

**PENGARUH KECEPATAN ANGIN DAN ELEVASI UNIT
HUNIAN TERHADAP PENETAPAN DIMENSI JENDELA PADA
FASAD BANGUNAN RUMAH SUSUN BERTINGKAT TINGGI
JATINEGARA BARAT, JAKARTA.**

UJIAN DISERTASI TERBUKA



Oleh:

**Sally Septania Napitupulu
9111801008**

Promotor:

Prof. Dr -Ing. Ir. Gagoek Hardiman

Ko-Promotor:

Dr. Ir.Rumiati Rosaline Tobing, M.T

**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU ARSITEKTUR
JURUSAN ARSITEKTUR - FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
DESEMBER 2022**

(Accredited by SK BAN-PT Nomor: 1961/SK/BAN-PT/Ak-PPJ/D/III/2020)

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH KECEPATAN ANGIN DAN ELEVASI UNIT HUNIAN
TERHADAP PENETAPAN DIMENSI JENDELA PADA FASAD
BANGUNAN RUMAH SUSUN BERTINGKAT TINGGI JATINEGARA
BARAT, JAKARTA**

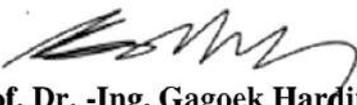


Oleh:

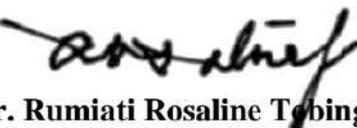
**Sally Septania Napitupulu
9111801008**

**Persetujuan untuk Ujian Terbuka
pada Hari/Tanggal: 17 Desember 2022**

Promotor:


Prof. Dr. -Ing. Gagoek Hardiman

Ko-Promotor:


Dr. Ir. Rumiati Rosaline Tobing, M.T

**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU ARSITEKTUR
JURUSAN ARSITEKTUR - FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
DESEMBER 2022**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH KECEPATAN ANGIN DAN ELEVASI UNIT HUNIAN
TERHADAP PENETAPAN DIMENSI JENDELA PADA FASAD
BANGUNAN RUMAH SUSUN BERTINGKAT TINGGI JATINEGARA
BARAT, JAKARTA**



Oleh:

Sally Septania Napitupulu

9111801008

**Promotor merangkap penguji
Prof. Dr. -Ing. Gagoek Hardiman**

:

**Ko-Promotor merangkap penguji
Dr. Ir. Rumiati Rosaline Tobing, M.T**

:

**Penguji
Prof. Dr. -Ing. Uras Siahaan, lic. rer. reg**

:

**Penguji
Prof. Dr. Ir. Arief Sabarrudin, CES**

:

**Penguji
Dr. Ir. Y. Karyadi Kusliansjah, M.T.**

:

**Penguji
Ir. Herman Wilianto, MSP, Ph.D**

:

**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU ARSITEKTUR
JURUSAN ARSITEKTUR - FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
DESEMBER 2022**

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Sally Septania Napitupulu
Nomor Pokok Mahasiswa : 9111801008
Program Studi : Doktor Ilmu Arsitektur Jurusan Arsitektur
Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa Disertasi dengan Judul:

**PENGARUH KECEPATAN ANGIN DAN ELEVASI UNIT HUNIAN
TERHADAP PENETAPAN DIMENSI JENDELA PADA FASAD BANGUNAN
RUMAH SUSUN BERTINGKAT TINGGI JATINEGARA BARAT, JAKARTA**

Adalah benar karya saya sendiri di bawah bimbingan Promotor dan Ko-promotor, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal dan non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya tiap menanggung segala resiko, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan di Bandung,

05 Desember 2022



Sally Septania Napitupulu

Mahasiswa

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yesus Kristus atas segala limpahan anugerah, kasih dan penyertaan_Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan disertasi dengan judul **Pengaruh Kecepatan Angin dan Elevasi Unit Hunian Terhadap Penetapan Dimensi Jendela Pada Fasad Bangunan Rumah Susun Bertingkat Tinggi Jatinegara Barat, Jakarta** sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Doktor Arsitektur pada Program Studi Doktor Ilmu Arsitektur, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak akan sulit bagi saya untuk menyelesaikan disertasi dari program doktor ini. Oleh sebab itu, saya mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu saya dalam setiap proses perkembangan disertasi:

- 1) Prof. Dr. -Ing. Gagoek Hardiman sebagai promotor yang telah memberikan banyak bimbingan dan perhatian selama penyusunan disertasi ini.
- 2) Dr. Ir. Rumiati R. Tobing, M.T. sebagai ko-promotor yang telah memberikan banyak bimbingan dan perhatian selama penyusunan disertasi ini.
- 3) Prof. Dr. Ir. Arief Sabarrudin, CES sebagai penguji yang telah memberikan banyak masukan, dukungan, dan bantuan data lapangan selama penyusunan disertasi ini.
- 4) Prof. Dr. -Ing. Uras Siahaan, Irr sebagai penguji yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan selama penyusunan disertasi ini.

- 5) Dr. Ir. Y. Karyadi Kusliansjah, M.T sebagai penguji dan Kepala Program Studi Arsitektur yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan selama penyusunan disertasi ini.
- 6) Ir. Herman Wilianto, MSP, Ph.D sebagai penguji yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan selama penyusunan disertasi ini.
- 7) Prof. Dr. J. Dharma Lesmono sebagai guru besar program studi Matematika Universitas Katolik Parahyangan yang telah mendukung serta membimbing dalam pengolahan perhitungan matematika pada proses analisis objek studi.
- 8) Prof. Prasasto Satwiko sebagai guru besar program studi Arsitektur Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah mendukung serta memberikan masukan selama penyusunan disertasi ini.
- 9) Bapak Doddi Yudianto, S.T., M.Sc., Ph.D sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan dukundan selama penyusunan disertasi ini.
- 10) Seluruh Dosen Program Doktor Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberi masukan dan arahan selama proses tempuh gelar doktor.
- 11) Pihak pengelola rumah susun Jatinegara Barat atas dukungan serta bantuan data pada saat pengukuran lapangan.
- 12) Penghuni rumah susun Jatinegara Barat atas dukungan serta kerjasamanya pada saat pengukuran lapangan.
- 13) Caesar Wiratama dan Zain sebagai tim simulasi yang telah banyak membantu dalam setiap proses simulasi disertasi ini.

- 14) Afif Kusnandar, Adinda Garda Merah, Maria Febronia Boik, Nousli Betna Gabriela Sumampouw, dan Kristoforus Dandy P. Salim sebagai tim survey lapangan dan tim grafis yang telah membantu dalam kesempurnaan data gambar dan data ukur lapangan.
- 15) Teman-teman mahasiswa Program Doktor Arsitektur Universitas Katolik Parahyangan atas semangat dan dukungan selama penyusunan disertasi ini.
- 16) Keluarga besar Program Studi Arsitektur Universitas Kristen Indonesia atas dukungan moriil dan pengertiannya selama saya menempuh jenjang doktoral.
- 17) Seluruh mahasiswa Program Studi Arsitektur Universitas Kristen Indonesia atas dukungan moriil dan pengertiannya selama saya menempuh jenjang doktoral.
- 18) Teman-teman terkasih yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu: alumni SMA 22 Jakarta, alumni Arsitektur UKI, alumni Arsitektur'12 S2 Unpar, dan anggota bidang Pendidikan IAI Jakarta atas semangat dan dukungan selama penyusunan disertasi ini.

Semoga Tuhan memberikan kebahagiaan kepada Bapak, Ibu, dan Saudara-saudara sekalian. Secara khusus saya ingin mengucapkan syukur dan terima kasih kepada yang tercinta papa Robinhood Napitupulu, kakak Christy Marcheline Valencya Napitupulu, adik Usia Marcho Calvius Napitupulu, keluarga besar Ompu S. M. L. Tobing, dan keluarga besar Napitupulu atas segala kasih, semangat, dan perhatian yang luar biasa. Tidak lupa untuk (almh.) mama dan (almh.) ibu (ompung boru) yang selama hidupnya selalu memberikan keberanian dan motivasi kepada saya melalui tindak laku selaku orang tua dan ompung boru yang sangat

saya sayangi. Your acts of service means a lot to me, I miss you and I love both of you. Hope you proud of me from up there.

Akhir kata, penulis merasakan bahwa disertasi ini masih jauh dari sempurna. Saya mengharapkan masukan dan kritik yang membangun untuk menghasilkan penulisan dan pengembangan hasil akhir disertasi yang lebih baik. Saya berharap disertasi ini dapat memberikan manfaat dan kebahagiaan bagi masyarakat akademik dan non-akademik. Atas perhatian Bapak dan Ibu, saya haturkan terima kasih. Salam.



