

# TESIS

## **MEMINIMALKAN PENIMBUNAN KALOR DENGAN VENTILASI SILANG MEKANIS** (Studi Kasus: Desain *Student Center* Universitas Atma Jaya Yogyakarta)



Oleh :  
IVAN CHRISTOPEL SIBERO  
No. Mhs: 135402035

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ARSITEKTUR  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
2015

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	V
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	IX
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	X
<b>PENGESAHAN TESIS</b> .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
<b>INTISARI</b> .....	XIV
<b>ABSTRACT</b> .....	XV
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	XVI
<b>BAB IPENDAHULUAN</b> .....	1
1. 1. Latar Belakang .....	1
1.1. 1. Latar Belakang Arti Penting Kasus.....	1
1.1. 2. Latar Belakang Masalah.....	7
1. 2. Rumusan Masalah .....	12
1. 3. Batasan Penelitian .....	13
1. 4. Keaslian Penelitian.....	13
1. 5. Tujuan dan Sasaran .....	14
1. 6. Sistematika Penulisan .....	15
1. 7. Tahapan Penelitian.....	17
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	18
2. 1. Kenyamanan Termal .....	18
2.1.1. Kenyamanan Dalam Ruang .....	18
2.1.2. Faktor Kenyamanan Dalam Ruang .....	19
2.1.3. <i>Air Change Rate</i> (ACH).....	23
2.1.4. Perpindahan Panas .....	27
2. 2. Angin dan Suhu Udara .....	32
2. 3. Arah dan Kecepatan Angin .....	33
2. 4. Ventilasi Mekanis ( <i>Forced Ventilation</i> ).....	36
2.4.1. <i>Supply ventilation system</i> .....	37

2.4.2. <i>Exhaust ventilation system</i> .....	37
2.4.3. <i>Supply-exhaust ventilation system</i> .....	38
2. 5. Saluran Udara ( <i>ducting</i> ) Sistem Ventilasi Mekanis .....	38
2. 6. Tingkat Kebisingan pada Saluran Udara.....	39
2. 7. Pengurangan Tekanan Akibat saluran Udara.....	40
2. 8. Perancangan Sistem Ventilasi Mekanis .....	42
2. 9. Kipas ( <i>Fan</i> ) .....	43
2. 10. Jenis-jenis Kipas .....	44
2. 11. <i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD).....	47
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	50
3.1. Objek Kajian dan Permasalahan .....	50
3.2. Metodologi Penelitian .....	54
3.2.1. Metode Pendekatan Penelitian .....	54
3.2.2. Variabel analisa .....	55
3.3. Alur penelitian.....	57
3.4. Keterbatasan dan Kesulitan Penelitian.....	59
3.4.1. Keterbatasan Penelitian.....	59
3.4.2. Kesulitan Penelitian .....	59
3.5. Mengatasi Keterbatasan dan Kesulitan Penelitian .....	60
<b>BAB IV PEMODELAN DAN SIMULASI</b> .....	61
4. 1. Desain Model Uji .....	61
4.1. 1. Penentuan Model Kipas ( <i>Fan</i> ) .....	62
4.1. 2. Penentuan Sumber Panas Model Uji.....	62
4.1. 3. Kategori Simulasi Model Uji .....	62
4. 2. Penentuan Model Saluran Udara.....	63
4. 3. Membuat Model dengan Perangkat 3D.....	63
4. 4. Proses Meshing dengan CFD VISCART .....	64
4. 5. Konfigurasi Model dengan CFD –ACE.....	65
4. 6. Kondisi <i>Boundary</i> .....	66
4. 7. Konfigurasi Model kipas ( <i>Fan</i> ) pada Model Uji .....	68
4. 8. Simulasi Model uji .....	69

