

**SKRIPSI 49**

**OPTIMALISASI PERGERAKAN UDARA PADA  
HUNIAN DUA LANTAI BERBUKAAN DEPAN  
DAN ATAP**



**NAMA : EZRA DIMAS NUGROHO  
NPM : 2016420107**

**PEMBIMBING:**

**WULANI ENGGAR SARI, ST., MT.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI  
ARSITEKTUR**

**Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 4339/SK/BAN-  
PT/Akred/PT/XI/2017 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN  
Perguruan Tinggi No: 4501/SK/BAN-PT/Akred/S/XI/2019**

**BANDUNG  
2021**

**SKRIPSI 49**

**OPTIMALISASI PERGERAKAN UDARA PADA  
HUNIAN DUA LANTAI BERBUKAAN DEPAN  
DAN ATAP**



**NAMA : EZRA DIMAS NUGROHO  
NPM : 2016420107**

**PEMBIMBING:**

**WULANI ENGGAR SARI, ST., MT.**

**PENGUJI :**

**RYANI GUNAWAN, ST., MT.  
IRMA SUBAGIO, ST., MT.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI  
ARSITEKTUR**

**Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 4339/SK/BAN-PT/Akred/PT/XI/2017 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 4501/SK/BAN-PT/Akred/S/XI/2019**

**BANDUNG  
2021**

**PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI**  
*(Declaration of Authorship)*

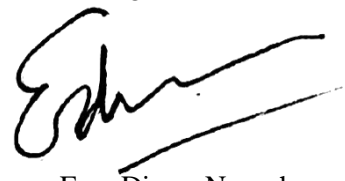
Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ezra Dimas Nugroho  
NPM : 2016420107  
Alamat : JL. BBD No. 36, Gandaria Utara, Jakarta Selatan  
Judul Skripsi : Optimalisasi Pergerakan Udara Pada Hunian Depan dan Lantai  
Berbukaan Depan dan Atap

Dengan ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa :

1. Skripsi ini sepenuhnya adalah hasil karya saya pribadi dan di dalam proses penyusunannya telah tunduk dan menjunjung Kode Etik Penelitian yang berlaku secara umum maupun yang berlaku di lingkungan Universitas Katolik Parahyangan.
2. Jika dikemudian hari ditemukan dan terbukti bahwa isi di dalam skripsi ini, baik sebagian maupun keseluruhan terdapat penyimpangan-penyimpangan dari Kode Etik Penelitian antara lain seperti tindakan merekayasa atau memalsukan data atau tindakan sejenisnya, tindakan plagiarisme atau autoplajarisme, maka saya bersedia menerima seluruh konsekuensi hukum sesuai ketentuan yang berlaku.

Bandung, Januari 2021



Ezra Dimas Nugroho



## Abstrak

# OPTIMALISASI PERGERAKAN UDARA PADA HUNIAN DUA LANTAI BERBUKAAN DEPAN DAN ATAP

Oleh  
**Ezra Dimas Nugroho**  
NPM: 2016420107

Ilmu arsitektur, pada dasarnya, adalah ilmu mendesain lingkungan binaan manusia, yang optimal bagi penggunaannya. Bagi manusia, ini berarti menciptakan bangunan yang optimal untuk beraktivitas. Salah satu kriteria untuk mencapai optimalisasi faktor-faktor tersebut adalah dengan memaksimalkan kenyamanan dan kesehatan lingkungan bangunan. Untuk mencapai ini, pengendalian iklim ruang dalam merupakan sebuah keperluan, dan di antara pengendalian ini adalah pengendalian kualitas udara ruang dalam. Ini merupakan suatu hal yang sebenarnya tidak dapat luput dari perhatian, apalagi saat melihat fenomena masa kini bahwa udara sekarang lebih berpolusi dan berpenyakit daripada masa lalu. Oleh karena itu, kita harus memperbaiki kualitas udara lingkungan ruang dalam kita, tak kalah penting di antaranya lingkungan rumah kita sendiri, demi mempertahankan kesehatan dan fungsionalitas.

Metode utama untuk mengendalikan kualitas udara ruang dalam kita adalah melalui pertukaran udara, memicu udara yang terus bersirkulasi sehingga tidak menjadi stagnan, basi, dan berpenyakit dari kandungan berbahaya. Pertukaran udara ini dilakukan melalui ventilasi, yang memiliki dua jenis utama: natural dan mekanikal. Untuk keperluan skripsi ini, ventilasi natural difokuskan karena, kembali menyesuaikan dengan konteks masa kini, jenis ini lebih efisien dalam rangka penghematan energi. Lebih merinci lagi, sistem ventilasi yang memanfaatkan campuran antara bukaan depan dan atap dipilih sebagai bahan penelitian, memperhatikan kondisi masa kini dimana pembangunan yang sempit dapat membatasi penggunaan permukaan bangunan bagi bukaan.