Bandung, 29 November 2022

Penulis.

(Sally S. Napitupulu)

**PENGARUH KECEPATAN ANGIN DAN ELEVASI UNIT HUNIAN TERHADAP
PENETAPAN DIMENSI JENDELA PADA FASAD BANGUNAN RUMAH SUSUN
BERTINGKAT TINGGI JATINEGARA BARAT, JAKARTA.**

Sally Septania Napitupulu (NPM: 9111801008)

Promotor: Prof. Dr -Ing. Ir. Gagoek Hardiman
Ko-Promotor: Dr. Ir. Rumiati Rosaline Tobing, M.T.

Doktor Arsitektur

Bandung

Desember 2022

ABSTRAK

Perubahan arsitektur hunian menjadi hunian vertikal memberikan permasalahan tersendiri bagi penghuni. Ukuran unit yang terbatas dan letak hunian yang berada pada elevasi tinggi memberikan beban tersendiri bagi penghuni, seperti panas dan penyakit. Angin dalam fungsinya sebagai penyebar suhu memiliki peran penting dalam pembentukan kenyamanan termal ruang, oleh karena itu, penghawaan alami menjadi penting. Objek studi yang digunakan adalah rumah susun Jatinegara Barat yang merupakan rumah susun tingkat tinggi yang berada di tengah kota dan berdekatan dengan sungai Ciliwung. Kajian teori mengacu kepada paham ilmu environmentalisme yang menunjukkan bahwa purwarupa rumah susun yang terpusat pada manusia membuat bangunan kehilangan peran sebagai perantara antara alam dan manusia, karena bagian bangunan tidak berfungsi secara maksimal. Bagian bangunan pada rumah susun tingkat tinggi yang memiliki peran penting dalam menjadikan bangunan mampu untuk menjalankan fungsi sebagai perantara alam dan manusia adalah bukaan pada fasad, yaitu jendela. Berdasarkan telaah tersebut, maka isu yang tepat adalah dimensi jendela pada fasad bangunan yang dipengaruhi oleh kecepatan angin, arah datang angin, dan ketinggian bangunan. Hipotesis awal melalui isu bukaan jendela adalah dimensi jendela akan mengalami pengecilan ukuran pada area tertentu akibat dari kecepatan angin dan elevasi unit hunian. Telaah kasus studi menunjukkan bahwa bukaan jendela dan kecepatan angin memiliki fokus kepada kecepatan angin, elevasi unit hunian, arah datang angin, dan tata letak bangunan. Isu dianalisa dengan menggunakan metode kuantitatif deduktif, yaitu metode matematika dan simulasi. Hasil akhir memperlihatkan bahwa pola dimensi jendela mengecil $\frac{1}{4}$ kali setiap empat lantai bergantung kepada posisi unit terhadap kecepatan angin, arah datang angin, elevasi unit hunian, dan tata letak bangunan.

Kata kunci: kecepatan angin, hunian vertikal, jendela, rumah susun, termal, metode matematika, metode simulasi.

***THE EFFECT OF AIR VELOCITY AND RESIDENTIAL UNIT ELEVATION ON THE
DETERMINATION OF WINDOW DIMENSIONS ON JATINEGARA BARAT HIGH-RISE
FLATS FAÇADE, JAKARTA***

Sally Septania Napitupulu (NPM: 9111801008)

Promotor: Prof. Dr -Ing. Ir. Gagoek Hardiman
Ko-Promotor: Dr. Ir. Rumiati Rosaline Tobing, M.T.

Doctor Architecture

Bandung

December 2022

ABSTRACT

The change in residential architecture into vertical housing provides problems for residents. The limited size and location of dwellings at high elevations provide a separate burden for residents, such as heat and disease. In its function as a temperature spreader, the wind is essential in forming thermal comfort in space; therefore, natural ventilation is important. The object of study used is the West Jatinegara flat, a high-rise apartment located in the middle of the city and adjacent to the Ciliwung river. The theoretical study refers to environmentalism, which shows that the prototype of a flat centred on humans makes the building lose its role as an intermediary between nature and humans because parts of the building do not function optimally. The part of the building in high-rise flats that has an essential role in making the building able to function as an intermediary between nature and humans is the opening in the facade, namely the window. Based on this study, the correct issue is the dimensions of the windows on the facade of the building, which are affected by wind speed, wind direction, and building height. The initial hypothesis through the issue of window openings is that the window dimensions will experience a size reduction in certain areas due to wind speed and elevation. Case study studies show that window openings and wind speed focus on air velocity, the elevation of residential units, wind direction, and building placement. Issues are analyzed using quantitative deductive methods, namely mathematical methods and simulations. The final result shows that the window dimension pattern decreases by times every four floors depending on the unit's position concerning wind speed, wind direction, elevation of the residential unit, and building placement.

Keywords: *wind speed, vertical housing, window, rumah susun, thermal comfort, building health, mathematical methods, simulations methods.*

DAFTAR ISI

Abstrak		
Daftar Isi	i
Daftar Gambar	vi
Daftar Tabel	xii
Daftar Skema	xxv
Bab 1	Pendahuluan	
1.1	Latar Belakang	1
1.1.1	Angin dan Jendela Pada Rumah Susun Bertingkat Tinggi	3
1.1.2	Rumah Susun Jatinegara Barat dan Permasalahan Angin	5
1.2	Penelusuran Isu Penelitian	8
1.2.1	Pengaruh Alam Terhadap Bagian Bangunan	11
1.2.2	Pengaruh Kondisi Lingkungan Terhadap Bagian Bangunan	12
1.2.3	Pengaruh Manusia Terhadap Bagian Bangunan	13
1.2.4	Isu Penelitian	13
1.3	Fokus Penelitian	15
1.3.1	State of the Art dan Novelty	16
1.4	Hipotesis Penelitian	18

	1.5	Pertanyaan Penelitian	19
	1.6	Tujuan dan Manfaat Penelitian	20
	1.7	Lingkup dan Penentuan Objek Studi	21
	1.8	Kerangka Alur Penelitian	22
	1.9	Sistematika Penelitian	24
Bab 2		Rumah Susun, Angin, Manusia, dan Jendela	
	2.1	Rumah Susun	27
	2.1.1	Rumah Susun Bertingkat Tinggi Jakarta	28
	2.1.2	Hubungan Perilaku Penghuni dengan Penggunaan Jendela pada Rumah Susun Bertingkat Tinggi Jatinegara Barat	32
	2.2	Paham Ilmu Lingkungan Sebagai Dasar Arsitektur	34
	2.2.1	Lingkungan dalam Perancangan Rumah Susun Tingkat Tinggi Jakarta	36
	2.2.2	Desain Pasif dalam Perancangan Rumah Susun Bertingkat Tinggi	39
	2.3	Iklim dalam Arsitektur	42
	2.3.1	Angin dalam Ilmu Terapan	43
	2.3.2	Angin dalam Arsitektur	44
	2.3.2.1	Topografi	45
	2.3.2.2	Vegetasi	46
	2.3.2.3	Bangunan	47

2.3.3	Pergerakan Angin dalam Arsitektur Hunian	
	Bertingkat Tinggi	51
2.3.3.1	Angin, Bentuk, Ketinggian, dan Orientasi	
	Bangunan	52
2.4	Manusia, Ruang, dan Kenyamanan Termal	54
2.4.1	Suhu	55
2.4.2	Kecepatan Angin	57
2.4.3	Kelembapan	59
2.5	Jendela dan Angin dalam Arsitektur Hunian	
	Bertingkat Tinggi	60
2.5.1	Tipe Jendela	61
2.5.2	Tipe Pintu	63
2.5.3	Orientasi dan Tata Letak Bukaannya	64
2.5.4	Dimensi Bukaannya	66
2.6	Pemikiran Kritis Melalui Penjabaran Teoritis	72
2.7	Kerangka Konseptual Teoritis	73

Bab 3 Matematika dan Simulasi Sebagai Alat Baca Angin Pada
Konsepsi Bangunan

3.1	Environmentalisme sebagai Laggam	
	Pemikiran Penelitian	75
3.2	Strategi Penelitian	76
3.3	Metode Matematika dan Simulasi sebagai	
	Alat Baca	78

