

SKRIPSI 46

**PERAN DESAIN VENTILASI ALAMI
DALAM SISTEM PERTUKARAN UDARA
PADA RUMAH TINGGAL *SLOW HOUSE*
JAKARTA**



**NAMA : FIONA
NPM : 2015420106**

PEMBIMBING: IR. MIRA DEWI PANGESTU, 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: 429/SK/BAN-PT/Akred/S/XI/2014**

**BANDUNG
2019**

SKRIPSI 46

**PERAN DESAIN VENTILASI ALAMI
DALAM SISTEM PERTUKARAN UDARA
PADA RUMAH TINGGAL *SPLOW HOUSE*
JAKARTA**



**NAMA : FIONA
NPM : 2015420106**

PEMBIMBING:

IR. MIRA DEWI PANGESTU, MT.

**PENGUJI :
NANCY YUSNITA NUGROHO, ST., MT.
IR. AMIRANI RITVA SANTOSO, 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: 429/SK/BAN-PT/Akred/S/XI/2014**

**BANDUNG
2019**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI
(Declaration of Authorship)

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fiona
NPM : 2015420106
Alamat : Jalan Kebon Jeruk Indah Utama blok A/17
Srengseng, Kembangan, Jakarta Barat, 11630
Judul Skripsi : Peran Desain Ventilasi Alami dalam Sistem
Pertukaran Udara pada Rumah Tinggal
Splow House Jakarta

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/memalsukan data atau tindakan sejenisnya, tindakan Plagiarisme atau Autoplagiarisme, maka saya bersedia menerima seluruh konsekuensi hukum sesuai ketentuan yang berlaku.

Bandung, Mei 2019

(Fiona)

ABSTRAK

PERAN DESAIN VENTILASI ALAMI DALAM SISTEM PERTUKARAN UDARA PADA RUMAH TINGGAL *SLOW HOUSE* JAKARTA

Oleh
Fiona

2015420106

Compact house merupakan solusi bagi keterbatasan lahan untuk hunian pada kota dengan tingkat kependudukan yang padat. Tapak yang sempit dengan dinding menempel dengan tetangga menyebabkan keterbatasan hubungan antara ruang dalam dan ruang luar. Padahal, hubungan antara ruang luar dan ruang berupa cahaya matahari, *view* ke luar, dan udara dari luar sangat penting bagi manusia. Pertukaran udara pada sebuah rumah merupakan cara untuk mengatur kenyamanan dan tingkat kesehatan udara di dalam bangunan. Untuk mewujudkan pertukaran udara di dalam bangunan, dibutuhkan desain ventilasi yang baik dari luar bangunan, pada selubung bangunan, hingga tatanan ruang dalam bangunan untuk mengatur pergerakan udara. Keberhasilan dari sistem pertukaran udara ini dapat dinilai dalam lima parameter, yaitu kenyamanan termal, luas bukaan udara, ventilasi silang, laju udara (*airflow*), dan pergantian udara per jam (*air changes per hour*). Dalam pencapaian sistem pertukaran udara yang baik, terdapat sebuah *compact house* yang terletak di Jakarta Selatan dengan konsep mewujudkan sirkulasi udara yang baik dan banyak cahaya matahari. Permasalahannya ternyata penghuni rumah masih merasakan ketidaknyamanan secara termal pada area yang hanya menggunakan penghawaan alami.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh desain ventilasi pada pergerakan udara di luar, selubung, dan dalam bangunan, kinerja sistem pertukaran udara, peran desain ventilasi terkait pergerakan udara terhadap keberhasilan sistem pertukaran itu dan upaya untuk meningkatkan kinerja sistem pertukaran udara pada rumah tinggal *Slow House*.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Pengambilan data-data yang dibutuhkan sebagai sampel pada waktu terjadinya aktivitas di dalam rumah sebagai variabel pada lima parameter keberhasilan sistem pertukaran udara merupakan pendekatan kuantitatif. Pendekatan kualitatif digunakan untuk menjelaskan hasil pengukuran dengan pergerakan udara yang terjadi pada objek melalui simulasi.

Setelah melalui proses analisis, penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa rumah tinggal *Slow House* tidak berhasil menerapkan sistem pertukaran udara karena masih kurangnya bukaan, dimensi bukaan, kecepatan pergerakan udara, dan persebaran udara di dalam bangunan agar dapat mencapai standar yang diharuskan. Kemudian dilakukan juga *redesign* sebagai upaya untuk meningkatkan kinerja dari sistem pertukaran udara.

Kata-kata kunci: desain ventilasi, sistem pertukaran udara, pergerakan udara, *Slow House*

ABSTRACT

THE ROLE OF NATURAL AIR VENTILATION DESIGN IN THE AIR EXCHANGE SYSTEM ON SPLOW HOUSE JAKARTA

by
Fiona

2015420106

Compact house is a solution to the limited land for occupancy in cities with dense population levels. A narrow footprint with walls attached to neighbors causes a limited contact between inner space and outside space. In fact, the contact between outer space and space in the form of sunlight, nature views, and fresh air from outside is very important for humans. Air exchange in a house is a way to regulate the comfort and health level of the air in the building. To realize air exchange in buildings, it takes a good ventilation design from outside the building, on the building envelope, to the space inside building to regulate air movement. The success of this air exchange system can be assessed in five parameters, namely thermal comfort, air opening area, cross ventilation, airflow, and air changes per hour. In achieving a good air exchange system, there is a compact house located in South Jakarta with the concept of creating “good air circulation” and “lots of sunshine”. The problem is that residents of the house still feel thermal discomfort in areas that only use natural ventilation.

This study aims to determine the effect of ventilation design on air movement outside, sheath, and in buildings, the success of air exchange systems, the role of ventilation design related to air movement to the success of air conditioning systems, and efforts to improve the performance of air exchange systems in Splow House.

This research uses quantitative and qualitative approaches. Retrieving the data needed as a sample at the time of occurrence of in-house activities as the variable of five success parameters of the air exchange system is the quantitative approach. The qualitative approach is used to explain the results of measurements with air movements that occur in objects through simulation.