4.8. 1. Proses <i>Solver</i> Simulasi .....	69
4.8. 2. Hasil Simulasi Model Uji .....	71
4. 9. Pergerakan Aliran Udara .....	72
4.9.1. Suhu Ruang Model Uji .....	73
4.9.2. Kecepatan Aliran Udara Dalam Ruang Model Uji .....	74
4.10. Kesimpulan Model Uji .....	75
4.11. Penerapan Kipas pada Model Objek Studi .....	77
4.12. Pemodelan Objek Studi .....	80
4.13. Konfigurasi CFD pada Model Objek Studi .....	81
4.14. Kondisi <i>Boundary</i> .....	82
4.15. Proses <i>Solver</i> Simulasi Model Studi .....	83
4.16. Penerapan <i>Fan Array</i> pada Model <i>Student Center</i> .....	84
<b>BAB V PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN</b> .....	87
5.1. Parameter Pembacaan Hasil Penelitian .....	87
5.2. Kecepatan Udara dan Distribusi Suhu Pada Area Lapangan .....	87
5.3. Distribusi Suhu dan Kecepatan Udara Pada Area Tribun .....	101
5.4. Kecepatan Aliran Udara dan Suhu Pada Saluran .....	104
5.5. Pertukaraan Udara Dalam Ruang .....	106
5.6. Pengaruh <i>Fan Array</i> Pada Model <i>Student Center</i> .....	106
5.6. 1. Kecepatan dan Suhu Udara Pada Area Lapangan .....	107
5.6. 2. Kecepatan dan Suhu Udara Pada Area Penonton .....	109
5.7. Penemuan Mengiringi Penelitian .....	112
5.7.1. Dimensi dan Kecepatan Kipas <i>supply</i> dan Kipas <i>Exhaust</i> .....	112
5.7.2. Saluran <i>Supply</i> Udara dan <i>Exhaust</i> .....	113
5.7.3. Pengaruh Kipas Terhadap Temperatur Ruang .....	113
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	115
6.1. Kesimpulan .....	115
6.2. Saran .....	117
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	118
<b>LAMPIRAN</b> .....	120