	3.3.1	Metode Matematika	79
	3.3.2	Metode Simulasi	80
	3.3.2.1	CFD Sebagai Alat Eksperimen	83
	3.4	Verifikasi dan Validasi Data Penelitian	87
	3.5	Jangka Waktu Penelitian	89
	3.6	Teknik Pengumpulan dan Jenis Data	90
	3.7	Justifikasi Penelitian	94
	3.8	Proses Analisa Data	95
	3.8.1	Penelitian Tahap I	95
	3.8.2	Penelitian Tahap II	96
	3.9	Kerangka Kerja Konseptual	98
Bab 4		Rumah Susun Jatinegara Barat Sebagai Objek Studi	
	4.1	Kriteria Objek Studi	99
	4.1.1	Kualifikasi Rumah Susun Bertingkat Tinggi	99
	4.1.2	Kriteria Lokasi	102
	4.1.3	Kondisi Lingkungan	104
	4.1.4	Tipe Jendela Rumah Susun	105
	4.2	Objek Studi Terpilih	106
	4.3	Objek Studi Sebagai Data	122
Bab 5		Analisa Kecepatan Gerak Udara Pada Rumah Susun Bertingkat Tinggi Jatinegara Barat	
	5.1	Proses Analisa	123
	5.2	Pergerakan Angin dalam Ruang	124

	5.3	Rumah Susun Bertingkat Tinggi Jatinegara Barat	125
	5.4	Analisa Arah Angin dan Ketinggian sebagai Penentu Titik Ukur Lapangan	127
	5.5	Analisa Titik Ukur Berdasarkan Arah Angin dan Ketinggian Bangunan	128
	5.6	Analisa Kondisi Eksisting Rumah Susun Jatinegara Barat	133
	5.6.1	Analisa Kecepatan Gerak Udara Unit Hunian	136
	5.7	Hasil Akhir Penelitian Awal Objek Studi	199
	5.8	Validasi Program Simulasi	206
Bab 6		Analisa Akhir Angin dan Rumah Susun Tingkat Tinggi Jatinegara Barat	
	6.1	Proses Analisa	210
	6.2	Analisa Dimensi Jendela dan Kecepatan Angin	210
	6.3	Analisa Rumus dan Kondisi Eksisting Melalui Perhitungan Matematika	214
	6.4	Analisa Pola Dimensi Jendela Melalui Simulasi.....	226
	6.5	Kecenderungan Pola Dimensi Jendela Terhadap Kecepatan Angin dan Elevasi Unit Hunian	259

	6.6	Justifikasi Data Perhitungan Matematika dan Simulasi	265
Bab 7		Rangkuman Hasil Penelitian	
	7.1	Pengaruh Kecepatan Angin dan Elevasi Unit Hunian Terhadap Dimensi Jendela Eksisting	273
	7.2	Pengaruh Kecepatan Angin dan Elevasi Unit Hunian Terhadap Seluruh Dimensi Jendela Alternatif	281
	7.3	Pengaruh Kecepatan Angin dan Elevasi Unit Hunian Terhadap Dimensi Jendela Terpilih	288
Bab 8		Kesimpulan	
	8.1	Kesimpulan	296
	8.2	Saran	298
	8.3	Rencana Penelitian Lanjut	299
		Daftar Pustaka	xxviii
		Lampiran	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Perbandingan perumahan dan perkantoran pada peta rencana tata ruang wilayah Jakarta	2
Gambar 1.2	Perkembangan ruang kota Jakarta dari masa ke masa	2

Gambar 1.3	Kondisi eksisting jendela pada rumah susun Jatinegara Barat	8
Gambar 1.4	Pola baca arsitektur melalui paham ilmu lingkungan	9
Gambar 1.5	Variabel-variabel dan posisi tiap variable dalam pola perencanaan arsitektur berdasarkan paham ilmu lingkungan	10
Gambar 2.1	Capaian renstra 2015 – 2019	28
Gambar 2.2	Bentuk dasar bangunan rumah susun	30
Gambar 2.3	Karakter lokasi dan lingkungan rumah susun Jatinegara Barat	37
Gambar 2.4	Layout ruang rumah susun	40
Gambar 2.5	Ilustrasi gerak angin pada koridor kawasan	45
Gambar 2.6	Pengaruh tata letak dan tinggi bangunan terhadap pergerakan angin	46
Gambar 2.7	Pengaruh vegetasi pada lokasi datar dan pengaruh vegetasi pada lokasi berbukit	47
Gambar 2.8	Pengaruh tekanan dan gaya gesek terhadap pergerakan angin	48
Gambar 2.9	Medan positif dan negatif pergerakan angin pada bangunan, denah, dan potongan	49
Gambar 2.10	Ilustrasi pengaruh dinding, jendela, dan pintu terhadap pergerakan angin di dalam ruang	49
Gambar 2.11	Ilustrasi gerak angin terhadap bangunan	50

Gambar 2.12	Tata letak massa bangunan rumah susun	51
Gambar 2.13	Pergerakan angin pada massa bangunan linear	52
Gambar 2.14	Pergerakan angin dan ketinggian bangunan	53
Gambar 2.15	Perbedaan gerak angin masuk pada bangunan bertingkat	54
Gambar 2.16	Gerak angin dan letak bukaan	65
Gambar 3.1	Lokasi inlet	85
Gambar 3.2	Lokasi simetri	85
Gambar 3.3	Hasil meshing global	86
Gambar 3.4	Hasil meshing lokal	86
Gambar 3.5	Alat pengukur kecepatan angin: <i>vane anemometer</i> dan <i>hot wire anemometer</i>	91
Gambar 3.6	Program CFD	91
Gambar 3.7	Unit hunian rumah susun (30 m ² /unit), jendela dan area bebas bukaan eksisting, potongan unit hunian, dan ilustrasi gerak angin di sekitar bangunan rumah susun ...	92
Gambar 3.8	Titik pengukuran lapangan pada unit hunian, titik ukur berdasarkan elevasi unit hunian terukur, dan posisi unit hunian pada tiap tower	93
Gambar 3.9	Ilustrasi pengurangan dimensi jendela eksisting, jendela alternatif 1, jendela alternatif 2, dan jendela alternatif 3	94
Gambar 4.1	Kriteria lokasi rumah susun Jakarta	103
Gambar 4.2	Kondisi umum lingkungan sekitar rumah susun	105
Gambar 4.3	Tipe jendela pada rumah susun	105

Gambar 4.4	Jendela tipe jungkit pada rumah susun di Jakarta	106
Gambar 4.5	Linkage rumah susun Jatinegara Barat	107
Gambar 4.6	Kondisi lingkungan sekitar rumah susun Jatinegara Barat	107
Gambar 4.7	Denah lantai tipikal dan detail unit hunian rumah susun Jatinegara Barat	108
Gambar 4.8	Orientasi bangunan rumah susun Jatinegara Barat	109
Gambar 4.9	Potongan A – A dan B – B rumah susun Jatinegara Barat	110
Gambar 5.1	Ilustrasi pergerakan udara tegak lurus dan memantul pada bukaan sejajar	125
Gambar 5.2	Ilustrasi pergerakan udara tegak lurus dan memantul pada bukaan tidak sejajar	125
Gambar 5.3	Potongan A – A dan potongan B – B	126
Gambar 5.4	Analisa <i>wind rose</i> rumah susun Jatinegara barat tahun 2019 hingga 2021	128
Gambar 5.5	Analisa angin pada lantai 4 orientasi timur – barat kecepatan 5,6 m/s	129
Gambar 5.6	Analisa angin pada lantai 10 orientasi timur – barat kecepatan 5,6 m/s	129
Gambar 5.7	Analisa angin pada lantai 15 orientasi timur – barat kecepatan 5,6 m/s	130
Gambar 5.8	Perubahan signifikan pada area <i>wind tunnel</i> dengan arah hembus timur	130

Gambar 5.9	Perubahan signifikan pada area <i>wind tunnel</i> dengan arah hembus barat	130
Gambar 5.10	Analisa angin arah hembus timur	131
Gambar 5.11	Analisa angin arah hembus tenggara	131
Gambar 5.12	Analisa angin arah hembus timur	131
Gambar 5.13	Analisa angin arah hembus barat daya	132
Gambar 5.14	Lokasi unit hunian terukur pada survey lapangan	133
Gambar 5.15	Kondisi lingkungan rumah susun tingkat tinggi Jatinegara Barat	134
Gambar 5.16	Salah satu jendela terbuka maksimal, jendela dominan tertutup walau cerah, dan salah satu kondisi jendela rusak pada unit hunian	134
Gambar 5.17	Denah tipikal unit hunian dan detail pintu jendela unit hunian	135
Gambar 5.18	Hasil pengukuran di lapangan pada lantai 4, lantai 10, dan lantai 15	135
Gambar 5.19	Interval 0 m/s hingga 1 m/s, interval 0 m/s hingga 5 m/s, interval 0 m/s hingga 10 m/s, dan interval 0 m/s hingga 15 m/s	138
Gambar 5.20	Pola gerak angin unit hunian 1 – tower A – lantai 4 – lantai 10, dan lantai 15	144
Gambar 5.21	Pola gerak angin unit hunian 2 – tower A – lantai 4 – lantai 10, dan lantai 15	152