After going through the analysis process, this study concluded that the Splow House residences were unsuccessful in implementing an air exchange system because there was still a lack of openings, opening dimensions, air movement speed, and air distribution in the building to reach the required standards. Then a redesign was carried out as an effort to improve the performance of the air exchange system.

Keywords: ventilation design, air exchange system, air movement, Splow House

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 seijin Rektor Universitas Katolik Parahyangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “Peran Desain Ventilasi dalam Sistem Pertukaran Udara pada Rumah Tinggal *Sploow House* Jakarta”. Selama proses penelitian berlangsung, penulis mendapatkan bimbingan, arahan, dukungan, dan saran. Untuk itu rasa terima kasih sedalam-dalamnya penulis sampaikan kepada:

- Dosen pembimbing, Ir, Mira Dewi Pangestu, MT. atas saran, pengarahan, dukungan dan masukan yang telah diberikan serta berbagai ilmu yang berharga
- Dosen penguji, Nancy Yusnita Nugroho, ST., MT. dan Ir. Amirani Ritva Santoso, MT. yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun
- Orang tua, Slamet Leo dan Lanny Wianto, serta kakak, Evelyn Leo yang telah menyemangati dan mendoakan selama proses pengerjaan skripsi
- Rekan satu regu skripsi, Gracella Gunawan dan Beatrix Aryani Gustaf yang selalu menemani, memberikan masukan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi
- Pemilik *Sploow House*, Pak Firman dan Bu Dissy, yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan survey dengan sambutan yang hangat
- Kerabat yang telah menemani kehidupan perkuliahan saya dari awal hingga akhir, Amanda Regina, Abraham Arya, Winnie Siswadi, Gani Wiratama, Michelle Vania, Yanlymar Inka Halim, Jessica Christina, dan Kenley Jonathan
- Staff di Laboratorium Fisika Bangunan Jurusan Arsitektur UNPAR, Christi Maria yang telah meminjamkan alat ukur untuk mengumpulkan data
- Natalia Meliyanti dan Sandy Kartolo atas dukungan yang telah diberikan
- Dan seluruh pihak yang telah membantu dalam mengerjakan penelitian ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Sebelumnya, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mohon maaf dan sangat menghargai kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih.

Bandung, Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Perumusan Masalah Penelitian.....	2
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.5.1 Manfaat Bagi Penghuni.....	4
1.5.2 Manfaat Akademis.....	4
1.6 Kerangka Pemikiran.....	5
1.7 Kerangka Penelitian.....	6
1.8 Sistematika Pembahasan.....	7
BAB II FAKTOR DESAIN PERGERAKAN UDARA DAN PARAMETER KEBERHASILAN SISTEM PERTUKARAN UDARA.....	9
2.1 Pergerakan Udara.....	9
2.1.1 Fungsi Pergerakan Udara.....	9
2.1.2 Prinsip Pergerakan Udara.....	10
2.2 Faktor Desain Pergerakan Udara.....	13
2.2.1 Faktor Desain Luar Bangunan.....	13
2.2.2 Faktor Desain Selubung Bangunan.....	14

2.2.3	Faktor Desain Dalam Bangunan.....	18
2.3	Parameter Keberhasilan Sistem Pertukaran Udara.....	22
2.3.1	Kenyamanan Termal.....	22
2.3.2	Luas Bukaannya Udara.....	27
2.3.3	Ventilasi Silang.....	27
2.3.4	Laju Udara (<i>Air flow</i>).....	29
2.3.5	Pergantian Udara per Jam (<i>Air Changes per Hour</i>).....	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		33
3.1	Jenis Penelitian.....	33
3.2	Objek Penelitian.....	33
3.2.1	Data Umum.....	33
3.2.2	Pertimbangan Pemilihan Objek.....	40
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian.....	41
3.3.1	Tempat Penelitian.....	41
3.3.2	Waktu Penelitian.....	42
3.4	Sampel / Sumber Data.....	42
3.5	Teknik Pengumpulan Data.....	43
3.6	Alat Pengukur Data.....	44
3.7	Teknik Analisis Data.....	45
BAB IV PERAN DESAIN VENTILASI ALAMI DALAM MEMENUHI PARAMETER KEBERHASILAN SISTEM PERTUKARAN UDARA.....		51
4.1	Hasil Pengukuran Observasi Langsung.....	51
4.1.1	Hasil Pengukuran Zona A.....	53
4.1.2	Hasil Pengukuran Zona B.....	55
4.1.3	Hasil Pengukuran Zona C.....	56
4.2	Faktor Desain Pergerakan Udara.....	60
4.2.1	Faktor Desain Luar Bangunan.....	60

4.2.2	Faktor Desain Selubung Bangunan.....	62
4.2.3	Faktor Desain Dalam Bangunan.....	75
4.3	Keberhasilan Sistem Pertukaran Udara.....	81
4.3.1	Kenyamanan Termal.....	81
4.3.2	Luas Bukaannya Udara.....	85
4.3.3	Ventilasi Silang.....	87
4.3.4	Laju Udara (<i>Air Flow</i>).....	89
4.3.5	Pergantian Udara per Jam (<i>Air Change per Hour</i>).....	90
4.4	Peran Desain Ventilasi dalam Sistem Pertukaran Udara.....	91
4.5	Upaya Peningkatan Kinerja Sistem Pertukaran Udara.....	95
4.5.1	Keberhasilan Sistem Pertukaran Udara - <i>Redesign</i>	95
4.5.2	Desain Luar dan Selubung Bangunan - <i>Redesign</i>	96
4.5.3	Desain Dalam Bangunan - <i>Redesign</i>	100
4.5.4	Perubahan Suhu - <i>Redesign</i>	108
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		111
GLOSSARIUM.....		xxi
DAFTAR PUSTAKA.....		xxiii
LAMPIRAN.....		xxv