Penelitian ini berjenis eksperimen dengan metode pendekatan kuantitatif, yaitu dengan mengukur nyata pergerakan dalam udara bangunan. Simulasi komputer tipe *Computational Fluid Dynamics* (CFD) juga dilakukan untuk mempelajari karakter ventilasi bangunan dengan lebih merinci, demi mencapai pemahaman yang lebih tepat mengenai interaksi antara udara dengan kualitas udara yang dikendalikannya.

Hasil penelitian membuktikan bahwa sistem ventilasi bukaan depan dan atap pada dasarnya baik, namun objek yang digunakan sebagai contoh ditemukan masih bermasalah. Ini muncul terutama dari tiga hal, yaitu perlakuan void interior bangunan yang kurang tepat, penempatan bukaan atap di tengah bangunan, dan perlakuan bukaan interior yang kurang produktif.

Desain bangunan dua lantai berbukaan depan dan atap yang optimal adalah desain yang mampu menciptakan pergerakan dan pertukaran udara yang sesuai standar dalam seluruh bangunan. Untuk mencapai ini, penataan ruang bangunan seharusnya dirancang agar bukaan atap terletak di belakang bangunan. Ini menciptakan pergerakan udara sepanjang bangunan antara bukaan depan dan atap. Kemudian, void dalam bangunan harus diminimalkan terutama pada bagian dimana arus utama bergerak. Terakhir, ruang-ruang dalam bangunan harus diberikan bukaan dua sisi untuk memanfaatkan pergerakan udara bukaan depan dan atap melalui ventilasi silang.

**Kata-kata kunci:** ventilasi, bukaan, void, atap, pergerakan udara, pertukaran udara



## Abstract

### **OPTIMALIZATION OF INDOOR AIR MOVEMENT IN TWO-STORY HOUSING WITH FRONT AND ROOF OPENINGS**

by

**Ezra Dimas Nugroho**  
**NPM: 2016420107**

*The field of architecture, in its essence is the science of designing an environment of man, that which is optimized by man for its user. In the case of a human user, this means creating the design of a building which is optimized for productivity and activity. Among the criteria required to achieve such optimization is the maximizing of building comfort and health. To achieve this, control of the indoor climate is necessary, and among those is the control of indoor air quality. This is a fact that cannot escape our attention, when we look at the fact that present day air conditions are more polluted and pathogenic than ever before. Therefore, we must keep the air quality of our indoor environments, not least of which in our individual households, in order to stay healthy and functioning.*

*The primary method used to control indoor air quality is through air exchange, hence constantly circulating the air in a space as to not become stagnant, stale, and unhealthy from its contained particles. This air exchange is done through ventilation, of which there are two main types of: natural and mechanical. For the purposes of this thesis, natural ventilation is the main focus as looking once again at present day context, natural ventilation is much preferred as it is a more energy efficient method. Further specifying the domain of this thesis, the ventilation system to be studied is the utilization of front and roof openings, to explore the effectivity of this configuration in the face of dense development of the building environment.*

*This research is a type of experimental study, following the quantitative method of analysis. Specifically, this method is used when measuring exact parameters of air movement in the indoor housing space. Computational Fluid Dynamics (CFD) simulation is also done to obtain a better picture of the air flow in and around the object of study and reach a more comprehensive understanding on the interaction of the air movement and its quality towards human health.*

*Results of the study show that a ventilation system powered by frontal and roof openings is on its own a good strategy, however the specimen used is found to have performance issues. It is revealed that this is caused by three main factors, that being the improper design of interflooe voids, poor placement of the roof opening, and ineffective interior openings.*

*An optimal ventilation design for a building with frontal and roof openings is one capable of generating air flow and exchange according to established standards in key areas. To achieve this, first the building plan must be adjusted so that frontal and roof openings are placed in opposite extremities, creating a flow path traversing the entire building. Next, inter floor voids must be avoided in places where this primary flow path is located. Finally, indoor spaces must be adjusted to have with double side openings in order to take advantage of this primary flow path via cross ventilation.*

**Keywords:** ventilation, opening, void, roof, air flow, air exchange





## **PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI**

Skripsi yang tidak dipublikasikan ini, terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Katolik Parahyangan, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis dengan mengikuti aturan HaKI dan tata cara yang berlaku di lingkungan Universitas Katolik Parahyangan.

Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh skripsi haruslah seizin Rektor Universitas Katolik Parahyangan.

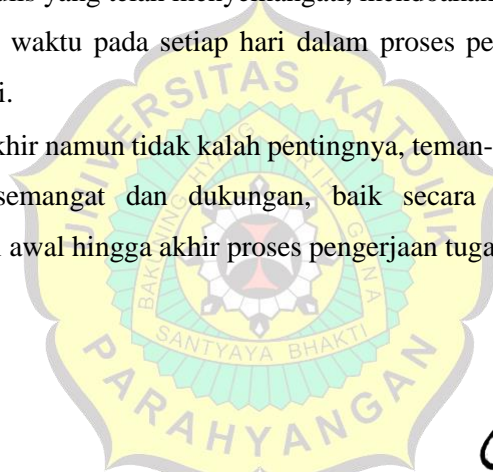




## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penelitian ini dibuat untuk memenuhi tugas akhir Fakultas Teknik Program Studi Arsitektur, Universitas Katolik Parahyangan. Selama proses penelitian berlangsung, penulis mendapatkan bimbingan, arahan, dukungan, dan saran. Untuk itu rasa terima kasih sedalam-dalamnya penulis sampaikan kepada:

- Dosen pembimbing, Ibu Wulani Enggar Sari, ST., MT. atas saran, pengarahan, dan masukan yang telah diberikan serta berbagai ilmu yang berharga.
- Dosen penguji, Ibu Ryani Gunawan, ST., MT. dan Ibu Irma Subagio, ST., MT. atas masukan dan bimbingan yang diberikan.
- Orang tua penulis yang telah menyemangati, mendoakan, dan menguatkan mental penulis, setiap waktu pada setiap hari dalam proses pengerjaan penelitian yang terkarantina ini.
- Dan yang terakhir namun tidak kalah pentingnya, teman-teman seperjuangan yang memberikan semangat dan dukungan, baik secara akademik maupun non akademik, dari awal hingga akhir proses pengerjaan tugas akhir ini.



Bandung, Januari 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ezra Dimas Nugroho'.

Ezra Dimas Nugroho



## DAFTAR ISI

Abstrak.....	i
Abstract.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Pertanyaan Penelitian.....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Kegunaan Penelitian.....	4
1.5. Kerangka Penelitian.....	5
1.6. Sistematika Penulisan.....	6
<b>BAB 2 KERANGKA DASAR TEORI.....</b>	<b>7</b>
2.1. Pergerakan Udara.....	7
2.1.1. Pengertian.....	7
2.1.2. Teori Pergerakan Udara.....	8
2.1.3. Pertukaran Udara.....	13
2.2. Ventilasi.....	15
2.2.1. Pengertian.....	15
2.2.2. Tipe Ventilasi.....	17
2.3. Rincian Data Penelitian.....	21
2.4. Hipotesis.....	21
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>23</b>
3.1. Jenis Penelitian.....	23
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.3. Teknik Pengumpulan Data.....	24
3.3.1. Observasi Pengukuran.....	24
3.3.2. Studi Pustaka.....	24

3.4. Alat Pengukuran.....	25
3.5. Tahap Analisis Data .....	26
3.6. Tahap Penarikan Kesimpulan .....	26
<b>BAB 4 HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>27</b>
4.1. Hasil Pengamatan.....	27
4.1.1. Instrumen Penelitian.....	27
4.1.2. Hasil Pengukuran Kondisi Lapangan .....	33
4.2. Pembahasan.....	43
4.2.1. Analisis Aliran Udara Lapangan .....	43
4.2.2. Perhitungan Kebutuhan Pertukaran Udara .....	55
4.2.3. Analisis Aliran Udara Simulasi CFD .....	58
4.2.4. Optimalisasi Desain Bangunan .....	75
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>90</b>
5.1. Sifat Pergerakan Udara .....	90
5.2. Saran Optimalisasi Sistem .....	90
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>92</b>