Gambar 5.22	Pola gerak angin unit hunian 3 – tower A – lantai 4 – lantai 10, dan lantai 15	160
Gambar 5.23	Pola gerak angin unit hunian 4 – tower A – lantai 4 – lantai 10, dan lantai 15	168
Gambar 5.24	Pola gerak angin unit hunian 1 – tower B – lantai 4 – lantai 10, dan lantai 15	175
Gambar 5.25	Pola gerak angin unit hunian 2 – tower B – lantai 4 – lantai 10, dan lantai 15	183
Gambar 5.26	Pola gerak angin unit hunian 3 – tower B – lantai 4 – lantai 10, dan lantai 15	191
Gambar 5.27	Pola gerak angin unit hunian 4 – tower B – lantai 4 – lantai 10, dan lantai 15	199
Gambar 5.28	Ilustrasi area tekanan pada lantai 10	199
Gambar 5.29	Grafik kecepatan angin unit 1 tower A berdasarkan simulasi vektor kecepatan angin lingkungan maksimal	200
Gambar 5.30	Grafik kecepatan angin unit 2 tower A berdasarkan simulasi vektor kecepatan angin lingkungan maksimal	201
Gambar 5.31	Grafik kecepatan angin unit 3 tower A berdasarkan simulasi vektor kecepatan angin lingkungan maksimal	202
Gambar 5.32	Grafik kecepatan angin unit 4 tower A berdasarkan simulasi vektor kecepatan angin lingkungan maksimal	202
Gambar 5.33	Grafik kecepatan angin unit 1 tower B berdasarkan simulasi vektor kecepatan angin lingkungan maksimal	203

Gambar 5.34	Grafik kecepatan angin unit 2 tower B berdasarkan simulasi vektor kecepatan angin lingkungan maksimal	203
Gambar 5.35	Grafik kecepatan angin unit 3 tower B berdasarkan simulasi vektor kecepatan angin lingkungan maksimal	204
Gambar 5.36	Grafik kecepatan angin unit 4 tower B berdasarkan simulasi vektor kecepatan angin lingkungan maksimal	205
Gambar 5.37	Peta gerak udara secara horisontal	206
Gambar 6.1	Perubahan tekanan akibat faktor termal	211
Gambar 6.2	Perbandingan ukuran jendela	214
Gambar 6.3	Unit simulasi awal (kiri) dan unit simulasi akhir (kanan)	229
Gambar 6.4	Kecenderungan pola dimensi jendela tower A dan tower B lantai 4	238
Gambar 6.5	Kecenderungan pola dimensi jendela tower A dan tower B lantai 10	248
Gambar 6.6	Kecenderungan pola dimensi jendela tower A dan tower B lantai 15	257
Gambar 6.7	Area tenang pada unit 3 tower A dan tower B – Tenggara	265
Gambar 6.8	Perubahan dimensi jendela – vertikal: unit 1 tower A; unit 2, 3 tower A, dan unit 1 tower B; unit 3, 2 tower B, dan unit 4 tower A; unit 4 tower B	272
Gambar 7.1	Pola gerak udara pada unit hunian area lorong angin, pola gerak udara pada unit hunian arah hadap kota dan	

	unit 2 Tower B, dan peta gerak udara melalui hasil analisa simulasi	280
Gambar 7.2	Hasil akhir interpolasi data kedua – dimensi jendela terpilih	289
Gambar 7.3	Justifikasi data – perbandingan hasil ekperimen dan kondisi eksisting	292

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Ilustrasi gerak angin pada tiap bentuk rumah susun tingkat tinggi	6
Tabel 1.2	Ilustrasi gerak angin pada tiap alternatif letak dan dimensi jendela	14
Tabel 1.3	Beberapa penelitian yang telah ada terkait isu	16
Tabel 2.1	Klasifikasi angin skala Beaufort	58
Tabel 2.2	Tipe jenis bukaan daun jendela dan ilustrasi pergerakan udara jendela jungkit	62
Tabel 2.3	Tipe, jenis bukaan daun pintu, dan ilustrasi udara pintu tunggal	64
Tabel 2.4	Kekasaran permukaan lapisan bumi	69
Tabel 2.5	Suhu dan Kelembapan Unit Hunian	71
Tabel 4.1	Rata-rata kecepatan angin, suhu, dan kelembapan rumah susun Jatinegara Barat pada 20 Maret dan 23 September 2021	110

Tabel 5.1	Perbandingan standar dengan survei lapangan tahap kulminasi pertama	126
Tabel 5.2	Kecepatan maksimal pada tiap lantai	135
Tabel 5.3	Besaran area bebas bukaan pada jendela eksisting	136
Tabel 5.4	Kecepatan angin maksimal dan minimal dalam analisa simulasi kulminasi pertama	137
Tabel 5.5	Analisa kecepatan angin maksimal unit 1 – lantai 4 – tower A	138
Tabel 5.6	Analisa kecepatan angin minimal unit 1 – lantai 4 – tower A	139
Tabel 5.7	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 1 – lantai 4 – tower A	140
Tabel 5.8	Analisa kecepatan angin maksimal unit 1 – lantai 10 – tower A	140
Tabel 5.9	Analisa kecepatan angin minimal unit 1 – lantai 10 – tower A	141
Tabel 5.10	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 1 – lantai 10 – tower A	142
Tabel 5.11	Analisa kecepatan angin maksimal unit 1 – lantai 15 – tower A	142
Tabel 5.12	Analisa kecepatan angin minimal unit 1 – lantai 15 – tower A	143
Tabel 5.13	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 1 –	

	lantai 15 – tower A	144
Tabel 5.14	Analisa kecepatan angin maksimal unit 2 – lantai 4 – tower A	145
Tabel 5.15	Analisa kecepatan angin minimal unit 2 – lantai 4 – tower A	146
Tabel 5.16	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 2 – lantai 4 – tower A	147
Tabel 5.17	Analisa kecepatan angin maksimal unit 2 – lantai 10 – tower A	147
Tabel 5.18	Analisa kecepatan angin minimal unit 2 – lantai 10 – tower A	148
Tabel 5.19	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 2 – lantai 10 – tower A	149
Tabel 5.20	Analisa kecepatan angin maksimal unit 2 – lantai 15 – tower A	150
Tabel 5.21	Analisa kecepatan angin minimal unit 2 – lantai 15 – tower A	150
Tabel 5.22	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 2 – lantai 15 – tower A	151
Tabel 5.23	Analisa kecepatan angin maksimal unit 3 – lantai 4 – tower A	153
Tabel 5.24	Analisa kecepatan angin minimal unit 3 – lantai 4 – tower A	154

Tabel 5.25	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 3 – lantai 4 – tower A	154
Tabel 5.26	Analisa kecepatan angin maksimal unit 3 – lantai 10 – tower A	155
Tabel 5.27	Analisa kecepatan angin minimal unit 3 – lantai 10 – tower A	156
Tabel 5.28	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 3 – lantai 10 – tower A	157
Tabel 5.29	Analisa kecepatan angin maksimal unit 3 – lantai 15 – tower A	157
Tabel 5.30	Analisa kecepatan angin minimal unit 3 – lantai 15 – tower A	158
Tabel 5.31	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 3 – lantai 15 – tower A	159
Tabel 5.32	Analisa kecepatan angin maksimal unit 4 – lantai 4 – tower A	161
Tabel 5.33	Analisa kecepatan angin minimal unit 4 – lantai 4 – tower A	162
Tabel 5.34	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 4 – lantai 4 – tower A	162
Tabel 5.35	Analisa kecepatan angin maksimal unit 4 – lantai 10 – tower A	163
Tabel 5.36	Analisa kecepatan angin minimal unit 4 – lantai 10 –	

	tower A	164
Tabel 5.37	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 4 – lantai 10 – tower A	164
Tabel 5.38	Analisa kecepatan angin maksimal unit 4 – lantai 15 – tower A	165
Tabel 5.39	Analisa kecepatan angin minimal unit 4 – lantai 15 – tower A	166
Tabel 5.40	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 4 – lantai 15 – tower A	167
Tabel 5.41	Analisa kecepatan angin maksimal unit 1 – lantai 4 – tower B.....	169
Tabel 5.42	Analisa kecepatan angin minimal unit 1 – lantai 4 – tower B	169
Tabel 5.43	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 1 – lantai 4 – tower B	170
Tabel 5.44	Analisa kecepatan angin maksimal unit 1 – lantai 10 – tower B	171
Tabel 5.45	Analisa kecepatan angin minimal unit 1 – lantai 10 – tower B	172
Tabel 5.46	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 1 – lantai 10 – tower B	172
Tabel 5.47	Analisa kecepatan angin maksimal unit 1 – lantai 15 – tower B	173