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Perspektif mata burung area <i>Sploow House</i>	3
Gambar 1.2 Diagram Kerangka Pemikiran.....	5
Gambar 1.3 Diagram Kerangka Penelitian.....	6
Gambar 2.1 Pergerakan Udara.....	9
Gambar 2.2 Jenis-jenis Pergerakan Udara.....	10
Gambar 2.3 Udara yang mengalir di sekitar bangunan.....	11
Gambar 2.4 Pergerakan Udara dan Tekanan Udara Pada Tapak.....	11
Gambar 2.5 <i>Turbulence</i> dan <i>Eddy</i> di sekitar bangunan.....	12
Gambar 2.6 Tabung venturi yang menggambarkan efek Bernoulli (kiri) dan Efek venturi pada bangunan (kanan).....	12
Gambar 2.7 <i>Stack Effect</i>	12
Gambar 2.8 <i>Stack effect</i> terjadi bila udara di dalam lebih tinggi dari udara di luar (kiri) dan <i>Stack effect</i> dan efek Bernoulli serta efek venturi pada tangga (kanan).....	13
Gambar 2.9 Efek Orientasi Bangunan.....	13
Gambar 2.10 Pengaruh konfigurasi dan orientasi.....	14
Gambar 2.11 Pergerakan udara akibat vegetasi.....	14
Gambar 2.12 Tekanan pada bukaan samping.....	15
Gambar 2.13 Bukaan di bagian atas mengumpulkan udara panas.....	15
Gambar 2.14 <i>Cross Ventilation</i>	16
Gambar 2.15 <i>Cross Ventilation</i> pada sisi yang bersebelahan.....	16
Gambar 2.16 Tekanan yang lebih besar pada salah satu sisi.....	16
Gambar 2.17 Penambahan sirip pada dinding.....	16
Gambar 2.18 Aliran udara pada area plafon.....	17
Gambar 2.19 Aliran udara pada area bawah.....	17
Gambar 2.20 Pola angin rendah.....	17
Gambar 2.21 Pola angin tinggi.....	17
Gambar 2.22 Dimensi inlet outlet.....	17
Gambar 2.23 Efek <i>sash</i>	18
Gambar 2.24 Efek <i>Canopies</i>	18
Gambar 2.25 Efek Louvres.....	18
Gambar 2.26 Bukaan di sepanjang dinding bangunan.....	19

Gambar 2.27	Bukaan di bagian kecil pada dinding bangunan.....	20
Gambar 2.28	Pergerakan udara pada perbedaan kedalaman ruang.....	20
Gambar 2.29	Pergerakan udara pada perbedaan ketinggian ruang.....	21
Gambar 2.30	Kecepatan dan pola pergerakan udara dengan pembagi ruang.....	21
Gambar 2.31	Pola pergerakan udara pada pembagi ruang vertikal.....	22
Gambar 2.32	<i>ET/CET Nomogram</i>	25
Gambar 2.33	Titik GT pada <i>CET Nomogram</i>	25
Gambar 2.34	Titik WBT pada <i>CET Nomogram</i>	26
Gambar 2.35	Garis hubung GT dan WBT pada <i>CET Nomogram</i>	26
Gambar 2.36	Kurva kecepatan pergerakan udara pada <i>CET Nomogram</i>	26
Gambar 2.37	Zona nyaman pada <i>CET Nomogram</i>	26
Gambar 2.38	Nilai CET pada <i>CET Nomogram</i>	27
Gambar 3.1	Kondisi Sekitar Tapak.....	34
Gambar 3.2	Potongan bangunan ke arah barat.....	35
Gambar 3.3	Potongan bangunan ke arah timur.....	36
Gambar 3.4	Kondisi Lantai 1.....	37
Gambar 3.5	Kondisi Lantai 2.....	38
Gambar 3.6	Kondisi Lantai 2.5.....	39
Gambar 3.7	Kondisi <i>void</i> sisi barat bangunan.....	40
Gambar 3.8	Zona dan Titik Pengukuran.....	42
Gambar 3.9	Meteran.....	44
Gambar 3.10	<i>WBG Thermometer</i>	45
Gambar 3.11	<i>Hot Wire Anemometer</i>	45
Gambar 3.12	<i>Splash Autodesk Flow Design</i>	46
Gambar 3.13	Menu Bar di dalam <i>Autodesk Flow Design</i>	46
Gambar 3.14	Tampilan Range Kecepatan Pegerakan Udara.....	47
Gambar 3.15	Menu <i>Simulation</i>	47
Gambar 3.16	Menu <i>Wind Tunnel</i>	48
Gambar 3.17	Menu <i>Orientation</i>	48
Gambar 3.18	Menu <i>Settings</i>	50
Gambar 4.1	Pengamatan Pergerakan Udara Keseluruhan.....	52
Gambar 4.2	Orientasi terhadap pergerakan udara – tampak atas.....	61
Gambar 4.3	Orientasi terhadap pergerakan udara - perspektif.....	61
Gambar 4.4	Hasil Simulasi - Orientasi.....	61

