

**SKRIPSI 48**

**OPTIMASI PERGERAKAN UDARA MELALUI BUKAAN  
SATU SISI PADA BANGUNAN FUNGSI RUKO**



**NAMA : DARELL IVANDER  
NPM : 2016420179**

**PEMBIMBING: WULANI ENGGAR SARI, S.T., M.T.**

**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  
2020**



**SKRIPSI 48**

**OPTIMASI PERGERAKAN UDARA MELALUI BUKAAN  
SATU SISI PADA BANGUNAN FUNGSI RUKO**



**NAMA : DARELL IVANDER  
NPM : 2016420179**

**PEMBIMBING:**

**WULANI ENGGAR SARI, S.T., M.T.**

**PENGUJI :  
RYANI GUNAWAN, S.T., M.T.  
YENNY GUNAWAN, S.T., M.A.**

**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  
2020**



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

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Darell Ivander  
NPM : 201620179  
Alamat : Jl. Sangkuriang No. 15, Apartemen Beverly Dago, Bandung.  
Judul Skripsi : Optimasi Pergerakan Udara melalui Bukaannya Satu Sisi pada Bangunan Fungsi Ruko

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, April 2020



Darell Ivander



## **ABSTRAK**

# **OPTIMASI PERGERAKAN UDARA MELALUI BUKAAN SATU SISI PADA BANGUNAN FUNGSI RUKO**

**Oleh**

**Darell Ivander**

**NPM: 2016420179**

Rumah toko atau ruko merupakan bangunan dengan fungsi gabungan berupa hunian dan komersial yang umumnya tersusun secara berdempetan pada suatu kawasan. Bentuk bangunan ruko umumnya memiliki dimensi yang cenderung panjang dengan lebar yang sempit. Bentuk tatanan ruko yang diletakan secara berdempetan umumnya menghasilkan bangunan ruko hanya memiliki satu sisi bukaan saja pada bagian muka bangunan. Sisi lain pada bangunan dikelilingi oleh bangunan ruko lainnya. Kondisi bukaan yang hanya terdapat pada muka bangunan tentunya mengurangi pergerakan udara dalam bangunan. Oleh karena itu, penelitian bertujuan untuk mencari rancangan sistem ventilasi satu sisi yang optimal dalam upaya meningkatkan pergerakan udara pada bangunan yang memanjang seperti bangunan ruko. Batasan penelitian ini berupa pergerakan udara yang terjadi pada bangunan ruko melalui perbedaan tekanan udara dan temperatur udara dan upaya peningkatan pergerakan udara melalui alternatif desain pada bangunan ruko.

Metode penelitian yang akan digunakan adalah metode kuantitatif eksperimental. Penelitian mengambil data lapangan yang kemudian dilakukan evaluasi melalui simulasi terhadap kondisi eksisting bangunan objek studi. Simulasi alternatif desain terhadap objek studi juga dilakukan dalam upaya mengetahui alternatif desain yang efektif dalam meningkatkan pergerakan udara dalam bangunan. Alternatif desain yang dilakukan berupa perubahan luas dan letak lubang ventilasi udara masuk (*inlet*) dan keluar (*outlet*). Hasil dari analisis berupa perbandingan tingkat pergerakan udara yang dipengaruhi oleh perbedaan tekanan udara dalam bentuk gambar CFD (*Computational Fluid Dynamics*), perbandingan grafik dan tabel.

Hasil penelitian yang diperoleh adalah pergerakan udara pada bangunan lebih disebabkan oleh perbedaan tekanan udara dalam bangunan dibandingkan dengan perbedaan temperatur udara dalam bangunan. Pergerakan udara dalam bangunan dengan sistem ventilasi satu sisi memiliki pola turbulensi. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor bukaan yang tidak optimal dapat mempengaruhi pola distribusi udara dalam bangunan. Faktor – faktor berupa luas dan letak bukaan ventilasi dalam bangunan dapat mempengaruhi pola pergerakan udara dalam bangunan. Pada bangunan dengan sistem ventilasi satu sisi, lubang tangga dapat dijadikan sebagai lubang bukaan agar udara tetap dapat bergerak secara vertikal pada tiap lantai bangunan. Perubahan desain pada bagian bukaan bangunan seperti luas dan letak lubang jendela (*inlet*) dan lubang tangga (*outlet*) dalam bangunan dapat meningkatkan distribusi pergerakan udara dalam bangunan dan mampu menurunkan tingkat temperatur udara dalam bangunan.