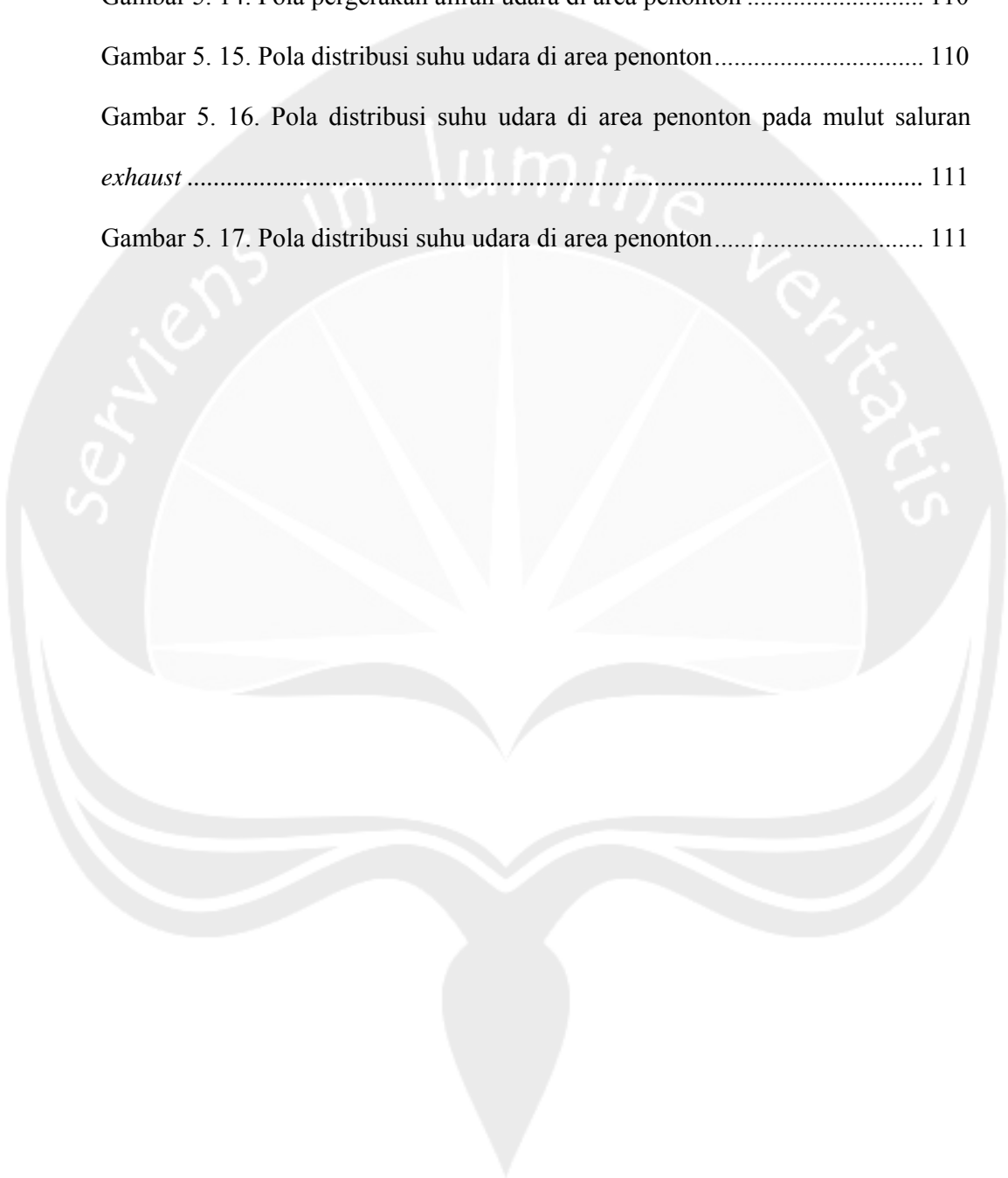
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Karakter pergerakan angin pada ventilasi alami .....	3
Gambar 1. 2. Ilustrasi pergerakan aliran udara pada kawasan padat .....	4
Gambar 1. 3. Kondisi site bangunan .....	8
Gambar 1. 4. Denah lantai III <i>Student Centre UAJY</i> .....	9
Gambar 1. 5. Potongan ruang <i>Student Centre UAJY</i> .....	9
Gambar 1. 6. Tampak belakang gedung <i>Student Center</i> .....	9
Gambar 1. 7. Tampak samping kiri gedung <i>Student Center</i> .....	10
Gambar 1. 8. Tahapan penelitian .....	17
Gambar 2. 2. Sistem pertukaran udara pada ruang .....	24
Gambar 2. 3. Prinsip perpindahan panas .....	27
Gambar 2. 4. Tingkatan gelombang elektromagnetik .....	29
Gambar 2. 5. Hubungan kecepatan angin dan kenaikan temperatur .....	36
Gambar 2. 6. Sistem ventilasi mekanis pada bangunan .....	38
Gambar 2. 7. Tampilan awal CFD – VISCART ver 2004 .....	48
Gambar 2. 8. Tampilan awal CFD – ACE ver 2004 .....	49
Gambar 2. 9. Tampilan awal CFD – VIEW ver 2004 .....	49
Gambar 3. 1. Denah lantai <i>basement</i> .....	51
Gambar 3. 2. Denah lantai 1 .....	51
Gambar 3. 3. Denah lantai 2 .....	52
Gambar 3. 4. Denah lantai 3 .....	52
Gambar 3. 5. Rencana situasi kompleks kampus Kledokan .....	53