Gambar 4.5 Tanaman di teras rumah.....	62
Gambar 4.6 Vegetasi terhadap pergerakan udara.....	62
Gambar 4.7 Bukaan samping pada objek.....	63
Gambar 4.8 Simulasi bukaan samping 1 - Denah.....	65
Gambar 4.9 Pembacaan simulasi bukaan samping - Denah.....	65
Gambar 4.10 Simulasi bukaan samping 1 - Perspektif dari luar bangunan.....	65
Gambar 4.11 Pembacaan simulasi bukaan samping 1 - Perspektif dari luar bangunan.....	65
Gambar 4.12 Simulasi bukaan samping 1 - Perspektif dari dalam bangunan.....	65
Gambar 4.13 Pembacaan simulasi bukaan samping 1 – Perspektif dari dalam bangunan	65
Gambar 4.14 Simulasi bukaan samping 2 - Denah.....	66
Gambar 4.15 Pembacaan simulasi bukaan samping 2 - Denah.....	66
Gambar 4.16 Simulasi bukaan samping 2 - Perspektif dari luar bangunan.....	66
Gambar 4.17 Pembacaan simulasi bukaan samping 2 - Perspektif dari luar bangunan.....	66
Gambar 4.18 Simulasi bukaan samping 2 - Perspektif dari dalam bangunan.....	66
Gambar 4.19 Pembacaan simulasi bukaan samping 2 - Perspektif dari dalam bangunan.	66
Gambar 4.20 Simulasi bukaan samping 3 - Denah.....	67
Gambar 4.21 Pembacaan simulasi bukaan samping 3 - Denah.....	67
Gambar 4.22 Simulasi bukaan samping 3 - Perspektif dari luar bangunan.....	67
Gambar 4.23 Pembacaan simulasi bukaan samping 3 - Perspektif dari luar bangunan.....	67
Gambar 4.24 Simulasi bukaan samping 3 - Perspektif dari dalam bangunan.....	67
Gambar 4.25 Pembacaan simulasi bukaan samping 3 - Perspektif dari dalam bangunan.	67
Gambar 4.26 Simulasi bukaan samping 4 - Potongan.....	68
Gambar 4.27 Pembacaan simulasi bukaan samping 4 - Potongan.....	68
Gambar 4.28 Simulasi bukaan samping 4 - Perspektif dari luar bangunan.....	68
Gambar 4.29 Pembacaan simulasi bukaan samping 4 - Perspektif dari luar bangunan.....	68
Gambar 4.30 Simulasi bukaan samping 4 - Perspektif dari dalam bangunan.....	68
Gambar 4.31 Pembacaan simulasi bukaan samping 4 - Perspektif dari dalam bangunan.	68
Gambar 4.32 Bukaan atas pada objek.....	69
Gambar 4.33 Simulasi bukaan atas 1 - Potongan.....	71
Gambar 4.34 Pembacaan simulasi bukaan atas 1 - Potongan.....	71
Gambar 4.35 Simulasi bukaan atas 1 - Perspektif dari luar bangunan.....	71
Gambar 4.36 Pembacaan simulasi bukaan atas 1 - Perspektif dari luar bangunan.....	71
Gambar 4.37 Simulasi bukaan atas 1 - Perspektif dari dalam bangunan.....	71
Gambar 4.38 Pembacaan simulasi bukaan atas 1 - Perspektif dari dalam bangunan.....	71

Gambar 4.39 Simulasi bukaan atas 2 - Potongan.....	72
Gambar 4.40 Pembacaan simulasi bukaan atas 2 - Potongan.....	72
Gambar 4.41 Simulasi bukaan atas 2 - Perspektif dari luar bangunan.....	72
Gambar 4.42 Pembacaan simulasi bukaan atas 2 - Perspektif dari luar bangunan.....	72
Gambar 4.43 Simulasi bukaan atas 2 - Perspektif dari dalam bangunan.....	72
Gambar 4.44 Pembacaan simulasi bukaan atas 2 - Perspektif dari dalam bangunan.....	72
Gambar 4.45 Simulasi bukaan atas 3 – Perspektif.....	73
Gambar 4.46 Pembacaan simulasi bukaan atas 3 - Potongan.....	73
Gambar 4.47 Simulasi bukaan atas 3 - Perspektif dari dalam bangunan.....	73
Gambar 4.48 Pembacaan simulasi bukaan atas 3 - Perspektif dari dalam bangunan.....	73
Gambar 4.49 Simulasi bukaan atas 3 - Perspektif dari luar bangunan.....	73
Gambar 4.50 Pembacaan simulasi bukaan atas 3 - Perspektif dari luar bangunan.....	73
Gambar 4.51 Simulasi bukaan atas 4 - Potongan.....	74
Gambar 4.52 Pembacaan simulasi bukaan atas 4 - Potongan.....	74
Gambar 4.53 Simulasi bukaan atas 4 - Perspektif dari dalam bangunan.....	74
Gambar 4.54 Pembacaan bukaan atas 4 - Perspektif dari dalam bangunan.....	74
Gambar 4.55 Simulasi bukaan atas 4 - Perspektif dari luar bangunan.....	74
Gambar 4.56 Pembacaan bukaan atas 4 - Perspektif dari luar bangunan.....	74
Gambar 4.57 Simulasi denah - Lantai 1.....	76
Gambar 4.58 Potongan kunci - Lantai 1.....	76
Gambar 4.59 Pembacaan simulasi denah - Lantai 1.....	76
Gambar 4.60 Simulasi denah - Lantai 2.....	77
Gambar 4.61 Potongan kunci - Lantai 2.....	77
Gambar 4.62 Pembacaan simulasi denah - Lantai 2.....	77
Gambar 4.63 Simulasi denah - Lantai 2.5.....	78
Gambar 4.64 Potongan kunci - Lantai 2.5.....	78
Gambar 4.65 Pembacaan simulasi denah - Lantai 2.5.....	78
Gambar 4.66 Simulasi potongan 1 - ke barat.....	79
Gambar 4.67 Pembacaan simulasi potongan 1 - ke barat.....	79
Gambar 4.68 Simulasi potongan 2 - ke timur.....	80
Gambar 4.69 Pembacaan simulasi potongan 2 - ke timur.....	80
Gambar 4.70 Pagar yang ditutup dengan <i>polycarbonate</i> (kiri) dan lubang yang difungsikan sebagai pot di bagian depan rumah (kanan).....	92
Gambar 4.71 Potongan (atas) dan denah <i>void</i> dan kegiatan (bawah).....	93