**Kata Kunci:** optimasi, ventilasi satu sisi, ventilasi alami, Bangunan Ruko Jababeka



## **ABSTRACT**

### **AIR MOVEMENT OPTIMIZATION THROUGH SINGLE SIDED VENTILATION ON SHOPHOUSE**

**By**

**Darell Ivander**

**NPM: 2016420179**

*A shop house or shop house is a building with a combined function of residential and commercial which is generally arranged closely together in an area. The shape of the shop building generally has dimensions that tend to be long with a narrow width. The shape of the shophouse that is placed together closely generally results in the building of the shop building having only one side of the opening at the front of the building. The other side of the building is surrounded by other shop houses. Open conditions that only exist on the face of the building certainly reduce air movement in the building. Therefore, the research aims to find the optimal one-sided ventilation system design in an effort to increase air movement in elongated buildings such as shop houses. Limitation of this study in the form of air movement that occurs in the shop building through differences in air pressure and air temperature and efforts to increase air movement through alternative designs in the shop building.*

*The research method that will be used is an experimental quantitative method. The study took field data which was then evaluated by simulating the existing conditions of the study object buildings. Alternative design simulations of the object of study are also carried out in an effort to find out effective design alternatives in increasing air movement in buildings. Alternative design is carried out in the form of changes in the area and the location of ventilation holes inlet (inlet) and outlet (outlet). The results of the analysis in the form of a comparison of the level of air movement which is influenced by differences in air pressure in the form of CFD (Computational Fluid Dynamics) images, comparison of graphs and tables.*

*The results obtained are the movement of air in buildings more caused by differences in air pressure in buildings compared with differences in air temperature in buildings. The movement of air in buildings with a one-sided ventilation system has a pattern of turbulence. This can be caused by factors that are not optimal openings can affect air distribution patterns in buildings. Factors in the form of area and location of ventilation openings in buildings can affect air movement patterns in buildings. In buildings with one-sided ventilation systems, stair holes can be used as opening holes so that air can move vertically on each floor of the building. Changes in design at the opening of the building such as the area and location of the window holes (inlet) and hole stairs (outlets) in the building can increase the distribution of air movement in the building and can reduce the level of air temperature in the building.*

**Key Words:** *Optimization, Single-sided Ventilation, Natural Ventilation, Jababeka Shop 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

Penulis sangat berterima kasih kepada Ibu Wulani Enggar Sari S.T., M.T. sebagai Pembimbing atas segala saran, bimbingan dan nasehatnya selama penelitian berlangsung dan selama penulisan skripsi ini.

Penulis juga berterima kasih atas masukan-masukan yang sangat berharga dari para dosen penguji Ibu Ryani Gunawan, S.T., M.T. dan Ibu Yenny Gunawan, S.T., M.A.

Terima kasih yang tidak terhingga juga disampaikan atas seluruh bantuan, kritik dan saran-saran yang diberikan kepada Penulis dari awal hingga akhir penelitian ini kepada :

- PT. Graha Buana Cikarang yang telah mengizinkan bangunan rukonya menjadi objek penelitian penulis.
- Pak Salo selaku pemberi kunci bangunan ruko pada saat hari pengukuran data lapangan.
- Orang tua penulis yang memberikan semangat serta nasehat dalam proses berlangsungnya penelitian.
- Kakak penulis: Davyn Vallerian, S.T. yang selalu menghibur dan memberikan masukan terhadap proses pengerjaan penelitian.
- Teman – teman penulis: Harison Suryadhinata, Wilson Christ Haven, Gregorius Vincent, Tdjiwijaya Steven SG, George Michael, Glennaldy Setiawan, Genoveva Gabrielle, Dickinson Alfred, Hashina Azalya dan Ruth Meiliani S yang selalu menghibur, memberikan semangat serta motivasi dalam proses pengerjaan penelitian.

Bandung, Mei 2020

Darell Ivander



## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI.....	i
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	v
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	vii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GRAFIK.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Pertanyaan Penelitian .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Manfaat Penelitian .....	2
1.5. Ruang Lingkup Penelitian .....	2
1.6. Sistematika Penelitian .....	3
1.7. Kerangka Penelitian .....	4
<b>BAB 2 KERANGKA DASAR TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1. Pengertian Rumah Toko.....	5
2.2. Iklim di Indonesia .....	6
2.3. Kenyamanan Termal .....	6
2.3.1. Pengertian Kenyamanan Termal.....	6
2.3.2. Faktor Manusia yang mempengaruhi Kenyamanan Termal.....	7
2.3.3. Faktor Lingkungan yang mempengaruhi Kenyamanan Termal .....	7
2.4. Ventilasi Alami .....	11
2.4.1. Pengertian Ventilasi Alami.....	11
2.4.2. Prinsip Pergerakan Udara .....	11
2.4.3. Jenis – Jenis Ventilasi Alami .....	15
2.4.4. Pergantian Udara per Jam atau ACH ( <i>Air Change per Hour</i> ).....	17
2.4.5. Lubang Bukaan Ventilasi .....	19