## DAFTAR GAMBAR

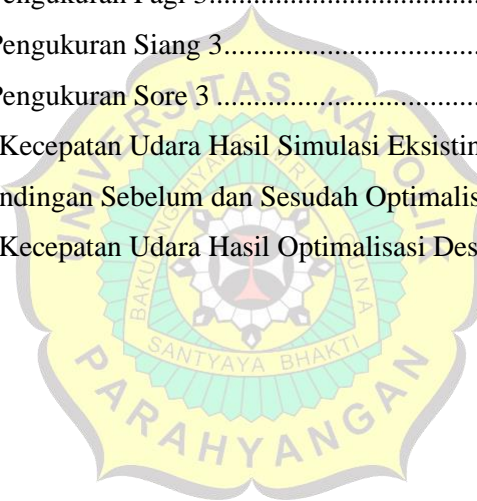
Gambar 2.1 Udara laminar .....	9
Gambar 2.2 Udara terpisah .....	10
Gambar 2.3 Udara bergejolak .....	10
Gambar 2.4 Udara pusaran .....	11
Gambar 2.5 Diagram Sederhana Pergerakan Udara Sekitar Bangunan .....	11
Gambar 2.6 Ventilasi Berjalur Keluar Masuk .....	19
Gambar 2.7 Ventilasi Silang .....	19
Gambar 2.8 Ventilasi Apung .....	20
Gambar 4.1 Denah Pemetaan Titik Ukur Lt. Dasar .....	28
Gambar 4.2 Denah Pemetaan Titik Ukur Lt. Atas .....	30
Gambar 4.3 Denah Pemetaan Titik Ukur Lt. Atap .....	31
Gambar 4.4 Pembagian Zona Analisis Objek .....	32
Gambar 4.5 Pola Aliran Udara Lt. Bawah Pagi 1 .....	45
Gambar 4.6 Pemetaan Aliran Udara Lt. Bawah Siang 1 .....	46
Gambar 4.7 Pemetaan Aliran Udara Lt. Bawah Sore 1 .....	47
Gambar 4.8 Pemetaan Aliran Udara Lt. Bawah Pagi 2 .....	48
Gambar 4.9 Pemetaan Aliran Udara Lt. Bawah Siang 2 .....	49
Gambar 4.10 Pemetaan Aliran Udara Lt. Bawah Sore 2 .....	50
Gambar 4.11 Pemetaan Aliran Udara Lt. Bawah Pagi 3 .....	51
Gambar 4.12 Pemetaan Aliran Udara Lt. Bawah Siang 3 .....	52
Gambar 4.13 Pemetaan Aliran Udara Lt. Bawah Sore 3 .....	53
Gambar 4.14 Abstraksi Terpadu Pola Aliran Udara Lapangan .....	54
Gambar 4.15 Denah Gerak Udara Lt. Dasar Simulasi .....	59
Gambar 4.16 Denah Gerak Udara Lt. Atas Simulasi .....	60
Gambar 4.17 Potongan Memanjang Aliran Udara Simulasi (Dapur) .....	61
Gambar 4.18 Potongan Memanjang Aliran Udara Simulasi (R. Utama) .....	61
Gambar 4.19 Potongan Memanjang Aliran Udara Simulasi (Bukaan Atap) .....	61
Gambar 4.20 Potongan Melintang Aliran Udara Simulasi (Bukaan Atap) .....	62
Gambar 4.21 Aksonometri Keseluruhan Gambaran Aliran Udara .....	62
Gambar 4.22 Denah Pergerakan Udara Dapur Lt. Dasar .....	66
Gambar 4.23 Denah Pergerakan Udara Dapur Lt. Atas .....	66
Gambar 4.24 Potongan Pergerakan Udara Dapur .....	67

Gambar 4.25 Denah Aliran Udara Ruang Tamu.....	68
Gambar 4.26 Denah Aliran Udara Ruang Utama .....	69
Gambar 4.27 Potongan Aliran Ruang Utama .....	69
Gambar 4.28 Potongan Aliran Udara Void dan Buka-an Atap.....	71
Gambar 4.29 Denah Aliran Udara Void Lt. Dasar.....	71
Gambar 4.30 Denah Aliran Udara Void dan Ruang Utama Lt. Atas.....	72
Gambar 4.31 Denah Aliran Udara Ruang-Ruang Belakang .....	73
Gambar 4.32 Potongan Melintang Aliran Udara Ruang-Ruang Belakang .....	73
Gambar 4.33 Potongan Aliran Udara Optimalisasi Pantry (langkah kontur kecepatan 0,05 m/s).....	81
Gambar 4.34 Denah Aliran Udara Optimalisasi R. Keluarga (kontur 0,05 m/s) ....	82
Gambar 4.35 Denah Aliran Udara Optimalisasi R. Keluarga (ketinggian 1,8 m) ..	82
Gambar 4.36 Denah Aliran Udara Optimalisasi 2 R. Keluarga (kontur 0,05 m/s) .	83
Gambar 4.37 Potongan Memanjang Aliran Udara Optimalisasi Dapur.....	84
Gambar 4.38 Denah Aliran Udara Optimalisasi Dapur dan Depan Lantai Atas.....	85
Gambar 4.39 Denah Aliran Udara Optimalisasi R. Utama Lt. Dasar .....	86
Gambar 4.40 Denah Aliran Udara Optimalisasi R. Utama Lt. Atas .....	86
Gambar 4.41 Potongan Melintang Aliran Udara Optimalisasi R. Utama.....	87
Gambar 4.42 Denah Aliran Udara Optimalisasi R. Belakang (kontur 0,05 m/s)....	88
Gambar 4.43 Potongan Memanjang Aliran Udara Optimalisasi R. Belakang (kontur 0,05 m/s).....	88