Gambar 4.72 Udara terperangkap pada plafon.....	94
Gambar 4.73 Hasil simulasi pergerakan udara pada pagar – <i>redesign</i>	97
Gambar 4.74 Perspektif bukaan samping 1 dari luar bangunan.....	97
Gambar 4.75 Perspektif bukaan samping 1 <i>redesign</i> dari luar bangunan (kiri) dan dari dalam bangunan (kanan).....	97
Gambar 4.76 Perspektif bukaan samping 2 dari dalam bangunan.....	98
Gambar 4.77 Perspektif bukaan samping 2 <i>redesign</i> dari dalam bangunan (kiri) dan dari luar bangunan (kanan).....	98
Gambar 4.78 Perspektif bukaan samping 3 dari luar bangunan.....	98
Gambar 4.79 Perspektif bukaan samping 3 <i>redesign</i> dari dalam bangunan (atas) dan dari luar bangunan (bawah).....	98
Gambar 4.80 Perspektif bukaan samping 5 <i>redesign</i> dari dalam bangunan (kiri) dan dari luar bangunan (kanan).....	98
Gambar 4.81 Perspektif bukaan samping 6 <i>redesign</i> dari dalam bangunan (kiri) dan dari luar bangunan (kanan).....	99
Gambar 4.82 Perspektif bukaan atas 1 dari dalam bangunan.....	99
Gambar 4.83 Perspektif bukaan atas 1 <i>redesign</i> dari luar bangunan (atas) dan dari dalam bangunan (bawah).....	99
Gambar 4.84 Perspektif bukaan atas 2 dari dalam bangunan.....	99
Gambar 4.85 Perspektif bukaan atas 2 <i>redesign</i> dari luar bangunan (atas) dan dari dalam bangunan (bawah).....	99
Gambar 4.87 Simulasi (atas) dan Pembacaan simulasi (bawah) denah - Lantai 1.....	100
Gambar 4.90 Simulasi <i>redesign</i> (atas) dan Pembacaan simulasi <i>redesign</i> (bawah) – lantai 1.....	100
Gambar 4.89 Range warna kecepatan pergerakan udara – <i>redesign</i> lantai 1.....	100
Gambar 4.92 Simulasi (atas) dan Pembacaan simulasi (bawah) denah - Lantai 2.....	102
Gambar 4.95 Simulasi <i>redesign</i> (atas) dan Pembacaan simulasi <i>redesign</i> (bawah) – lantai 2.....	102
Gambar 4.94 Range warna kecepatan pergerakan udara – <i>redesign</i> lantai 2.....	102
Gambar 4.97 Simulasi (atas) dan Pembacaan simulasi (bawah) denah - Lantai 2.5.....	103
Gambar 4.100 Simulasi <i>redesign</i> (atas) dan Pembacaan simulasi <i>redesign</i> (bawah) – lantai 2.5.....	103
Gambar 4.99 Range warna kecepatan pergerakan udara – <i>redesign</i> lantai 2.5.....	103
Gambar 4.101 Simulasi (atas) dan Pembacaan simulasi (bawah) potongan 1 - ke barat	104

Gambar 4.102 Range warna kecepatan pergerakan udara – <i>redesign</i> potongan 1.....	104
Gambar 4.103 Simulasi <i>redesign</i> (atas) dan Pembacaan simulasi <i>redesign</i> (bawah) potongan 1 – ke barat.....	104
Gambar 4.104 Simulasi potongan 2 - ke timur.....	106
Gambar 4.105 Range warna kecepatan pergerakan udara – <i>redesign</i> potongan 2.....	106
Gambar 4.106 Pembacaan simulasi potongan 2 - ke timur.....	106
Gambar 4.107 Simulasi <i>redesign</i> potongan 2 – ke timur.....	106
Gambar 4.108 Pembacaan simulasi <i>redesign</i> potongan 2 – ke timur.....	106

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Temperatur Efektif.....	23
Tabel 2.2 Standar Kenyamanan Termal.....	24
Tabel 2.3 Standar laju udara.....	29
Tabel 2.4 Standar Pertukaran Udara per Jam.....	31
Tabel 3.1 Teknik Pengumpulan Data.....	43
Tabel 3.2 Alat Pengukuran Data.....	44
Tabel 4.1 Kondisi cuaca saat pengukuran.....	51
Tabel 4.2 Hasil ukur per zona.....	51
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Zona A.....	53
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Zona B.....	55
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Zona C - Pergerakan Udara.....	57
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Data Zona C – Faktor Kenyamanan Termal.....	59
Tabel 4.7 Kecepatan pergerakan udara rata- rata pada luar tapak.....	60
Tabel 4.8 Detail bukaan samping pada objek.....	64
Tabel 4.9 Detail bukaan atas pada objek.....	70
Tabel 4.10 Data faktor kenyamanan termal.....	81
Tabel 4.11 Hasil pengukuran CET.....	82
Tabel 4.12 Perhitungan Luas Minimal Bukaan - Luas Dinding.....	86
Tabel 4.13 Perhitungan Luas Minimal Bukaan - Luas Ruang.....	86
Tabel 4.14 Syarat terjadi ventilasi silang.....	87
Tabel 4.15 Rasio dimensi bukaan terhadap luas ruang.....	88
Tabel 4.16 Perhitungan Laju Udara.....	89
Tabel 4.17 Perhitungan ACH.....	90
Tabel 4.18 Kecepatan pergerakan udara rata-rata area A1 dan A2.....	91
Tabel 4.19 Luas Bukaan.....	92
Tabel 4.20 Kecepatan pergerakan udara rata-rata.....	93
Tabel 4.21 Area Jemur.....	94
Tabel 4.22 Perhitungan Pertukaran Udara per Jam - <i>Redesign</i>	95
Tabel 4.23 Luas Minimal Bukaan - <i>Redesign</i>	95
Tabel 4.24 Kecepatan Pergerakan Udara - <i>Redesign</i>	96
Tabel 4.25 Nilai yang harus dicapai - <i>Redesign</i>	96

Tabel 4.26 Data bukaan sebelum - sesudah.....	97
Tabel 4.27 Perbandingan hasil simulasi sebelum dan sesudah <i>redesign</i> - Lantai 1.....	100
Tabel 4.28 Perbandingan hasil simulasi sebelum dan sesudah <i>redesign</i> - Lantai 2.....	101
Tabel 4.29 Perbandingan hasil simulasi sebelum dan sesudah <i>redesign</i> - Lantai 2.5.....	103
Tabel 4.30 Perbandingan hasil simulasi sebelum dan sesudah <i>redesign</i> – potongan 1...	104
Tabel 4.31 Perbandingan hasil simulasi sebelum dan sesudah <i>redesign</i> - potongan 2....	106
Tabel 4.32 Kecepatan pergerakan udara <i>redesign</i>	107
Tabel 4.33 Hasil Simulasi Perubahan Suhu.....	108
Tabel 4.34 Rata-rata suhu sebelum dan sesudah <i>redesign</i>	110