2.4.6.	Ketentuan Luas Ventilasi Minimum per Luas Lantai Ruangan.....	22
2.4.7.	Pengertian Lubang Tangga .....	24
2.5.	Kerangka Teori.....	25
<b>BAB 3</b>	<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>26</b>
3.1.	Jenis Penelitian .....	26
3.2.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	26
3.3.	Teknik Pengumpulan Data .....	28
3.4.	Alat Pengukur Data .....	28
3.5.	Tahap Metode Penelitian .....	30
3.6.	Kerangka Metode Penelitian .....	31
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL PENELITIAN.....</b>	<b>32</b>
4.1.	Hasil Pengamatan .....	32
4.1.1.	Data Eksisting Objek Studi.....	32
4.2.	Analisis Data berdasarkan Hasil Pengukuran Lapangan.....	39
4.2.1.	Analisis Laju Udara pada Bangunan Ruko .....	39
4.2.2.	Analisis Tingkat Pertukaran Udara menurut Standar .....	41
4.3.	Analisis Data Lapangan menggunakan Simulasi .....	43
4.3.1.	Analisis Hasil Simulasi Waktu Pengukuran Pagi.....	43
4.3.2.	Analisis Hasil Simulasi Waktu Pengukuran Siang.....	47
4.4.	Pengaturan Simulasi sebagai Variabel Kontrol Simulasi.....	51
4.4.1.	Variabel Kontrol Jam 10:00.....	51
4.4.2.	Variabel Kontrol Jam 14:00.....	55
4.5.	Perubahan Variabel Perubahan Bukaannya pada Fasad Bangunan .....	59
4.5.1.	Variabel Perubahan Bukaannya Jam 10:00.....	59
4.5.2.	Variabel Perubahan Bukaannya Jam 14:00 .....	63
4.6.	Perubahan Variabel Letak Lubang Tangga.....	67
4.6.1.	Variabel Perubahan Letak Lubang Tangga Jam 10:00.....	68
4.6.2.	Variabel Perubahan Letak Lubang Tangga Jam 14:00.....	72
4.7.	Perubahan Variabel Letak Lubang Tangga dan Bukaannya Bangunan .....	76
4.7.1.	Variabel Perubahan Lubang Tangga dan Bukaannya Jam 10:00.....	76



4.7.2. Variabel Perubahan Lubang Tangga dan Bukaannya Jam 14:00.....	80
4.8. Analisis Komparasi pada Hasil Simulasi Perubahan Variabel.....	84
4.8.1. Pergerakan dan Kecepatan Udara .....	84
4.8.2. Laju Udara dan Pertukaran Udara per Jam .....	86
4.8.3. Tekanan Udara.....	90
4.8.4. Temperatur Operatif .....	92
<b>BAB 5 KESIMPULAN.....</b>	<b>95</b>
5.1. Kesimpulan Penelitian.....	95
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>98</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>100</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Kerangka Penelitian .....	4
Gambar 2.1. Zona nyaman pada diagram bioklimatik.....	7
Gambar 2.2. Batas Kenyamanan Temperatur Efektif.....	8
Gambar 2.3. Diagram psikometrik .....	9
Gambar 2.4. Aliran udara disebabkan oleh perbedaan tekanan udara .....	11
Gambar 2.5. Empat Jenis Aliran Udara.....	12
Gambar 2.6. Penyebaran tekanan udara yang tidak merata terhadap orientasi bangunan.....	13
Gambar 2.7. Perbedaan bentuk atap bangunan terhadap tekanan udara .....	13
Gambar 2.8. Aliran angin <i>turbulence</i> dan <i>eddy current</i> di sekitar bangunan.....	13
Gambar 2.9. Bukaan atap pada efek Bernoulli .....	14
Gambar 2.10. Efek cerobong atau <i>Stack Effect</i> .....	14
Gambar 2.11. <i>Cross-ventilation</i> .....	15
Gambar 2.12. <i>Single sided-ventilation</i> .....	16
Gambar 2.13. Perbedaan Dimensi Lubang Ventilasi pada Kecepatan Angin .....	20
Gambar 2.14. Tipe Bukaan dan Persentase Jumlah Angin Masuk .....	21
Gambar 2.15. Sayap Horizontal di atas Bukaan .....	21
Gambar 2.16. Kerangka Teori.....	25
Gambar 3.1. Peta Eksisting Ruko Thamrin Boulevard (Warna Kuning).....	26
Gambar 3.2. Ruko Thamrin Boulevard A.20 .....	27
Gambar 3.3. Meteran Laser (kiri) dan Heat Bulb Globe Meter .....	29
Gambar 3.4. Anemometer .....	29
Gambar 3.5. Kerangka Metode Penelitian .....	31
Gambar 4.1. Tampak Bangunan Ruko .....	32
Gambar 4.2. Denah Lantai Dasar Ruko .....	33
Gambar 4.3. Denah Lantai 01 Ruko.....	33
Gambar 4.4. Denah Lantai 02 Ruko.....	34
Gambar 4.5. Potongan memanjang dan melintang Bangunan Ruko .....	34
Gambar 4.6. ET Nomogram.....	37
Gambar 4.7. Hasil CFD Pergerakan Angin Data Lapangan Pagi .....	44
Gambar 4.8. Hasil CFD Tekanan Udara Data Lapangan Pagi.....	45
Gambar 4.9. Hasil CFD Temperatur Operatif Data Lapangan Pagi .....	46