Tabel 5.48	Analisa kecepatan angin minimal unit 1 – lantai 15 – tower B	174
Tabel 5.49	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 1 – lantai 15 – tower B	174
Tabel 5.50	Analisa kecepatan angin maksimal unit 2 – lantai 4 – tower B	176
Tabel 5.51	Analisa kecepatan angin minimal unit 2 – lantai 4 – tower B	177
Tabel 5.52	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 2 – lantai 4 – tower B	178
Tabel 5.53	Analisa kecepatan angin maksimal unit 2 – lantai 10 – tower B	178
Tabel 5.54	Analisa kecepatan angin minimal unit 2 – lantai 10 – tower B	179
Tabel 5.55	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 2 – lantai 10 – tower B	180
Tabel 5.56	Analisa kecepatan angin maksimal unit 2 – lantai 15 – tower B	181
Tabel 5.57	Analisa kecepatan angin minimal unit 2 – lantai 15 – tower B	181
Tabel 5.58	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 2 – lantai 15 – tower B	182
Tabel 5.59	Analisa kecepatan angin maksimal unit 3 – lantai 4 –	

	tower B	184
Tabel 5.60	Analisa kecepatan angin minimal unit 3 – lantai 4 – tower B	185
Tabel 5.61	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 3 – lantai 4 – tower B	185
Tabel 5.62	Analisa kecepatan angin maksimal unit 3 – lantai 10 – tower B	186
Tabel 5.63	Analisa kecepatan angin minimal unit 3 – lantai 10 – tower B	187
Tabel 5.64	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 3 – lantai 10 – tower B	187
Tabel 5.65	Analisa kecepatan angin maksimal unit 3 – lantai 15 – tower B	188
Tabel 5.66	Analisa kecepatan angin minimal unit 3 – lantai 15 – tower B	189
Tabel 5.67	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 3 – lantai 15 – tower B	190
Tabel 5.68	Analisa kecepatan angin maksimal unit 4 – lantai 4 – tower B	192
Tabel 5.69	Analisa kecepatan angin minimal unit 4 – lantai 4 – tower B	193
Tabel 5.70	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 4 – lantai 4 – tower B	193

Tabel 5.71	Analisa kecepatan angin maksimal unit 4 – lantai 10 – tower B	194
Tabel 5.72	Analisa kecepatan angin minimal unit 4 – lantai 10 – tower B	195
Tabel 5.73	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 4 – lantai 10 – tower B	195
Tabel 5.74	Analisa kecepatan angin maksimal unit 4 – lantai 15 – tower B	196
Tabel 5.75	Analisa kecepatan angin minimal unit 4 – lantai 15 – tower B	197
Tabel 5.76	Kecepatan angin lingkungan dan hasil simulasi unit 4 – lantai 15 – tower B	198
Tabel 5.77	Kecepatan angin maksimal pada unit hunian 1 – tower A	200
Tabel 5.78	Kecepatan angin maksimal pada unit hunian 2 – tower A	201
Tabel 5.79	Kecepatan angin maksimal pada unit hunian 3 – tower A	201
Tabel 5.80	Kecepatan angin maksimal pada unit hunian 4 – tower A	202
Tabel 5.81	Kecepatan angin maksimal pada unit hunian 1 – tower B	203

Tabel 5.82	Kecepatan angin maksimal pada unit hunian 2 – tower B	203
Tabel 5.83	Kecepatan angin maksimal pada unit hunian 3 – tower B	204
Tabel 5.84	Kecepatan angin maksimal pada unit hunian 4 – tower B	204
Tabel 5.85	Perbandingan simulasi kawasan awal dan hasil pengukuran lapangan	208
Tabel 6.1	Kekasaran medan lapisan bumi	212
Tabel 6.2	Kecepatan angin maksimal dan minimal, suhu, dan kelembapan unit hunian terukur	212
Tabel 6.3	Dimensi area bebas bukaan jendela yang digunakan pada analisa	213
Tabel 6.4	Konversi m/s menjadi ft/m, mph, dan CFM	215
Tabel 6.5	Hasil perhitungan <i>airflow rate</i> area bebas bukaan masuk pada unit hunian terukur tower A	216
Tabel 6.6	Hasil perhitungan <i>airflow rate</i> area bebas bukaan masuk pada unit hunian terukur tower B	218
Tabel 6.7	Hasil perhitungan rumus Torricelli	221
Tabel 6.8	Hasil perhitungan rumus Bernoulli	221
Tabel 6.9	Kecepatan angin 100% pada ketinggian 400 m	222
Tabel 6.10	Kecepatan angin referensi pada tiap ketinggian lantai terukur	223

Tabel 6.11	Telaah kecepatan gerak udara – rumus Macfarlane	225
Tabel 6.12	Letak unit hunian terhadap arah datang angin	227
Tabel 6.13	Data pengukuran lapangan dua tahap kulminasi	228
Tabel 6.14	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 1 – lantai 4 – tower A	230
Tabel 6.15	Perbandingan hasil akhir unit 1 – lantai 4 – tower A	231
Tabel 6.16	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 2 – lantai 4 – tower A	231
Tabel 6.17	Perbandingan hasil akhir unit 2 – lantai 4 – tower A	232
Tabel 6.18	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 3 – lantai 4 – tower A	232
Tabel 6.19	Perbandingan hasil akhir unit 3 – lantai 4 – tower A	233
Tabel 6.20	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 4 – lantai 4 – tower A	233
Tabel 6.21	Perbandingan hasil akhir unit 4 – lantai 4 – tower A	234
Tabel 6.22	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 1 – lantai 4 – tower B	234
Tabel 6.23	Perbandingan hasil akhir unit 1 – lantai 4 – tower B	235
Tabel 6.24	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 2 – lantai 4 – tower B	235
Tabel 6.25	Perbandingan hasil akhir unit 2 – lantai 4 – tower B	236
Tabel 6.26	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 3 – lantai 4 – tower B	236

Tabel 6.27	Perbandingan hasil akhir unit 3 – lantai 4 – tower B	237
Tabel 6.28	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 4 – lantai 4 – tower B	237
Tabel 6.29	Perbandingan hasil akhir unit 4 – lantai 4 – tower B	238
Tabel 6.30	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 1 – lantai 10 – Tower A	239
Tabel 6.31	Perbandingan hasil akhir unit 1 – lantai 10 – tower A	240
Tabel 6.32	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 2 – lantai 10 – tower A	241
Tabel 6.33	Perbandingan hasil akhir unit 2 – lantai 10 – tower A	241
Tabel 6.34	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 3 – lantai 10 – tower A	242
Tabel 6.35	Perbandingan hasil akhir unit 3 – lantai 10 – tower A	242
Tabel 6.36	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 4 – lantai 10 – tower A	243
Tabel 6.37	Perbandingan hasil akhir unit 4 – lantai 10 – tower A	243
Tabel 6.38	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 1 – lantai 10 – tower B	244
Tabel 6.39	Perbandingan hasil akhir unit 1 – lantai 10 – tower B	244
Tabel 6.40	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 2 – lantai 10 – tower B	245
Tabel 6.41	Perbandingan hasil akhir unit 2 – lantai 10 – tower B	245
Tabel 6.42	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 3 – lantai 10 –	

	tower B	246
Tabel 6.43	Perbandingan hasil akhir unit 3 – lantai 10 – tower B	246
Tabel 6.44	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 4 – lantai 10 – tower B	247
Tabel 6.45	Perbandingan hasil akhir unit 4 – lantai 10 – tower B	247
Tabel 6.46	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 1 – lantai 15 – Tower A	249
Tabel 6.47	Perbandingan hasil akhir unit 1 – lantai 15 – tower A	250
Tabel 6.48	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 2 – lantai 15 – tower A	250
Tabel 6.49	Perbandingan hasil akhir unit 2 – lantai 15 – tower A	251
Tabel 6.50	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 3 – lantai 15 – tower A	251
Tabel 6.51	Perbandingan hasil akhir unit 3 – lantai 15 – tower A	252
Tabel 6.52	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 4 – lantai 15 – tower A	252
Tabel 6.53	Perbandingan hasil akhir unit 4 – lantai 15 – tower A	253
Tabel 6.54	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 1 – lantai 15 – tower B	253
Tabel 6.55	Perbandingan hasil akhir unit 1 – lantai 15 – tower B	254
Tabel 6.56	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 2 – lantai 15 – tower B	254
Tabel 6.57	Perbandingan hasil akhir unit 2 – lantai 15 – tower B	255