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Grafik CET dari data hasil pengukuran.....	xxv
Lampiran 2 Formulir peminjaman alat pengukuran 3 Maret 2019.....	xxix
Lampiran 3 Formulir peminjaman alat pengukuran 7 April 2019.....	xxx

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Compact house adalah jenis desain rumah dengan kebutuhan ruang yang minim. Berdasarkan *oxford dictionary*, kata “*compact*” memiliki arti “*closely and neatly packed together; dense*” yang berarti dikemas bersama dengan rapih dan rapat atau padat. *Compact house* ditujukan untuk keluarga muda maupun modern di Jakarta yang merupakan salah satu kota dengan kepadatan penduduk terbesar di dunia. Kurangnya lahan di Jakarta dan banyaknya penduduk menyebabkan diperlukannya tempat tinggal yang lebih “efisien” dalam menampung masyarakat. *Compact house* ini merupakan solusi dari permasalahan yang ada pada kota Jakarta dengan kepadatan penduduk yang tinggi.

Compact house yang berada pada lahan yang padat memiliki akses yang sempit menuju rumah tersebut. Dinding-dinding yang menempel antar rumah dimaksudkan untuk memaksimalkan ruang yang ada pada tapak namun nyatanya hal tersebut dapat mengurangi bukaan pada bangunan yang hanya pada satu sisi yaitu ke arah jalan. Bukaan yang menciptakan hubungan antara ruang luar dan ruang dalam yang dapat dirasakan langsung oleh penghuni adalah *view* dari dalam ke luar, cahaya matahari, dan udara luar.

Bukaan pada selubung bangunan yang menghubungkan udara luar dengan udara dalam dapat memungkinkan terjadinya pertukaran udara yang biasanya disebut dengan istilah ventilasi. Pada *compact house* dengan keterbatasan area yang dapat dijadikan bukaan, sistem ventilasi umumnya tidak dapat bekerja dengan baik. Belum lagi pada bagian dalam *compact house* dengan tatanan ruang dalam yang sempit karena lahan yang terbatas mengakibatkan sulitnya pergerakan udara di dalam bangunan. Padahal, pergerakan udara adalah hal yang harus berjalan dengan baik pada bangunan untuk memenuhi kesehatan dan kenyamanan penggunanya.

Dalam memenuhi kesehatan dan kenyamanan pengguna, terdapat parameter yang dapat menilai keberhasilan sistem pertukaran udara pada rumah tinggal, yaitu kenyamanan termal, luas bukaan, *cross ventilation*, laju udara, dan *air changes per hour*. Kenyamanan termal dipengaruhi oleh faktor iklim maupun faktor internal manusia. Faktor iklim yang mempengaruhi kenyamanan termal yang dirasakan manusia terdiri dari suhu, kelembapan udara, kecepatan pergerakan udara, dan suhu rata-rata radiant udara.

Dengan sistem pertukaran udara yang baik, panas dan udara kotor yang ada di dalam bangunan dapat digantikan dengan udara segar yang lebih dingin. Keberhasilan tingkat kenyamanan termal tersebut juga dipengaruhi oleh seberapa besar luas bukaan yang ada pada bangunan untuk memungkinkan udara masuk ke dalam bangunan. Ventilasi silang juga harus terjadi agar udara segar dapat mencapai area-area tertentu di dalam bangunan. Selain itu, laju udara yang masuk juga perlu mencapai angka optimal yang akan mempengaruhi jumlah pertukaran udara per jam (*air changes per hour*) untuk dapat memenuhi kenyamanan dan tingkat kesehatan udara yang ada di dalam bangunan.

Dalam menanggapi peran dari desain ventilasi terkait dengan pergerakan udara terhadap kenyamanan dan kesehatan udara pada rumah tinggal, terdapat sebuah *compact house* di daerah Tebet, Jakarta Selatan yang berusaha memaksimalkan ventilasi udara alami untuk penghematan energi, udara yang lebih sehat dan mengurangi polusi udara karena ventilasi buatan dapat menghasilkan emisi yang tidak baik untuk kesehatan. Tujuan utama yang ingin dicapai oleh sang arsitek adalah untuk mendesain rumah yang bisa memperoleh banyak cahaya matahari dan sirkulasi udara yang baik dengan lahan yang kecil dan budget yang minim.

1.2 Perumusan Masalah Penelitian

Dari latar belakang yang ada dan setelah dilakukan penelusuran lebih lanjut serta tanya jawab dengan penghuni *Splow House* yang menempati rumah tersebut setiap harinya, diketahui bahwa penghuni masih merasakan ketidaknyamanan secara termal dan pertukaran udara yang tidak lancar walaupun sang arsitek telah berusaha untuk menciptakan kondisi yang nyaman untuk ditempati.

Kondisi tapak yang berada di daerah Tebet, Jakarta Selatan, pada perumahan yang cukup padat memiliki akses yang agak sempit. Hal tersebut berpengaruh pada pergerakan udara yang sulit untuk mencapai bangunan. Belum lagi arah datang angin yang bisa saja terhalang oleh bangunan rumah lain yang memiliki tinggi yang serupa. Bangunan yang hanya memiliki satu muka ke arah jalan, mengurangi hubungan langsung bangunan dengan ruang luar.



Gambar 1.1 Perspektif mata burung area *Splo House*
(Sumber: www.archdaily.com)

Pergerakan udara pada tapak yang cukup sulit tentu saja juga agak menghambat udara untuk masuk melalui bukaan yang ada. Orientasi bangunan dan dimensi bukaan yang terbatas pada bangunan memiliki pengaruh yang besar terhadap pergerakan udara pada selubung bangunan yang akan mengalir menyeliputi bangunan ataupun mengalir masuk ke bangunan.