Gambar 4.10. Hasil CFD Pergerakan Angin Data Lapangan Siang .....	47
Gambar 4.11. Hasil CFD Tekanan Udara Data Lapangan Siang .....	49
Gambar 4.12. Hasil CFD Temperatur Operatif Data Lapangan Siang .....	50
Gambar 4.13. Hasil CFD Pergerakan Angin Variabel Kontrol Jam 10.00 .....	52
Gambar 4.14. Hasil CFD Tekanan Udara Variabel Kontrol Jam 10.00 .....	53
Gambar 4.15. Hasil CFD Temperatur Operatif Variabel Kontrol Jam 10.00 .....	54
Gambar 4.16. Hasil CFD Pergerakan Angin Variabel Kontrol Jam 14.00 .....	56
Gambar 4.17. Hasil CFD Tekanan Udara Variabel Kontrol Jam 14.00 .....	57
Gambar 4.18. Hasil CFD Temperatur Operatif Variabel Kontrol Jam 14.00 .....	58
Gambar 4.19. Jendela Lantai 02 sesuai Kondisi Lapangan .....	59
Gambar 4.20. Jendela lantai 02 setelah Penambahan Luas .....	59
Gambar 4.21. Hasil CFD Pergerakan Angin Variabel Bukaam Jam 10.00 .....	60
Gambar 4.22. Hasil CFD Tekanan Udara Variabel Bukaam Jam 10.00 .....	61
Gambar 4.23. Hasil CFD Temperatur Operatif Variabel Bukaam Jam 10.00 .....	62
Gambar 4.24. Hasil CFD Pergerakan Angin Variabel Bukaam Jam 14.00 .....	64
Gambar 4.25. Hasil CFD Tekanan Udara Variabel Bukaam Jam 14.00 .....	65
Gambar 4.26. Hasil CFD Temperatur Operatif Variabel Bukaam Jam 14.00 .....	66
Gambar 4.27. Letak Tangga Lantai Dasar sebelum Kondisi Lapangan .....	67
Gambar 4.28. Letak Tangga Lantai Dasar setelah Perubahan Variabel .....	67
Gambar 4.29. Letak Tangga Lantai 01 sesuai Kondisi Lapangan .....	67
Gambar 4.30. Letak Tangga Lantai 01 setelah Perubahan Variabel .....	67
Gambar 4.31. Hasil CFD Pergerakan Angin Variabel L.Tangga Jam 10.00 .....	69
Gambar 4.32. Hasil CFD Tekanan Udara Variabel L.Tangga Jam 10.00 .....	70
Gambar 4.33. Hasil CFD Temperatur Operatif Variabel L.Tangga Jam 10.00 .....	71
Gambar 4.34. Hasil CFD Pergerakan Angin Variabel L.Tangga Jam 14.00 .....	73
Gambar 4.35. Hasil CFD Tekanan Udara Variabel L.Tangga Jam 14.00 .....	74
Gambar 4.36. Hasil CFD Temperatur Operatif Variabel L.Tangga Jam 14.00 .....	75
Gambar 4.37. Hasil CFD Pergerakan Angin Var. L.T. dan B. Jam 10.00 .....	77
Gambar 4.38. Hasil CFD Tekanan Udara Var. L.T. dan B. Jam 10.00 .....	78
Gambar 4.39. Hasil CFD Temperatur Operatif Var. L.T. dan B. Jam 10.00 .....	79
Gambar 4.40. Hasil CFD Pergerakan Angin Var. L.T. dan B. Jam 14.00 .....	81
Gambar 4.41. Hasil CFD Tekanan Udara Var. L.T. dan B. Jam 14.00 .....	82
Gambar 4.42. Hasil CFD Temperatur Operatif Var. L.T. dan B. Jam 14.00 .....	83