Gambar 3. 6. Pemodelan ruang sederhana 3 x 20 x 3 m.....	54
Gambar 3. 7.Pemodelan potongan bangunan dengan lebar 3m .....	55
Gambar 4. 1. Model uji dan perletakan komponen pengujian .....	61
Gambar 4. 2. Skema saluran pada objek model uji.....	63
Gambar 4. 3. Pembuatan model uji dengan <i>SketchUp Pro2013</i> .....	64
Gambar 4. 4. Letak domain di dalam model uji.....	64
Gambar 4. 5. Tampilan <i>Projected Grid Generation</i> .....	65
Gambar 4. 6. Hasil <i>meshing</i> model uji dengan CFD - Viscart.....	65
Gambar 4. 7. Letak posisi <i>inlet</i> pada model uji.....	67
Gambar 4. 8. Letak posisi <i>outlet</i> pada model uji .....	67
Gambar 4. 9. Letak Posisi sumber panas pada model uji.....	67
Gambar 4. 10. Konfigasi kipas dengan 2230 RPM.....	68
Gambar 4. 11. Konfigasi kipas dengan 2350 RPM.....	68
Gambar 4. 12. Konfigasi kipas dengan 2750 RPM.....	69
Gambar 4. 13. Konfigurasi iterasi pada model uji .....	69
Gambar 4. 14. Konfigurasi <i>solver</i> pada simulasi model uji.....	70
Gambar 4. 15. Konfigurasi <i>relax</i> pada simulasi model uji .....	70
Gambar 4. 16. Grafik <i>residu</i> pada model uji 1.....	70
Gambar 4. 17. Kombinasi 1 pada objek studi .....	78
Gambar 4. 18. Kombinasi 2 pada objek studi .....	78
Gambar 4. 19. Rencana perletakan saluran <i>supply</i> udara ( <i>inlet</i> ).....	79
Gambar 4. 20. Rencana perletakan <i>exhaust fan</i> ( <i>outlet</i> ) di area tribun .....	79
Gambar 4. 21. Pemodelan objek studi dengan <i>SketchUp 2013</i> .....	81

Gambar 4. 22. Proses <i>meshing</i> dan penempatan domain dengan CFD – Viscart .	81
Gambar 4. 23. Nilai <i>Heat Flux</i> pada area tribun penonton .....	83
Gambar 4. 24. Nilai <i>Heat Flux</i> pada area lapangan .....	83
Gambar 4. 25. <i>Solver Control</i> pada simulasi CFD –ACE.....	84
Gambar 4. 26. Hasil <i>Residu</i> proses simulasi model studi .....	84
Gambar 4. 27. Pola penerapan susunan kipas pada model <i>Student Center</i> .....	85
Gambar 4. 28. Pengaturan komponen <i>fan</i> pada model <i>Student Center</i> .....	86
Gambar 4. 29. Hasil <i>Residu</i> proses simulasi model <i>Student Center</i> .....	86
Gambar 5. 1. Pola aliran udara dan grafik aliran udara pada model studi .....	89
Gambar 5. 2. Pola distribusi suhu dan grafik distribusi suhu model studi.....	91
Gambar 5. 3. Pola dan arah aliran udara dengan kipas <i>supply</i> 2230 RPM dan variasi <i>exhaust</i> 2230 RPM, 2350 RPM, dan 2750 RPM.....	95
Gambar 5. 4. Pola dan arah aliran udara dengan kipas <i>supply</i> 2350 RPM dan variasi <i>exhaust</i> 2230 RPM, 2350 RPM, 2750 RPM .....	96
Gambar 5. 5. Pola dan arah aliran udara dengan kipas <i>supply</i> 2750 RPM dan variasi <i>exhaust</i> 2230 RPM, 2350 RPM, 2750 RPM .....	97
Gambar 5. 6. Pola distribusi suhu udara dalam ruang.....	98
Gambar 5. 7. Pola dsitribusi suhu udara dengan kipas <i>supply</i> 2750 RPM.....	99
Gambar 5. 8. Kecepatan udara di area tribun penonton dengan kombinasi I .....	101
Gambar 5. 9. Kecepatan udara di area tribun penonton dengan kombinasi II....	102
Gambar 5. 10. Pola pergerakan distribusi suhu udara di area tribun .....	104
Gambar 5. 11. Pola pergerakan aliran udara pada model <i>student center</i> .....	108
Gambar 5. 12. Kecepatan udara pada kipas <i>supply</i> sepanjang lapangan .....	108