Mengalirnya udara masuk ke dalam bangunan seharusnya dapat mengganti udara lama dengan udara segar dari dalam bangunan. Desain *void* di tengah bangunan yang dapat menciptakan *stack effect* untuk melancarkan pergerakan udara panas ke bagian atas bangunan, namun penghuni masih mengharapkan pergerakan udara yang lebih baik di dalam rumah demi menurunkan suhu yang tinggi pada siang hari yang cukup terik. Fenomena seperti ini perlu ditelusuri lebih lanjut mengingat usaha arsitek yang ternyata masih belum dapat mengatasi permasalahan sistem pertukaran udara dalam memenuhi kenyamanan dan kesehatan udara di dalam rumah tinggal tersebut.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Dari rumusan permasalahan yang ada, didapatkan pertanyaan penelitian berikut ini:

- Bagaimana desain ventilasi mempengaruhi pergerakan udara pada luar, selubung, dan dalam bangunan pada *Splo House*?
- Bagaimana keberhasilan sistem pertukaran udara pada *Splo House*?
- Bagaimana peran desain ventilasi dalam keberhasilan sistem pertukaran udara pada rumah tinggal *Splo House*?
- Sejauh mana upaya untuk meningkatkan kinerja sistem pertukaran udara pada rumah tinggal *Splo House*?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dituliskannya penelitian ini adalah untuk:

- Mengetahui pengaruh desain ventilasi pada pergerakan udara di luar, selubung, dan dalam pada *Sploow House*.
- Mengetahui keberhasilan sistem pertukaran udara pada *Sploow House*.
- Mengetahui peran desain ventilasi terkait dengan pergerakan udara terhadap keberhasilan sistem pertukaran udara pada rumah tinggal *Sploow House*.
- Mengetahui upaya untuk meningkatkan kinerja sistem pertukaran udara pada rumah tinggal *Sploow House*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian yang dilakukan adalah:

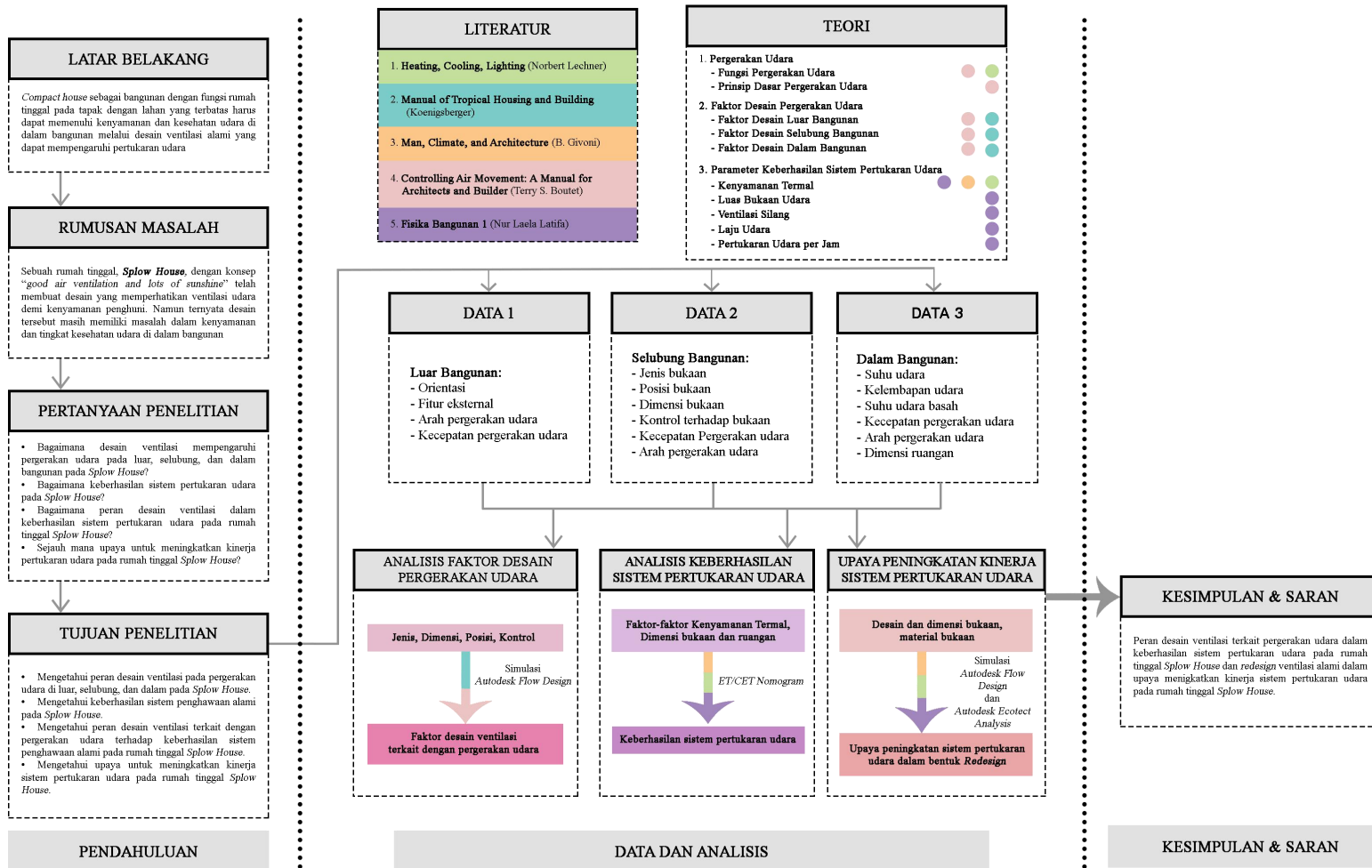
1.5.1 Manfaat Bagi Penghuni

Penelitian ini bermanfaat untuk mengetahui peran desain ventilasi terhadap keberhasilan sistem pertukaran udara.