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Dampak kecepatan angin dalam kenyamanan termal .....	10
Tabel 2.2. Standar Pertukaran Udara per Jam .....	18
Tabel 3.1. Kerangka Waktu Penelitian.....	28
Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Jangka Waktu Pagi: 09:31 – 10:25.....	35
Tabel 4.2. Hasil Pengukuran Jangka Waktu Siang: 13:36 – 14:45.....	36
Tabel 4.3. Hasil ET Jangka Pengukuran Pagi .....	37
Tabel 4.4. Hasil ET Jangka Pengukuran Siang .....	38
Tabel 4.5. Hasil Pengukuran Laju Udara .....	40
Tabel 4.6. Perhitungan Rasio Luas Ventilasi terhadap Luas Lantai .....	41
Tabel 4.7. Hasil Pengukuran Tingkat Pertukaran Udara .....	42
Tabel 4.8. Hasil Pergerakan dan Kec. Angin Data Lapangan pagi.....	44
Tabel 4.9. Hasil Tekanan Udara Data Lapangan Pagi.....	45
Tabel 4.10. Hasil Pergerakan dan Kec. Angin Data Lapangan Siang.....	48
Tabel 4.11. Hasil Tekanan Udara Data Lapangan Siang .....	49
Tabel 4.12. Hasil Pergerakan dan Kec. Angin Variabel Kontrol Jam 10.00.....	52
Tabel 4.13. Hasil Tekanan Udara Variabel Kontrol Jam 10.00.....	53
Tabel 4.14. Hasil Temperatur Operatif Variabel Kontrol Jam 10.00.....	54
Tabel 4.15. Hasil Pergerakan dan Kec. Angin Variabel Kontrol Jam 14.00.....	56
Tabel 4.16. Hasil Tekanan Udara Variabel Kontrol Jam 14.00.....	57
Tabel 4.17. Hasil Temperatur Operatif Variabel Kontrol Jam 14.00.....	58
Tabel 4.18. Hasil Pergerakan dan Kec. Angin Variabel Bukaam Jam 10.00.....	60
Tabel 4.19. Hasil Tekanan Udara Variabel Bukaam Jam 10.00 .....	61
Tabel 4.20. Hasil Temperatur Operatif Variabel Bukaam Jam 10.00.....	62
Tabel 4.21. Hasil Pergerakan dan Kec. Angin Variabel Bukaam Jam 14.00.....	64
Tabel 4.22. Hasil Tekanan Udara Variabel Bukaam Jam 14.00 .....	65
Tabel 4.23. Hasil Temperatur Operatif Variabel Bukaam Jam 14.00.....	66
Tabel 4.24. Hasil Pergerakan dan Kec. Angin Variabel L. Tangga Jam 10.00.....	69
Tabel 4.25. Hasil Tekanan Udara Variabel L.Tangga Jam 10.00 .....	70
Tabel 4.26. Hasil Temperatur Operatif Jam Variabel L.Tangga Jam 10.00 .....	71
Tabel 4.27. Hasil Pergerakan dan Kec. Angin Variabel L.Tangga Jam 14.00.....	73
Tabel 4.28. Hasil Tekanan Udara Variabel L.Tangga Jam 14.00 .....	74