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar <i>Air Change Per Hour</i> .....	14
Tabel 2.2 Standar Laju Udara .....	14
Tabel 2.3 Standar Kecepatan Udara .....	15
Tabel 3.1 Alat Pengukuran .....	25
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Pagi 1 .....	34
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Siang 1 .....	35
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Sore 1 .....	36
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Pagi 2 .....	37
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Siang 2 .....	38
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Sore 2 .....	39
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Pagi 3 .....	40
Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Siang 3 .....	41
Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Sore 3 .....	42
Tabel 4.10 Nilai Kecepatan Udara Hasil Simulasi Eksisting .....	64
Tabel 4.11 Perbandingan Sebelum dan Sesudah Optimalisasi .....	77
Tabel 4.12 Nilai Kecepatan Udara Hasil Optimalisasi Desain .....	79





## DAFTAR LAMPIRAN





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Ilmu arsitektur pada dasarnya adalah ilmu mendesain, membangun, atau menciptakan lingkungan binaan manusia. Pada pernyataan tersebut, cukup penting untuk menggarisbawahi aspek kemanusiaan tersebut. Dengan adanya istilah tersebut, merupakan sebuah kewajiban bagi ilmu arsitektur untuk menciptakan lingkungan (baik luar dan dalam) yang tidak hanya sesuai, tetapi justru dibuat optimal bagi kehidupan manusia.

Untuk menciptakan lingkungan yang optimal bagi kehidupan manusia, kebutuhan manusia dalam segala aspek dan tingkatan harus terpenuhi sebaik mungkin, dari yang paling mendasar seperti kesehatan dan privasi, hingga yang berikutnya seperti kenyamanan, hingga terakhir paling tinggi seperti estetika, makna, dan kemewahan. Pemenuhan kebutuhan ini lah yang diajarkan dalam ilmu arsitektur, dari strategi konsep awal bangunan untuk memberi arah dan makna, penataan ruang yang terdidik untuk mengoptimalkan fungsionalitas dan tingkat privasi, dan strategi pengendalian iklim bangunan pada berbagai tahap desain untuk memenuhi kebutuhan fisik manusia seperti kenyamanan dan kesehatan. Ini membuktikan bahwa salah satu dari kriteria bangunan yang sukses terbina oleh manusia adalah pengendalian iklim yang baik.

Pengendalian iklim dalam bangunan terutama terbagi menjadi 3 aspek, yang masing-masing terikat pada suatu indera manusia. Pertama adalah pencahayaan, yang memastikan kenyamanan dan keselamatan manusia dalam bangunan. Dengan mengendalikan aspek ini, kita dapat mengendalikan indera penglihatan para pengguna bangunan karena tentunya manusia membutuhkan cahaya pada arah dan intensitas yang tepat untuk melihat.

Berikutnya adalah aspek akustik, yang terkait indera pendengaran manusia. Akustik bangunan mengendalikan sifat suara yang muncul dalam bangunan, yang merupakan suatu hal yang tak kalah penting dalam menghadirkan kenyamanan dan mengoptimalkan fungsionalitas bagi pengguna. Tentunya pengguna suatu bangunan tidak akan merasa tepat jika tidak bisa mendengar suatu pentas dalam suatu ruangan dengan baik, atau perpustakaan yang ditempatinya untuk belajar justru penuh kebisingan yang mengganggu.

Aspek terakhir dalam pengendalian iklim bangunan adalah pengendalian termal, yang paling berkaitan dengan kulit dan indera peraba manusia. Pengendalian termal bangunan berfungsi untuk memastikan bangunan yang didesain berada pada suhu yang

optimal bagi fungsinya. Ini dilakukan dengan cara mengendalikan udara yang ada di dalam bangunan, menaikkan atau menurunkan suhunya dengan berinteraksi dengan udara sekitarnya. Tergantung iklim awalnya, bangunan harus bisa menaikkan atau menurunkan suhu ruang dalamnya agar manusia dapat beraktivitas tidak hanya dengan nyaman, tetapi juga dengan aman; selamat dari kedinginan atau kepanasan yang seringkali sangat dapat berpengaruh besar terhadap kesehatan manusia.