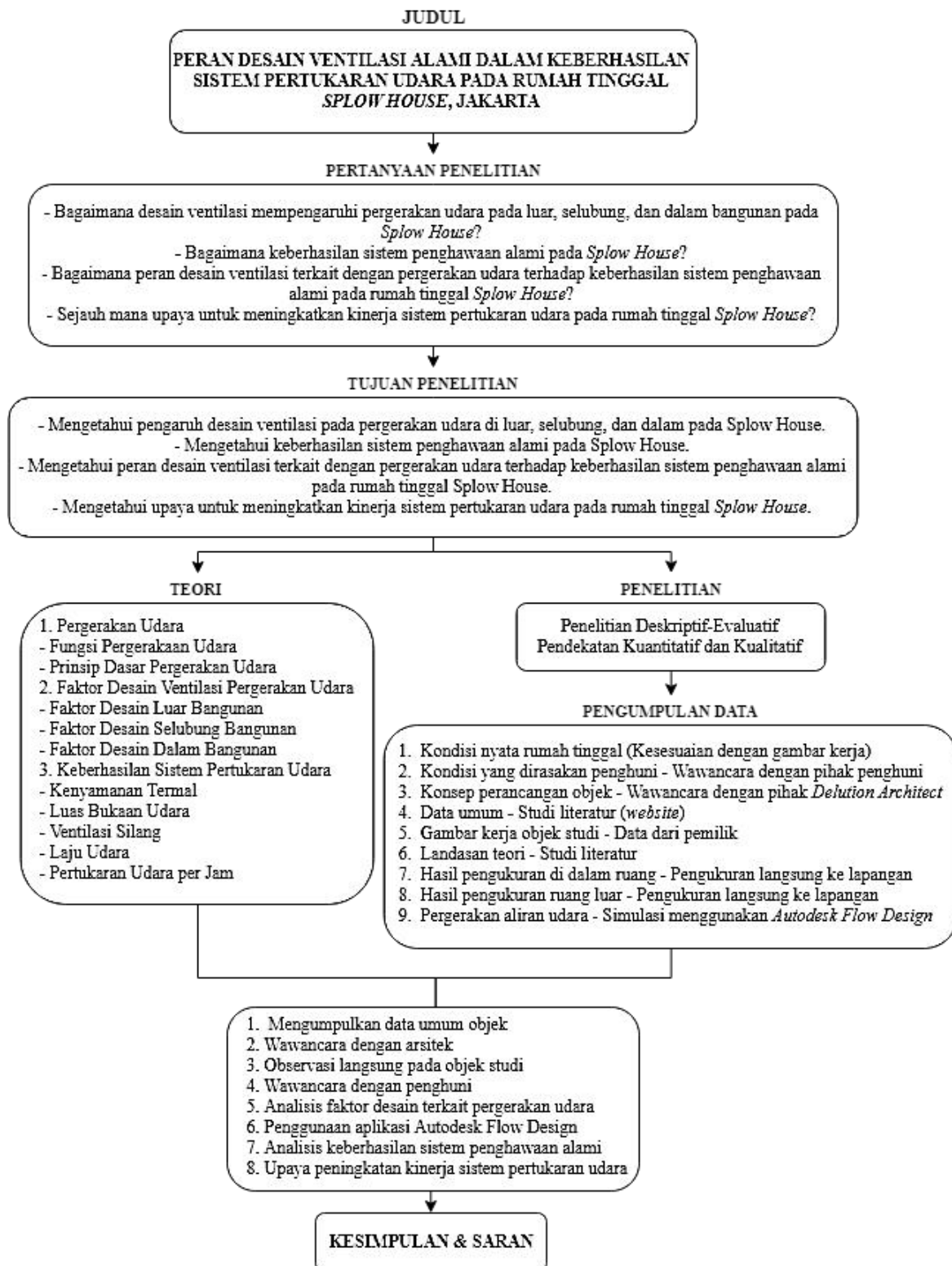
1.5.2 Manfaat Akademis

- Mendapatkan kesimpulan yang dapat menjawab pertanyaan penelitian yang dibuat
- Memperluas wawasan dalam dunia arsitektur mengenai sistem ventilasi yang dapat mengoptimalkan kenyamanan termal pada *compact house*
- Memberikan masukan bagi penelitian sejenis

Gambar 1.2 Diagram Kerangka Pemikiran



1.7 Kerangka Penelitian



Gambar 1.3 Diagram Kerangka Penelitian

1.8 Sistematika Pembahasan

Untuk lebih mudah memahami isi dari bahasan, maka penulisan ini dikelompokkan menjadi beberapa bab dan sub bab dengan sistematika pembahasan sebagai berikut:

- **BAB I: PENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, objek penelitian, kerangka penelitian, dan sistematika pembahasan.

- **BAB II: FAKTOR DESAIN PERGERAKAN UDARA DAN PARAMETER KEBERHASILAN SISTEM PERTUKARAN UDARA**

Bab ini berisikan teori yang berupa pengertian dan definisi yang diambil dari beberapa literatur yang berhubungan dengan teori yang dibutuhkan dalam penelitian.

- **BAB III: METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisikan metode penelitian mencakup jenis penelitian, tempat dan waktu dilaksanakannya penelitian, data yang dibutuhkan dan teknik pengambilan data, serta teknik analisis data.

- **BAB IV: PERAN DESAIN VENTILASI ALAMI DALAM MEMENUHI PARAMETER KEBERHASILAN SISTEM PERTUKARAN UDARA**

Bab ini berikan rincian hasil pengukuran, analisis desain ventilasi alami, keberhasilan sistem pertukaran udara, dan peran desain ventilasi alami dalam sistem pertukaran udara, serta upaya peningkatan kinerja sistem pertukaran udara

- **BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan analisis dan upaya peningkatan kinerja sistem pertukaran udara yang menjawab pertanyaan penelitian

- **GLOSSARIUM**

- **DAFTAR PUSTAKA**

- **LAMPIRAN**