Tabel 4.29. Hasil Temperatur Operatif Variabel L.Tangga Jam 14.00.....	75
Tabel 4.30. Hasil Pergerakan dan Kec. Angin Var. L.T. dan B. Jam 10.00.....	77
Tabel 4.31. Hasil Tekanan Udara Var. L.T. dan B. Jam 10.00.....	78
Tabel 4.32. Hasil Temperatur Operatif Var. L.T. dan B. Jam 10.00.....	79
Tabel 4.33. Hasil Pergerakan dan Kec. Angin Var. L.T. dan B. Jam 14.00.....	81
Tabel 4.34. Hasil Tekanan Udara Var. L.T. dan B. Jam 14.00.....	82
Tabel 4.35. Hasil Temperatur Operatif Var. L.T. dan B. Jam 14.00.....	83
Tabel 4.36. Perbandingan Kecepatan Angin Rata – rata Jam 10:00.....	84
Tabel 4.37. Perbandingan Kecepatan Angin Rata – rata 14:00.....	85
Tabel 4.38. Perbandingan Laju Udara Jam 10:00.....	86
Tabel 4.39. Perbandingan ACH Jam 10:00.....	87
Tabel 4.40. Perbandingan Laju Udara Jam 14:00.....	88
Tabel 4.41. Perbandingan ACH Jam 14:00.....	89
Tabel 4.42. Perbandingan Tekanan Udara Jam 10:00.....	90
Tabel 4.43. Perbandingan Tekanan Udara Jam 14:00.....	91
Tabel 4.44. Perbandingan Temperatur Operatif Rata - rata Jam 10:00.....	93
Tabel 4.45. Perbandingan Temperatur Operatif Rata – rata Jam 10:00.....	94

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Perbandingan Kec. Angin Rata – rata Data Pagi dan Siang .....	36
Grafik 4.2. Perbandingan Kecepatan Angin Rata – rata Jam 10:00.....	84
Grafik 4.3. Perbandingan Kecepatan Angin Rata – rata Jam 14:00.....	85
Grafik 4.4. Perbandingan Laju Udara Jam 10:00 .....	86
Grafik 4.5. Perbandingan ACH Jam 10:00.....	87
Grafik 4.6. Perbandingan Laju Udara Jam 14:00 .....	88
Grafik 4.7. Perbandingan ACH Jam 14:00.....	89
Grafik 4.8. Perbandingan Tekanan Udara Jam 10:00.....	90
Grafik 4.9. Perbandingan Tekanan Udara Jam 14:00.....	91
Grafik 4.10. Perbandingan Temperatur Operatif Rata – rata Jam 10:00.....	92
Grafik 4.11. Perbandingan Temperatur Operatif Rata – rata Jam 14:00.....	93





## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Bukti Surat Izin Survei Lapangan.....	100
Lampiran 2. Bukti Formulir Peminjaman Alat Ukur.....	101
Lampiran 3. Kondisi Eksisting Ruang Dalam Bangunan Ruko.....	102
Lampiran 4. Gambar Kerja Alternatif Desain Lubang Tangga .....	103
Lampiran 5. Acuan Potongan CFD pada Lantai 01 Ruko .....	105
Lampiran 6. CFD Pergerakan Angin Data Lapangan Jam 09:31 – 10:25.....	105
Lampiran 7. CFD Pergerakan Angin Data Lapangan Jam 13:36 – 14:45.....	105
Lampiran 8. CFD Temperatur Operatif Data Lapangan Jam 09:31 – 10:25.....	106
Lampiran 9. CFD Temperatur Operatif Data Lapangan Jam 09:31 – 10:25.....	106
Lampiran 10. CFD Pergerakan Angin Jam 10:00 .....	107
Lampiran 11. CFD Pergerakan Angin Jam 14:00 .....	108
Lampiran 12. CFD Temperatur Operatif Jam 10:00.....	109
Lampiran 13. CFD Temperatur Operatif Jam 14:00.....	110



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Seiring dengan anomali kenaikan temperatur udara di Indonesia, penelitian tentang kenyamanan termal banyak dilakukan untuk mengetahui dampak kenaikan suhu terhadap kenyamanan termal. Kenyamanan termal dalam bangunan diperlukan untuk menjamin performa baik pada aktivitas yang sedang dilakukan (Talarosha, 2005). Kenyamanan termal ini dapat dicapai melalui pengendalian suhu udara dalam bangunan dengan sistem ventilasi alami maupun buatan (Satwiko, 2009). Pengendalian suhu udara secara alami dapat dicapai dengan perencanaan tatanan ruang serta bentuk bangunan yang dirancang mengikuti kondisi iklim berupa radiasi matahari, suhu udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin yang ada pada daerah perancangan. Salah satu upaya paling sederhana dalam meningkatkan kenyamanan termal dalam bangunan adalah dengan membuat sebuah sistem ventilasi alami, dimana bangunan memiliki aliran udara secara alami yang dapat menurunkan tingkat temperatur udara dalam bangunan serta meningkatkan kenyamanan termal dalam bangunan.