Selain efek suhu, strategi-strategi pengendalian termal juga memiliki efek lebih mendalam terhadap kesehatan manusia. Ini disebabkan oleh hubungan langsung antara strategi-strategi pengendalian termal dengan udara di dalam suatu ruangan. Tidak seperti pencahayaan dan pendengaran, udara yang mempengaruhi kenyamanan termal ini bukan sekadar dideteksi atau dirasakan, melainkan juga dimasukkan ke dalam tubuh manusia untuk mempertahankan kondisi hidup. Hal yang kita hirup dari udara yang ada di sekitar kita, yang sendirinya ditentukan oleh ruang dan lingkungan dimana kita berada, akan berpengaruh langsung terhadap kondisi kita baik positif maupun negatif, seberapapun kecil namun dapat dihitung. Oleh karena itu, strategi pengendalian termal jika dilihat lebih teliti sebenarnya harus melihat jauh lebih mendalam dari sekadar suhu udara, hingga melihat benda-benda yang terkandung dalam udara yang dikendalikan.

Dari berbagai strategi pengendalian termal, bukaan untuk ventilasi adalah salah satu strategi yang paling sering ditemukan dalam bangunan gedung sekarang. Ini terjadi karena bukaan tersebut dapat relatif mudah untuk diimplementasikan, dibandingkan strategi pengendalian termal lain misalnya cerobong panas atau desain atap yang tinggi. Pada saat bersamaan, lubang ventilasi ini juga merupakan salah satu strategi mengendalikan udara dalam bangunan yang paling berpengaruh terhadap kandungannya karena hubungannya dengan pertukaran udara.

Untuk memperkuat pernyataan ini, kita dapat merujuk pada WHO (*World Health Organization*), yaitu badan di bawah pimpinan PBB yang spesifik bertugas untuk meningkatkan kesehatan manusia dalam skala global. WHO menyatakan bahwa dalam sebuah ruangan, dibutuhkan ventilasi alami yang cukup baik pada ruang dalam untuk melawan keberadaan partikel-partikel yang berpotensi berpengaruh negatif terhadap kesehatan. Ini dapat dilakukan dengan cara membuka jendela atau bukaan lain, dengan tujuan menciptakan tingkat pertukaran udara ruang dalam, atau *Air Change Rate (ACH)* yang lebih besar. Dengan adanya pertukaran udara ini, segala macam partikel yang mengambang di udara, misalnya debu, kelembapan berlebih, spora jamur, atau gas yang kurang sehat, dapat dibawa dari dalam ruangan dan dibuang ke lingkungan luar.

Jika merujuk kembali ke ilmu fisika bangunan, ventilasi dengan sendirinya tidak semua sama antara tiap bangunan dan penyesuaian desainnya. Secara idealnya, ventilasi pada bangunan dibuat agar dapat mencakup seluruh ruang dalam bangunan, dan dapat menggantikan udara ruang dalam dengan semaksimal dan senyaman mungkin. Untuk mencapai kondisi pertukaran seperti ini, seringkali disebutkan metode ventilasi silang -- yaitu konfigurasi bukaan ventilasi pada 2 sisi berlawanan pada suatu bangunan, yang menciptakan sebuah jalur udara antara kedua sisi tersebut ó sebagai salah satu metode paling ampuh. Namun, seringkali kenyataan tidak memungkinkan kondisi ideal tersebut, disebabkan kendala dari keadaan tapak, desain, atau konteks.

Salah satu kendala utama yang sering ditemukan adalah penempatan bangunan yang berdempet. Dalam penempatan bangunan yang berdempet, ruang dalam bangunan dimaksimalkan dalam seluruh tapak sehingga batas ruang dalam tersebut berhimpit persis dengan batas tapak. Ini menciptakan kasus dimana suatu bangunan hanya memiliki satu sisi yang terbuka dan dapat diolah, sehingga tidak menyisakan permukaan cukup untuk menciptakan efek ventilasi silang. Maka, strategi alternatif untuk memaksimalkan efek ventilasi pada ruangan bermunculan pada bangunan seperti ini; salah satu yang paling efektif terhadap ruang sempit adalah dengan menggunakan void, mengingat bahwa lingkungan atas bangunan hampir selalu terbuka terhadap udara.