Tabel 6.58	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 3 – lantai 15 – tower B	255
Tabel 6.59	Perbandingan hasil akhir unit 3 – lantai 15 – tower B	256
Tabel 6.60	Analisa akhir kecepatan gerak udara unit 4 – lantai 15 – tower B	256
Tabel 6.61	Perbandingan hasil akhir unit 4 – lantai 15 – tower B	257
Tabel 6.62	Kesimpulan hasil simulasi akhir	258
Tabel 6.63	Hasil interpolasi data area bebas bukaan dari tiap alternatif jendela pada tower A	260
Tabel 6.64	Hasil interpolasi data area bebas bukaan dari tiap alternatif jendela pada tower B	261
Tabel 6.65	Data interpolasi tahap dua	263
Tabel 6.66	Hasil interpolasi tahap dua	263
Tabel 6.67	Konsistensi pengulangan dimensi jendela arah datang Barat Daya	265
Tabel 6.68	Konsistensi pengulangan dimensi jendela arah datang Selatan	267
Tabel 6.69	Konsistensi pengulangan dimensi jendela arah datang Tenggara	268
Tabel 6.70	Konsistensi pengulangan dimensi jendela arah datang Timur	269
Tabel 6.71	Perbandingan gerak udara eksperimen dan eksisting	270
Tabel 7.1	Gerak udara unit 1 – Tower A	273

Tabel 7.2	Gerak udara unit 2 – Tower A	274
Tabel 7.3	Gerak udara unit 3 – Tower A	275
Tabel 7.4	Gerak udara unit 4 – Tower A	275
Tabel 7.5	Gerak udara unit 1 – Tower B	276
Tabel 7.6	Gerak udara unit 2 – Tower B	277
Tabel 7.7	Gerak udara unit 3 – Tower B	278
Tabel 7.8	Gerak udara unit 4 – Tower B	278
Tabel 7.9	Hubungan pengaruh-mempengaruhi berdasarkan hasil simulasi dan kondisi eksisting	281
Tabel 7.10	Perhitungan SNI pada tiap jendela alternatif	282
Tabel 7.11	Hasil simulasi pada tiap jendela alternatif	283
Tabel 7.12	Hasil interpolasi data pertama	285
Tabel 7.13	Hubungan pengaruh-mempengaruhi berdasarkan hasil simulasi dan kondisi eksisting	288
Tabel 7.14	Justifikasi data dimensi jendela terpilih	290
Tabel 7.15	Proses dan hasil dalam penetapan dimensi jendela pada bangunan bertingkat tinggi rumah susun Jatinegara Barat	294

DAFTAR SKEMA

Skema 1.1	Kerangka alur penelitian	24
Skema 2.1	Kerangka konseptual teoritis	74
Skema 3.1	Ilustrasi <i>workflow</i> program CFD secara umum	84

Skema 3.2	Kerangka Kerja Konseptual	98
Skema 6.1	Proses analisa dimensi jendela pada fasad bangunan bertingkat tinggi	280



BAB 1

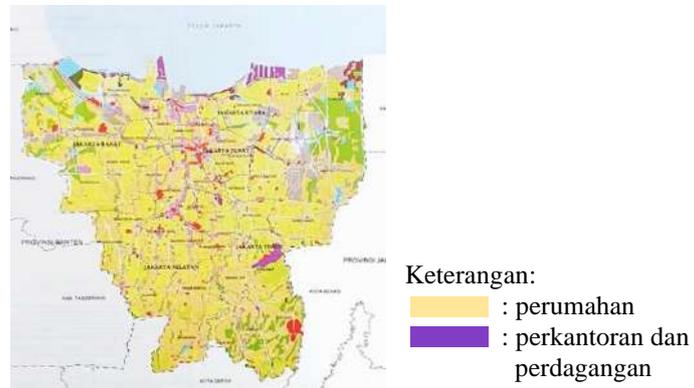
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Arsitektur dan iklim memiliki hubungan erat dengan kondisi perubahan iklim yang semakin meningkat pada saat ini. Beberapa hal yang membuat arsitektur menjadi salah satu faktor peningkatan suhu secara global adalah penggunaan listrik dan alih fungsi lahan. Berdasarkan data IPCC 2014, listrik menyumbang emisi sebesar 25% dan alih fungsi lahan sebesar 24%; sedangkan dalam Global Alliance for Buildings and Construction, penyumbang emisi terbesar listrik pada bangunan terbangun berasal dari operasional bangunan.

Penggunaan listrik sebagai operasional bangunan yang tertinggi berasal dari bangunan hunian melalui penggunaan *air conditioning* (AC) dan lampu. Perkiraan lama guna listrik pada hunian di Jakarta adalah sebagai berikut: (1) AC selama ± 8 jam tiap harinya (disaat suhu mencapai $> 30^{\circ}\text{C}$ dapat menyala hingga ± 12 jam) dan (2) lampu ± 4 jam hingga 8 jam tiap harinya bergantung kepada jenis ruang yang digunakan. Selain rentang waktu, permasalahan penggunaan listrik pada bangunan hunian juga dapat dilihat dari beberapa hal, seperti: jumlah bangunan hunian yang lebih bangunan dibandingkan bangunan fungsi publik, hunian digunakan selama 24 jam, dan bangunan hunian menggunakan beberapa jenis energi dalam satu tempat (Badan Pusat Statistik, 2019). Permasalahan penggunaan energi pada bangunan hunian memperlihatkan bahwa hunian memerlukan perhatian khusus dalam proses perencanaan agar hunian dapat berperan aktif dalam menekan penggunaan listrik

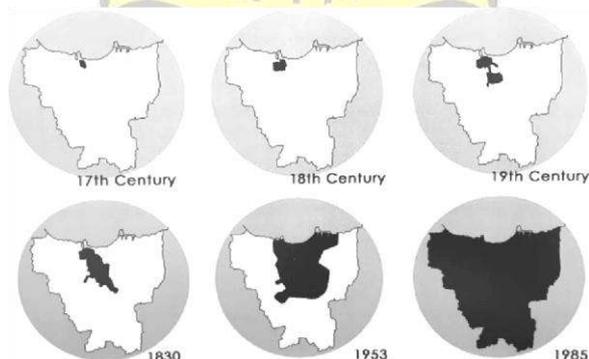
dengan cara mengganti peran listrik dengan kerja alam dalam pemenuhan termal manusia.



Gambar 1.1 Perbandingan perumahan dan perkantoran pada peta rencana tata ruang wilayah

Jakarta

Hal lain yang membuat hunian di Jakarta memerlukan perhatian khusus adalah kepadatan penduduk Jakarta yang membuat fokus pembangunan hunian berubah dari hunian tapak menjadi hunian vertikal dengan tujuan mendapatkan area lahan hijau tambahan sebagai paru-paru kota (Kusumawardhani, 2012). Hunian vertikal memberikan permasalahan tersendiri terhadap lingkungan dan lebih kompleks jika dibandingkan dengan rumah tinggal tapak.



Gambar 1.2 Perkembangan ruang kota Jakarta dari masa ke masa

(sumber: Ratu Arum Kusumawardhani, dkk: sejarah perumahan di Jakarta, hal:7)

Salah satu jenis hunian vertikal di Indonesia adalah rumah susun yang memiliki permasalahan kompleks dalam arsitektur dan lingkungan. Permasalahan rumah susun berada dalam konteks permasalahan termal yang terbentuk dari penggunaan purwarupa yang tidak sesuai dengan lokasi dan karakter lingkungan rumah susun. Jakarta merupakan kota pesisir yang juga memiliki banyak sungai. Rumah susun di Jakarta secara dominan berdiri di sekitar sungai. Lokasi sekitar sungai memiliki kecepatan angin dengan intensitas tinggi, namun, purwarupa yang menggunakan sistem precast tidak memiliki dasar perancangan yang berdasar pada permasalahan angin yang menerpa rumah susun.

Dinding precast pada rumah susun memiliki dimensi jendela yang monoton dari lantai bawah hingga atas dan membuat jendela tidak dapat bekerja secara maksimal. Pada suatu waktu tertentu, jendela tidak dapat dibuka akibat kecepatan angin sangat tinggi dan membuat masyarakat memerlukan bantuan kipas dan/atau AC untuk pemenuhan kenyamanan termal tubuh. Adanya permasalahan akan termal pada akhirnya memberikan permasalahan lain kepada penghuni yaitu beban ekonomi bagi penghuni rumah susun. Oleh karena itu, perumusan masalah rumah susun dapat dilihat melalui dua hal, yaitu angin dan jendela pada rumah susun bertingkat tinggi.