Kenaikan tingkat kepadatan suatu daerah dapat berdampak pada berkurangnya lahan pembangunan. Lahan pembangunan ini membutuhkan peletakan bangunan secara optimal sehingga dapat memuat bangunan dalam jumlah yang maksimal. Dengan tata letak paling umum yang digunakan adalah tipe bangunan berderet, kondisi kenyamanan termal pada bangunan tersebut akan mengalami kenaikan aspek kondisi termal luar dan dalam bangunan. Salah satu contoh bangunan berderet yang saat ini banyak digunakan adalah bangunan ruko.

Bangunan ruko umumnya diletakan secara berderetan untuk memaksimalkan penggunaan lahan pembangunan. Dengan posisi ini, bangunan ruko hanya memiliki satu sisi bukaan saja. Pada kondisi iklim tropis dengan tingkat kelembapan yang tinggi, jenis ventilasi yang umumnya digunakan berupa *cross ventilation*, namun dengan kondisi bukaan satu sisi, ventilasi alami dalam bangunan menjadi kurang optimal untuk menggerakkan udara dalam bangunan dalam upaya mengendalikan kondisi kenyamanan termal dalam bangunan. Oleh sebab itu, pergerakan udara dalam bangunan melalui bukaan satu sisi pada bangunan menjadi isu utama pada penelitian ini.

## **1.2. Pertanyaan Penelitian**

1. Bagaimanakah pergerakan udara melalui sistem ventilasi alami melalui lubang tangga dengan bukaan satu sisi pada bangunan fungsi ruko?
2. Apa faktor – faktor yang mempengaruhi pergerakan udara pada sistem ventilasi alami dengan bukaan satu sisi pada bangunan fungsi ruko?
3. Bagaimana bukaan pada bangunan dapat dikembangkan untuk memaksimalkan pergerakan udara melalui lubang tangga pada bangunan fungsi ruko?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui pola pergerakan udara melalui sistem ventilasi alami melalui lubang tangga dengan bukaan satu sisi pada bangunan fungsi ruko.
2. Mengetahui faktor – faktor yang mempengaruhi pergerakan udara pada sistem ventilasi alami dengan bukaan satu sisi pada bangunan fungsi ruko.
3. Mengetahui bukaan yang optimal untuk pergerakan udara melalui lubang tangga pada bangunan fungsi ruko.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

1. Dalam aspek teoritis, diharapkan penelitian ini dapat memberikan tambahan informasi berupa masukan terhadap ilmu fisika bangunan terkhususnya dalam aspek kenyamanan termal serta sistem penghawaan pasif atau ventilasi alami dalam bangunan.
2. Dalam aspek praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna sebagai sumber informasi tambahan bagi perancang bangunan berikutnya maupun rekan – rekan mahasiswa yang ingin membahas mengenai kajian kenyamanan termal serta ventilasi alami.

## **1.5. Ruang Lingkup Penelitian**

Berdasarkan metode yang akan digunakan pada penelitian, lingkup penelitian akan dibatasi pada pembahasan berikut:

1. Lingkup pembahasan pola pergerakan udara dalam bangunan melalui bukaan satu sisi pada bangunan pada kondisi lapangan.
2. Lingkup pembahasan perubahan variabel bukaan pada bangunan pada perbedaan pergerakan udara dalam bangunan.
3. Lingkup pembahasan perbedaan tekanan udara dan temperatur udara yang mempengaruhi pergerakan udara dalam bangunan.

## **1.6. Sistematika Penelitian**

Untuk mempermudah pemahaman laporan penelitian ini, materi – materi dari laporan penelitian ini telah dibagi menjadi beberapa bab dengan sistematika sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bagian bab ini menjelaskan latar belakang, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penelitian.

### **BAB II KERANGKA DASAR TEORI**

Bagian bab ini berisi tentang teori – teori berupa pengertian atau definisi yang diambil dari kutipan buku serta penelitian sejenis sebelumnya yang berkaitan dengan materi pembahasan penelitian pada penyusunan laporan skripsi.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bagian bab ini berisi jenis metode penelitian yang akan digunakan, data objek studi Ruko Thamrin Boulevard di Jababeka, alat – alat pengukuran yang digunakan untuk penelitian, serta tahap metode penelitian yang terdiri dari: (1) tahap pengukuran data lapangan, (2) tahap analisis data lapangan, dan (3) tahap analisis data simulasi.

### **BAB IV HASIL PENELITIAN**

Bagian bab ini membahas data dari hasil pengamatan objek studi lapangan, analisis terhadap data lapangan menggunakan *software* CFD, dan analisis terhadap data simulasi dengan perubahan variabel menggunakan *software* CFD.