Gambar 5. 13. Pola distribusi udara model <i>Student Center</i> , pengamatan 1,2 m.	109
Gambar 5. 14. Pola pergerakan aliran udara di area penonton .....	110
Gambar 5. 15. Pola distribusi suhu udara di area penonton.....	110
Gambar 5. 16. Pola distribusi suhu udara di area penonton pada mulut saluran <i>exhaust</i> .....	111
Gambar 5. 17. Pola distribusi suhu udara di area penonton.....	111





## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Keaslian penelitian.....	13
Tabel 2. 2. Nilai insulasi pakaian .....	22
Tabel 2. 3. Metabolisme <i>rate</i> berdasarkan aktifitas dalam ruang olahraga.....	22
Tabel 2. 4. Standar kebutuhan udara.....	24
Tabel 2. 5. Kepadatan udara untuk berbagai tingkatan temperatur.....	26
Tabel 2. 6. Perubahan patofisiologis akibat penurunan suhu tubuh.....	32
Tabel 2. 7. Suhu nyaman menurut standar .....	33
Tabel 2. 8. Kecepatan udara dan kesejukan .....	34
Tabel 2. 9. Pengaruh kecepatan angin pada Manusia .....	35
Tabel 2. 10. Klasifikasi kecepatan angin berdasarkan skala Beaufort.....	35
Tabel 2. 11. Perbandingan kriteria noise.....	39
Tabel 2. 12. Nilai koefisien a,b dan c untuk berbagai material <i>duct</i> .....	42
Tabel 2. 13. Karakteristik berbagai <i>fan sentrifugal</i> .....	44
Tabel 2. 14. Karakteristik berbagai <i>fan aksial</i> .....	46
Tabel 3. 1. Variabel analisa.....	56
Tabel 4. 1. Daftar pengujian model uji .....	63
Tabel 4. 2. Konfigurasi <i>pra prosesing</i> model uji dengan CFD – ACE.....	66
Tabel 4. 3. Kecepatan udara dan suhu udara.....	75
Tabel 4.4. Variabel data pengujian pada objek studi .....	80
Tabel 4.5. Konfigurasi Parameter CFD pada Model Studi .....	82
Tabel 4.6. Panas akibat metabolisme pada area tribun dan lapangan .....	82
Tabel 5.1. Kecepatan aliran udara dan suhu udara kombinasi I.....	92
Tabel 5.2. Kecepatan aliran udara dan suhu udara kombinasi II .....	99
Tabel 5.3. Kecepatan aliran udara pada saluran.....	104
Tabel 5.4. Nilai pertukaran udara akibat pengaruh variasi kecepatan kipas .....	106

**DAFTAR GRAFIK**

Grafik 2. 1. Kepadatan udara untuk berbagai tingkatan temperatur .....	26
Grafik 4. 1. Grafik suhu dan kecepatan pada jarak pengamatan 8 m.....	75
Grafik 4. 2. Distribusi suhu udara model uji pada jarak 8 – 10 meter .....	76
Grafik 5. 1. Grafik kecepatan aliran udara dan suhu udara.....	92
Grafik 5. 2. Kecepatan aliran udara dengan kipas 2230 RPM .....	94
Grafik 5. 3. Kecepatan aliran udara dengan kipas 2350 RPM .....	94
Grafik 5. 4. Kecepatan aliran udara dengan kipas 2750 RPM .....	94
Grafik 5. 5. Grafik perbandingan kecepatan aliran udara kombinasi II.....	100
Grafik 5. 6. Perbandingan suhu aliran udara kombinasi II .....	100
Grafik 5. 7. Grafik kecepatan aliran udara di area tribun.....	101
Grafik 5. 8. Kecepatan aliran udara di area tribun .....	102
Grafik 5. 9. Kecepatan aliran udara dari batas tribun ke saluran udara .....	103
Grafik 5. 10. Distribusi suhu udara pada area tribun penonton .....	104
Grafik 5. 11. Perbandingan kecepatan aliran udara pada saluran .....	105