Fenomena ini paling sering bermunculan pada bangunan jenis perumahan, seiring adanya pergerakan dalam dunia dimana semakin bertumbuhnya populasi yang berpusat pada satu area relatif kecil. Tentunya, hal ini menciptakan bertambahnya kepadatan penduduk sehingga semakin berkurangnya ruang terbuka yang dapat disisakan. Padahal, lingkungan perumahan adalah salah satu tempat yang paling membutuhkan kualitas udara yang baik, mengingat lingkungan ini adalah tempat dimana semua orang beristirahat dan menjalani hidupnya, dan sangat berpengaruh terhadap kesehatan.

Masa kini adalah masa dimana manusia secara keseluruhan menjadi semakin sadar atas kebersihan dan kesehatan lingkungan di sekitar mereka, demi menjunjung tinggi kesehatan bersama. Semua hal yang dulu dianggap sepele kini menjadi hal yang amat diperhatikan; menyentuh barang-barang yang tidak diketahui kebersihannya, bertemu dan berdekatan dengan orang lain, memastikan ruang pribadi bersih dari segala kotoran dan partikel yang kurang menyehatkan. Hanya merupakan hal yang masuk akal jika udara di sekitar kita pun kini patut diteliti juga demi kesehatan, berhubungan dengan udara turut berperan sebagai pendukung hidup manusia seperti yang telah disebutkan.

## **1.2. Pertanyaan Penelitian**

1. Bagaimana pergerakan udara pada bangunan hunian 2 lantai yang memanfaatkan bukaan depan dan atap?
2. Bagaimana mengoptimalkan sistem pergerakan udara dengan bukaan depan dan atap pada objek hunian 2 lantai?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk memahami sifat pergerakan udara pada hunian dua lantai dilengkapi oleh bukaan baik pada muka bangunan dan atap, beserta pengaruh bukaan tersebut pada pergerakan udara dalam bangunan dan pertukaran udara. Dengan ini diharapkan bahwa dapat ditemukan efektivitas strategi ini terhadap pertukaran udara, terutama berhubungan dengan batasan desain yang dapat sering terjadi kini hari.

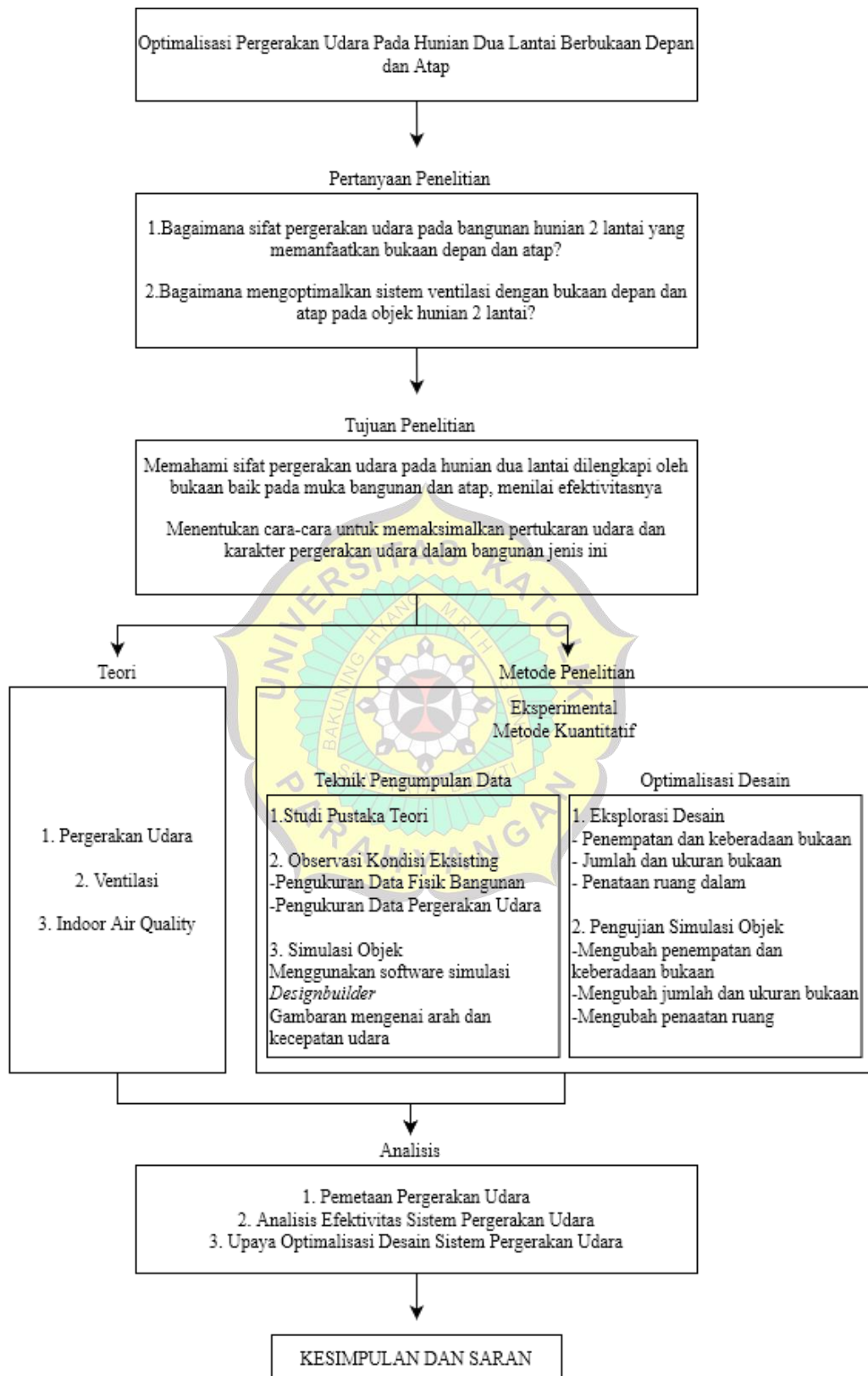
Setelah memahami mengenai pergerakan udara dan pertukarannya melalui ventilasi, penelitian ini juga bertujuan untuk menemukan kelebihan dan kekurangan sistem ventilasi tersebut pada objek studi, kemudian menentukan cara-cara agar pergerakan udara dapat lebih maksimal.