1.1.1 Angin dan Jendela Pada Rumah Susun Bertingkat Tinggi

Angin, baik dalam ilmu fisika murni maupun fisika bangunan tetap dilihat melalui tekanan. Tekanan dipengaruhi oleh gravitasi dan gravitasi pada setiap ketinggian tidak sama. Semakin kecil gravitasi, semakin rendah tekanan, maka semakin tinggi

kecepatan angin yang terjadi. Hal lain yang perlu diperhatikan dalam hubungan angin dan bangunan adalah temperatur. Temperatur mempengaruhi volume dari molekul udara dan membuat angin memiliki kecepatan yang berbeda pada kondisi temperatur yang berbeda.

Kaitan gravitasi dan temperatur dengan arsitektur dan lingkungan dapat dilihat melalui ketinggian tempat. Ketinggian tempat memberikan variasi udara yang dapat dilihat secara vertikal dan horisontal. Secara vertikal, hubungan antara ketinggian tempat, temperatur, dan kecepatan angin dapat dibaca sebagai berikut: “semakin tinggi suatu tempat, maka suhu akan semakin tinggi dan kecepatan angin juga akan semakin tinggi”; sedangkan secara horisontal, hubungan antara ketinggian tempat, temperatur, dan kecepatan angin dapat dilihat melalui lintang suatu lokasi. Lintang suatu lokasi menentukan karakter lokasi, kondisi lingkungan, dan jalur matahari (Resnick & Halliday, 1960; Weltner & Ingelman-Sundber, 2009; Denker, 2005).

Teori umum mengenai angin dan ketinggian memperlihatkan bahwa kecepatan angin mempengaruhi perencanaan fasad rumah susun bertingkat tinggi, khususnya perencanaan jendela pada fasad bangunan. Posisi kepentingan perencanaan jendela pada fasad berkaitan dengan fungsi jendela terhadap pembentukan termal pada unit hunian. Permasalahan utama dalam kasus perencanaan jendela, angin, ketinggian, dan pembentukan termal pada rumah susun bertingkat tinggi adalah fokus yang tidak mengarah kepada pemahaman pengaruh ketinggian terhadap dimensi jendela pada fasad bangunan.

Pada saat ini, dasar perencanaan jendela dalam perencanaan bangunan rumah susun adalah SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Ventilasi

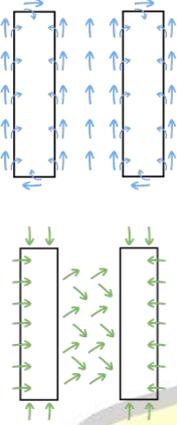
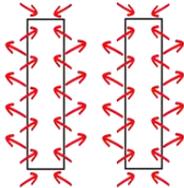
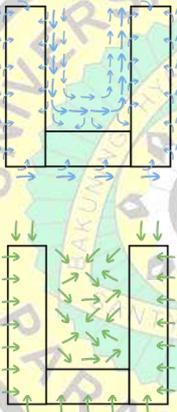
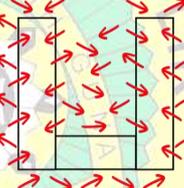
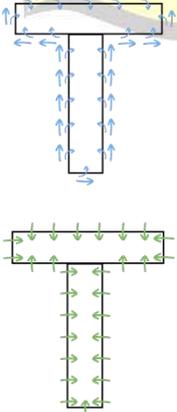
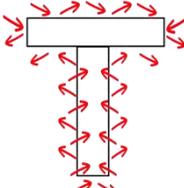
dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung (Satwiko & Nugroho, 2020). Berdasarkan peraturan SNI tersebut, ventilasi pada bangunan dapat ditentukan oleh beberapa aspek, seperti: luas ruang terventilasi, arah hadap ruang, laju aliran udara, dan laju pergantian udara. Hal ini memperlihatkan bahwa ketinggian tidak menjadi fokus dalam perencanaan dan membuat kinerja bangunan menjadi buruk, seperti rumah susun Jatinegara Barat.

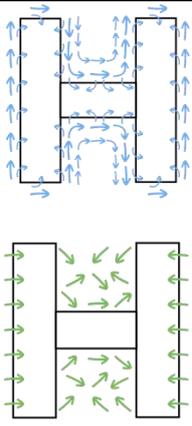
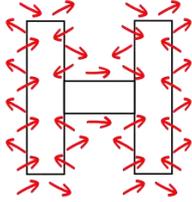
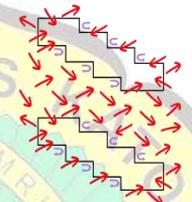
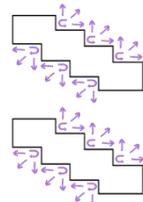
1.1.2 Rumah Susun Jatinegara Barat dan Permasalahan Angin

Rumah susun Jatinegara Barat memiliki bentuk yang sedikit berbeda dengan rumah susun bertingkat tinggi lainnya yang secara umum memiliki bentuk bangunan I, U, T, dan H (Satwiko & Nugroho, 2020). Bentuk rumah susun Jatinegara Barat pada dasarnya adalah bentuk I, namun, bentuk dasar mengalami modifikasi pada bagian lantai unit hunian dan memiliki bentuk akhir seperti zig-zag. Bentuk tersebut membuat rumah susun Jatinegara Barat memiliki perilaku angin yang berbeda jika dibandingkan dengan rumah susun bertingkat tinggi lainnya.

Angin yang menerpa bangunan rumah susun bertingkat tinggi berbentuk I, U, T, dan H merupakan angin yang pada umumnya menerpa bangunan tingkat tinggi lainnya, yaitu angin tegak lurus dan serong. Bentuk zig-zag mengakibatkan terdapat angin yang stagnan pada persimpangan dinding, yaitu angin turbulensi. Bentuk zig-zag menyebabkan turbulensi angin terjadi pada dinding berliku, walau arah datang angin berasal dari arah yang berbeda. Angin turbulensi berputar tanpa henti pada tiap pertemuan dinding dan menciptakan area tenang pada area fasad hunian yang berdekatan dengan likuan dinding.

Tabel 1.1 Ilustasi aliran angin pada tiap bentuk rumah susun tingkat tinggi (berdasar kepada teori Boutet dan G. Z. Brown)

Bentuk Tower	Angin Lurus	Angin Serong	Angin Memutar
I			--
U			--
T			--

H			--
Zig-zag			

Selain bentuk yang dimiliki oleh rumah susun Jatinegara Barat, permasalahan angin juga berasal dari lokasi rumah susun Jatinegara Barat. Rumah susun terletak pada sisi sungai Ciliwung, perumahan warga, dan perkantoran bertingkat rendah. Karakter angin pada lokasi rumah susun bertingkat tinggi Jatinegara Barat adalah angin dengan kecepatan tinggi yang berasal dari area koridor perkotaan dan area sungai. Secara umum, angin yang berhembus dari sungai selalu menerpa bangunan karena sungai yang mengalir juga turut membawa angin pada permukaan air, sehingga tidak menutup kemungkinan jika angin yang menerpa bangunan rumah susun berasal dari dua arah.

Kondisi lingkungan sekitar yang merupakan area bangunan bertingkat rendah dan area publik seperti terminal dan pasar membuat bangunan rumah susun tidak

memiliki penghalang angin, sehingga membuat kecepatan angin aktual menerpa bangunan dan merusak jendela yang berada pada fasad bangunan. Permasalahan-permasalahan tersebut membuat waktu penggunaan jendela pada unit hunian tidak panjang serta memaksa penghuni membuka pintu unit hunian dan membuat privasi serta keamanan tiap penghuni berkurang.



Gambar 1.3 Kondisi eksisting jendela rumah susun Jatinegara Barat

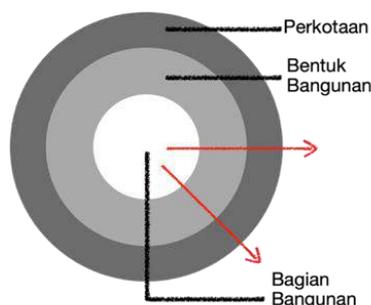
1.2 Penelusuran Isu Penelitian

Berdasarkan penjabaran mengenai angin, jendela, dan permasalahan yang terjadi di rumah susun bertingkat tinggi Jatinegara Barat, maka dapat diketahui bahwa titik awal permasalahan yang menyebabkan jendela pada fasad tidak bekerja maksimal adalah kurangnya perhatian terhadap kondisi lingkungan serta pemahaman tentang angin di dalam perencanaan bangunan rumah susun. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, fasad bangunan rumah susun memiliki fasad yang monoton. Hal ini disebabkan oleh dua hal, yaitu penggunaan purwarupa yang tidak berdasar kepada kondisi lingkungan dan dimensi jendela yang monoton pada fasad.