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
PROGRAM PASCASARJANA  
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ARSITEKTUR

---

PENGESAHAN TESIS

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

Nama : Ivan Christopel Sibero  
No. Mahasiswa : 135402035/PS/MTA \*  
Konsentrasi : Arsitektur Digital / Ilmu Bangunan  
Judul Tesis : **MEMINIMALKAN PENIMBUNAN KALOR  
DENGAN VENTILASI SILANG MEKANIS**  
(Studi Kasus: Desain *Student Center* Universitas Atma Jaya  
Yogyakarta)

Nama Pembimbing

Tanggal

Tanda tangan

Prof. Ir. Prasasto Satwiko, MBSec, Ph.D.

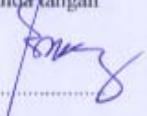
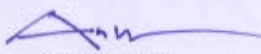
6/2 '15



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
 PROGRAM PASCASARJANA  
 PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ARSITEKTUR

PENGESAHAN TESIS

Nama : Ivan Christopel Sibero  
 No.Mahasiswa : 135402035/PS/MTA  
 Konsentrasi : Arsitektur Digital / Ilmu Bangunan  
 Judul Tesis : **MEMINIMALKAN PENIMBUNAN KALOR  
 DENGAN VENTILASI SILANG MEKANIS**  
 (Studi Kasus: Desain *Student Center* Universitas Atma Jaya  
 Yogyakarta)

Nama Penguji	Tanggal	Tandatangan
Floriberta Binarti S.T., Dipl.NDS Arch.	6.2.2015	
Ir. Djoko Istiadji, M.Sc.Bld.	6.2.2015	

Ketua Program Studi  
  
 Dr. Amos Setiadi, MT.  
 PROGRAM  
 PASCASARJANA

### HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis dengan judul:

#### **MEMINIMALKAN PENIMBUNAN KALOR DENGAN VENTILASI SILANG MEKANIS**

(Studi Kasus: Desain Student Center Universitas Atma Jaya Yogyakarta)

adalah benar-benar merupakan hasil karya sendiri. Pernyataan, ide maupun kutipan langsung dan tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam tesis ini pada lembar yang bersangkutan dan daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti saya melakukan duplikasi atau plagiasi sebagian atau seluruhnya dari tugas akhir ini, maka gelar dan ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan ke Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 2 Januari 2015



Ivan Christopel Sibero  
No.Mhs.: 135402035/PS/MTA

## INTISARI

Upaya untuk menciptakan kenyamanan termal sudah lama dilakukan pada daerah beriklim tropis. Salah satu cara untuk menciptakan kenyamanan didalam ruang adalah dengan memasukkan udara segar melalui ventilasi. Sistem pertukaran udara ini umumnya memanfaatkan sistem ventilasi alami. Keuntungan ventilasi alami mendapatkan udara segar melalui pertukaran udara, memanfaatkan udara luar masuk kedalam bangunan juga menguntungkan karena tidak ada beban energi listrik yang terpakai. Udara segar yang dirasakan penghuni didalam ruang terjadi karena adanya proses penguapan, hembusan angin pada permukaan kulit dapat menurunkan suhu permukaan kulit manusia. Membuat sistem ventilasi alami merupakan cara yang umum dilakukan untuk membantu pertukaran udara didalam ruang. Ventilasi alami pada dasarnya hanya mengandalkan tiupan angin alami dari luar, namun tidak semua lokasi memiliki kecepatan angin yang tinggi dan konstan. Untuk itu diperlukan alat bantu untuk menambah kecepatan pertukaran udara ruangan, agar proses penggantian/pertukaran udara tersebut konstan dan mencukupi kebutuhan, yaitu dengan menggunakan "*Exhaust Fan*" atau "*Ventilating Fan*". Sistem ini sering juga disebut sebagai sistem "*Mechanical Ventilation*". Hasil simulasi penerapan ventilasi silang mekanik pada model gedung *Student Center UAJY* dengan sistem *fan array* menunjukkan adanya pergerakan aliran udara di dalam ruang. Kecepatan aliran udara maksimum pada pengamatan ditengah lapangan menunjukkan kecepatan aliran berkisar 0,3-1,5 m/s, kecepatan aliran udara ini diperoleh dengan mengkombinasikan kipas *supply* dengan *exhaust fan* berkecepatan 2750 RPM di area lapangan dan kipas *exhaust* dengan kecepatan 2750 RPM di area tribun penonton. Hasil pengujian juga menunjukkan adanya pergerakan distribusi suhu udara di dalam ruang. Pergerakan ini terlihat dari adanya perbedaan suhu udara pada mulut saluran *supply* sebesar 30,25°C dan suhu udara mulut kipas *exhaust* sebesar 31,67°C.