### **BAB V KESIMPULAN**

Bagian bab ini berisi kesimpulan dan rekomendasi umum yang berkaitan dengan hasil analisa yang telah diuraikan pada bab – bab sebelumnya.

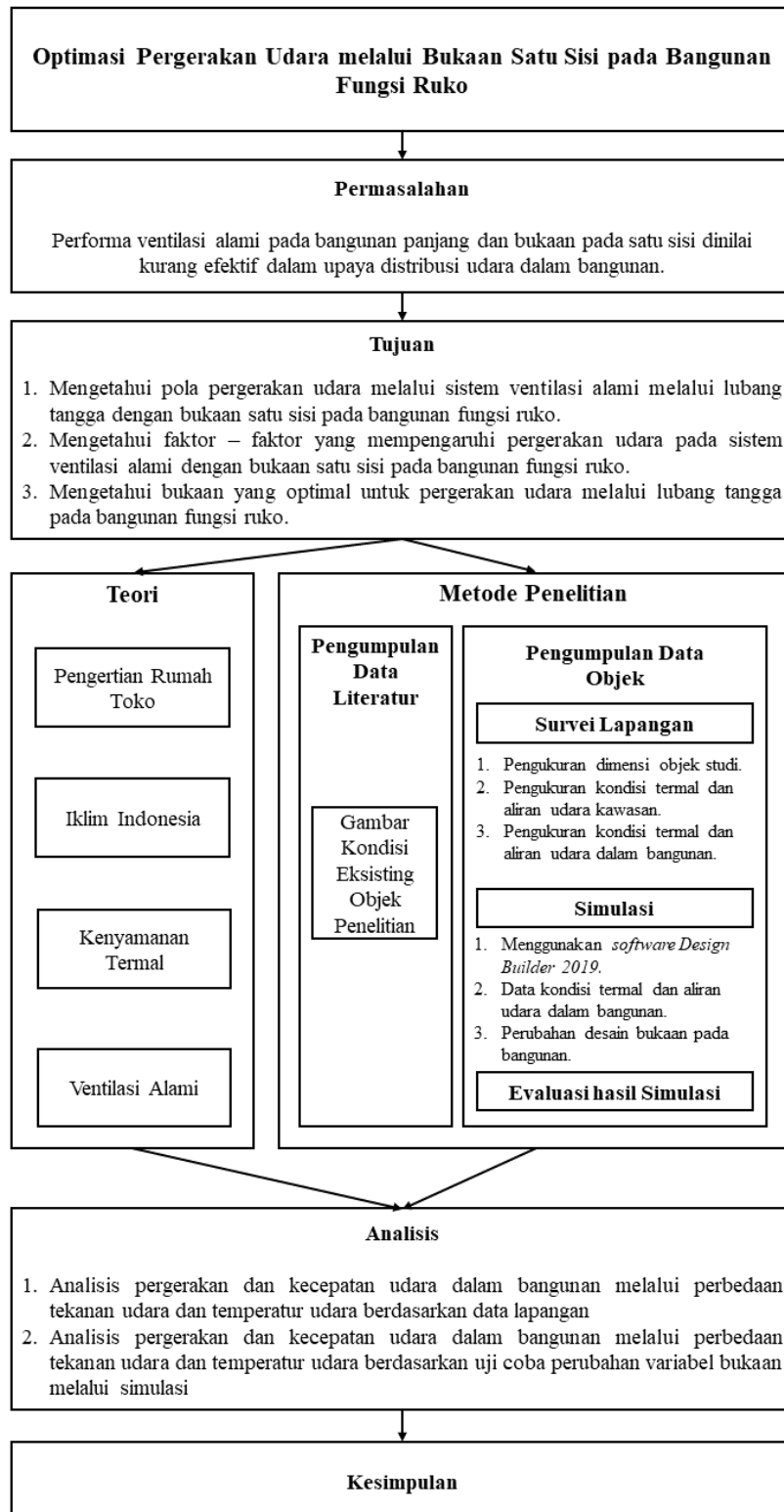
### **DAFTAR PUSTAKA**

Bagian ini berisi kumpulan sumber dari buku maupun jurnal penelitian sebelumnya yang terkait dengan laporan penelitian.

### **LAMPIRAN**

Bagian ini berisi data – data hasil analisa berupa gambar – gambar CFD.

## 1.7. Kerangka Penelitian



Gambar 1.1. Kerangka Penelitian