## **1.4. Kegunaan Penelitian**

Penelitian ini memiliki manfaat menambah ilmu semua pembaca mengenai pertukaran udara pada sistem ventilasi dalam hunian dengan bukaan yang terbatas, dalam rangka memperbaikinya demi meningkatkan kualitas udara ruang dalam. Lebih tepatnya, penelitian ini membahas mengenai sistem ventilasi khususnya dimana terdapat bukaan maupun void, sebagai strategi menghadirkan pertukaran udara lebih baik pada hunian dengan permukaan terbuka pada satu sisi saja. Diharapkan pembaca dapat mengambil prinsip-prinsip yang ditemukan dalam penelitian ini dan dikembangkan agar dapat diaplikasikan dalam kasus-kasus yang serupa yang dihadapi kedepannya.



## 1.5. Kerangka Penelitian



## **1.6. Sistematika Penulisan**

Agar dapat menyajikan penelitian dalam susunan yang lebih mudah diikuti dan dimengerti, skripsi ini disusun menjadi bab-bab tertentu. Tiap bab membahas mengenai tahap penelitian tersendiri, yang mencerminkan sistematika langkah penelitian. Pembagian bab-bab tersebut adalah sebagai berikut:

### **a. BAB I PENDAHULUAN**

Membahas tentang latar belakang dan ketentuan penelitian, terutama mengenai tujuan, pertanyaan, dan guna yang ingin dicapai dengan penelitian ini. Terdapat juga ruang lingkup dan kerangka berpikir yang digunakan untuk memandu jalur penelitian.

### **b. BAB II KERANGKA DASAR TEORI**

Membahas mengenai landasan teori penelitian, yaitu teori yang relevan dengan penelitian ini. Kerangka dasar ini meliputi definisi dan teori mengenai tiap variabel dari penelitian ini, yang dikumpulkan melalui studi literatur dari sumber-sumber terpercaya.

### **c. BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas mengenai metode bagaimana penelitian ini dilaksanakan, baik mengenai jenis penelitian yang dilakukan, waktu dan tempat pelaksanaan penelitian tersebut, dan metode pengumpulan data bagi penelitian.

### **d. BAB IV HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini, hasil dari pengumpulan data dipaparkan dan dijelaskan. Setelah penjelasan, data tersebut dianalisis agar mendapatkan kesimpulan yang dapat ditindaklanjuti.

### **e. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab terakhir membahas mengenai kesimpulan yang didapat dari analisis data tersebut, yang terikat dengan pertanyaan penelitian yang telah diajukan sebelumnya. Dari kesimpulan tersebut dapat diambil saran, yang dapat dibawa agar diaplikasikan pada kasus lain.