutkan penelitian ini sebaiknya mengganti part atau bahan yang digunakan pada *wind catcher* ini agar menjadi lebih baik .
2. Agar penelitian berjalan lancar sebelum melakukan penelitian sebaiknya mengkalibrasi alat ukur yang di lakukan supaya pengukuran yang dilakukan lebih tepat dan akurat.
3. Dalam penelitian selanjutnya sebaiknya memakai alat *terupdate* sehingga data yang dihasilkan lebih bervariasi dan tepat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-moniem El-shorbagy (2010). *Design with nature: wind catcher as a paradigm of natural ventilation device in buildings*.
- Abdullah (2016). Studi parameter model penangkap angin pada sistem tower pendingin evaporasi menggunakan cfd untuk mendapatkan laju optimal udara.
- ASHRAE (*American society of heating, refrigerating and air conditioning engineers*, 1989).
- Cengel, Y. A. (2004). *Heat Transfer, A practical Approach (Second Edition)*. New York: Mcgraw-hill.
- Dehghani-Sanij, M. R. (2018). Wind Towers: Architecture, Climate and Sustainability. *International Journal of Ambient Energy*, 41(13), pp. 1559–1560
- E Elfiano, K Hastuti, I Rasyid, MAR Firgiyandi, AL Tobing (2022). Studi aliran fluida melalui ventilasi penangkap angin bangunan gedung di kota pekanbaru
- Elmualim, A. A., & Awbi, H. B. (2003). Post occupancy evaluation of a building employing windcatchers for summer ventilation. *Facilities*, 21(13/14), 323-332.
- Elzaidabi, A. A. M. (2009). Low energy, wind catcher assisted indirect evaporative cooling system for building applications (Doctoral dissertation, University of Nottingham).
- Ismail, S. T., & Miran, F. D. (2019). The Revival Of Traditional Passive Cooling Techniques For School Buildings Through Windcatchers. *Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*, 11(5).
- Jomehzadeh, F., Nejat, P., Calautit, J. K., Yusof, M. B. M., Zaki, S. A., Hughes, B. R., & Yazid, M. N. A. W. M. (2017). A review on windcatcher for passive cooling and natural ventilation in buildings, Part 1: Indoor air quality and thermal comfort assessment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 736-756.

- Nejat, P., Jomehzadeh, F., Hussen, H. M., Calautit, J. K., & Abd Majid, M. Z. (2018). Application of wind as a renewable energy source for passive cooling through windcatchers integrated with wing walls. *Energies*, 11(10), 2536.
- Lagiyono. 2012. Pengaruh udara masuk terhadap suhu air conditioner (ac) kapasitas 1 pk pada ruang instalasi uji. *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang*.
- Rilatupa, J. (2008). Aspek kenyamanan termal pada pengkondisian ruang dalam. *EMAS Jurnal Sains dan Teknologi*, 18(3), 191-198.
- Satwiko, P. (2008). *Fisika Bangunan*. Penerbit ANDI Jl. Beo No. 38-40 Yogyakarta.
- Valipour, E., & Oshrieh, R. (2013). Survey of Traditional Wind Catchers of the Middle East. In *ICSDEC 2012: Developing the Frontier of Sustainable Design, Engineering, and Construction* (pp. 912-920).