**Kata kunci** : distribusi suhu udara, kecepatan aliran, ventilasi mekanis

## ABSTRACT

Efforts to create thermal comfort has long been done in the tropics. One way to create comfort in the room is by entering the fresh air through the vents. This air exchange systems generally utilize natural ventilation system. The advantage of natural ventilation through the fresh air ventilation, utilizing outside air into the building is also advantageous because there is no unused electrical energy load. Fresh air is felt occupants in the room is due to the evaporation process, winds on the surface of the skin can reduce the surface temperature of the human skin.

Creating a natural ventilation system is a common way to help the exchange of air in the room. Natural ventilation is basically just rely on natural wind blowing from the outside, but not all locations have high wind speeds and constant. It required a tool to increase the speed of the exchange of indoor air, so that the process of replacing / air exchange is constant and sufficiency, by using the "Exhaust Fan" or "Ventilating Fan". This system often also referred to as system "Mechanical Ventilation". Application of the simulation results of cross ventilation of mechanical model of building Student Center with an array of fan system UAJY indicate the movement of the air flow in the room. The maximum air flow rate on field observations in the middle indicates flow velocities of up to 0,3-1,5 m/s m/s, the speed of air flow is obtained by combining the supply fan exhaust fan speed 2750 RPM in its field and fan exhaust with speed 2750 RPM in the audience tribune area. The test results also indicate the movement of air temperature distribution in space. The movement was visible from the air temperature at the mouth of distinction-channel supply of 30,25 °C and air temperature the fan exhaust mouth of 31,67 °C.

**Keywords:**air temperature distribution, flow rate, mechanical ventilation,

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat TRITUNG GAL MAHAKUDUS, yang telah memberikan berkat dan karuniaNYA sehingga penulis telah menyelesaikan tesis yang berjudul “**MEMINIMALKAN PENIMBUNAN KALORDENGAN VENTILASI SILANG MEKANIS**(Studi Kasus:Desain Student Center Universitas Atma Jaya Yogyakarta)”, selesai dengan lancar.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun tesis ini. Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Ir. Prasasto Satwiko, MBS c, Ph.D., selaku dosen pembimbing. Terimakasih atas segala arahan dan masukan yang telah bapak berikan.
2. Ir.Djoko Istiadji,M.Sc.Bld. dan Floriberta Binarti S.T., Dipl.NDS.Arch., selaku dosen peng uji. Terima kasih atas masukan-masukannya yang sungguh berharga.
3. Dr. Amos Setiadi, MT., selaku ketua program studi pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta
4. Orang tua saya Ibu Re hulina Bangun dan bapak mertua Nurkian Diman dan Ibu Tuti Darianty.
5. Kakak dan adik-adikku yang selalu memberikan dorongan dan semangat agar penulisan ini dapat diselesaikan tepat waktu.
6. Teman Pasca Sarjana Magister Arsitektur periode September 2014
7. Kristina Saprianty dan Calvin Raphael Adelfio Sibero, istri dan anakku yang tetap selalu setia memberikan doa dan dukungannya.

Penulis

Ivan Christopel Sibero