Pada dasarnya, penggunaan purwarupa dapat digunakan dalam pengembangan suatu bangunan rumah susun yang mendukung kinerja alam, namun, penggunaan

tersebut harus berdasar pada lingkungan. Pemahaman mengenai lingkungan dalam paradigma ilmu lingkungan bermula dari moral manusia yang merupakan refleksi subjek etika berlingkungan (Warren, 1990). Selain itu, hal penting dalam penerapan ilmu lingkungan dalam arsitektur adalah ilmu pengetahuan. Perpaduan manusia dan ilmu pengetahuan dilakukan untuk meminimalisasi kesalahan dalam analisa pada penerapan lingkungan dalam arsitektur (Belshaw, 2001). Alam sebagai variabel merupakan variabel bersifat fleksibel dan hanya dapat dilihat berdasarkan nilai rata-rata yang dimiliki oleh setiap elemen alam, seperti suhu, kelembapan, kecepatan angin, arah datang angin, dan cahaya.

Hal lain yang perlu menjadi perhatian dalam penerapan paham ilmu lingkungan pada arsitektur adalah pemahaman mengenai iklim makro dan iklim mikro. Iklim makro dan iklim mikro dalam pemahaman lingkungan dan arsitektur berada dalam bentuk angin, air, dan matahari. Iklim mempengaruhi penempatan bagian bangunan seperti dinding, pintu, dan jendela. Alasan utama bagian bangunan menjadi penentu kinerja bangunan adalah detail yang menjadi penentu pergerakan alam di dalam bangunan. Besaran pintu, besaran jendela, arah hadap bangunan, besaran ruang, dan tata ruang merupakan bagian-bagian bangunan yang mampu membentuk gerak alam di dalam bangunan (DeKay & Brown, 2014).



Gambar 1.4 Pola baca arsitektur melalui paham ilmu lingkungan (berdasar kepada teori DeKay)

Jika alam pada arsitektur merupakan variabel yang memiliki sifat fleksibel dan digunakan sebagai variabel utama, maka bagian bangunan adalah variabel kedua yang digunakan sebagai alat penentu kenyamanan termal ruangan sebelum pada akhirnya kenyamanan dirasakan oleh manusia yang dalam hal ini berada dalam posisi akhir, yaitu variabel ketiga yang menentukan nilai keberhasilan kerja bagian bangunan. Melalui pemahaman tersebut, maka diketahui bahwa perencanaan yang berdasar pada lingkungan tidak memiliki pusat, melainkan suatu proses linear yang berkesinambungan.



Gambar 1.5 Variabel-variabel dan posisi tiap variabel dalam pola perencanaan arsitektur berdasarkan paham ilmu lingkungan (berdasar kepada pemikiran paham ilmu lingkungan Belshaw dan Sarkar)

Dimensi jendela yang monoton pada fasad bangunan terjadi akibat perancangan yang terfokus kepada aktivitas manusia dan pada akhirnya mengakibatkan konflik antara purwarupa dengan lingkungan. Purwarupa unit hunian rumah susun terfokus kepada pergerakan manusia di dalam suatu ruangan yang mempengaruhi tata ruang, sehingga fasad yang memiliki hubungan langsung dengan alam tidak mendapatkan penanganan khusus dan membuat kinerja bangunan menjadi buruk. Oleh karena itu, pemahaman arsitektur dan lingkungan menjadi penting dalam perencanaan rumah susun, terutama rumah susun bertingkat tinggi.

Hubungan antara arsitektur dengan lingkungan disatukan oleh beberapa faktor, yaitu alam (berdasarkan telaah permasalahan, fokus berada pada angin – kondisi

lingkungan, dan manusia). Penjabaran mengenai arsitektur melalui paham ilmu lingkungan memperlihatkan bahwa bagian terpenting dalam perencanaan arsitektur adalah bagian bangunan. Bagian bangunan yang secara umum terdapat pada fasad rumah susun adalah jendela, kisi-kisi, dan teras. Penelusuran isu dapat dilakukan dengan cara menyangdingkan alam, kondisi dan karakter lingkungan, serta manusia dengan bagian bangunan.

1.2.1 Pengaruh Alam Terhadap Bagian Bangunan

Penggambaran alam pada arsitektur adalah iklim mikro sekitar bangunan. Secara teoritis, alam pada arsitektur merupakan karakter lokasi yang mempengaruhi iklim mikro pada lokasi perancangan. Karakter lokasi dapat dipahami melalui topografi, material penutup tanah, dan letak geografis. Iklim mikro yang terbentuk melalui karakter lokasi adalah suhu (dipengaruhi oleh radiasi matahari, kelembapan, dan curah hujan), serta arah gerak dan kecepatan angin (Olgyay, 1963; Koenigsberger & Szokolay, 2013).

Iklim mikro yang tercipta oleh karakter lokasi dan penempatan bangunan pada lokasi perencanaan rumah susun bertingkat tinggi mempengaruhi jendela dan kisi-kisi. Pintu pada teras rumah susun tidak terpengaruh secara langsung oleh iklim, karena teras pada rumah susun secara dominan berbentuk lorong serta digunakan sebagai ruang jemur. Kondisi ini membuat iklim (cahaya dan angin) yang mengenai pintu teras sudah tereduksi dengan baju serta barang lainnya. Selain itu, pintu pada teras juga tidak terpengaruh langsung oleh iklim karena dimensi pintu memiliki batasan maksimal dan minimal yang dilihat melalui ukuran tubuh manusia.

1.2.2 Pengaruh Kondisi Lingkungan Terhadap Bagian Bangunan

Perbedaan karakteristik lokasi dan kondisi lingkungan adalah jangkauan wilayah. Jika karakter lokasi merupakan penggambaran alam pada lokasi perancangan, maka kondisi lingkungan adalah penggambaran kondisi di sekeliling lokasi yang berada dalam bentuk kepadatan wilayah dan vegetasi. Kepadatan wilayah terbagi menjadi dua, yaitu fungsi dan ketinggian bangunan di sekitar lokasi. Dalam konteks iklim tertentu, faktor kepadatan terdiri dari tata letak bangunan yang membentuk koridor angin di sekeliling lokasi perancangan (DeKay & Brown, 2014). Vegetasi terdiri dari jenis dan tinggi tanaman yang berada di sekeliling lokasi (Boutet, 1987). Pada perencanaan bangunan bertingkat tinggi, kepadatan wilayah lebih mempengaruhi dibandingkan vegetasi, karena realisasi pengadaan vegetasi pada bangunan tingkat tinggi tidak semudah bangunan tapak.

Kondisi lingkungan mempengaruhi perancangan melalui pembentukan iklim mikro yang terdiri dari suhu, kecepatan dan arah angin, kebisingan, daerah bayang, intensitas cahaya dan kelembapan. Iklim mikro yang mampu terbentuk oleh kondisi lingkungan mempengaruhi jendela dan kisi-kisi. Hal ini dikarenakan jendela dan kisi-kisi merupakan jalur masuk iklim ke dalam ruangan. Jendela dan kisi-kisi menentukan pergerakan dan intensitas angin serta cahaya yang masuk ke dalam unit hunian, sehingga secara langsung mempengaruhi pembentukan iklim di dalam unit hunian. Pintu pada teras (terutama pada teras yang berbentuk lorong) tidak berperan secara langsung, karena selalu berada dalam kondisi tertutup akibat kecepatan angin yang semakin cepat pada saat melaju pada permukaan teras.

1.2.3 Pengaruh Manusia Terhadap Bagian Bangunan

Manusia sebagai variabel penentu kenyamanan termal memiliki peran penting secara mandiri. Berbeda dengan pemikiran lain yang menjadikan manusia sebagai pusat, paham ilmu lingkungan menjadikan manusia sebagai langkah akhir dalam arsitektur. Nilai penentu manusia yang berkaitan dengan alam dan arsitektur adalah nilai standar termal yang dirasakan oleh manusia. Radiasi matahari, kelembapan, dan kecepatan angin merupakan faktor utama pembentuk termal manusia. Ketiga faktor tersebut berhubungan langsung dengan jendela dan kisi-kisi.

Pada dasarnya, termal manusia juga dipengaruhi oleh ruang yang diciptakan oleh arsitektur. Pengaruh ruang terhadap termal manusia dapat dilihat melalui tata ruang dan aktivitas yang terjadi di dalam setiap ruangan. Tata ruang dan aktivitas di dalam konteks bagian bangunan terwakilkan oleh dinding, tetapi, fungsi dinding tidak berkaitan dengan permasalahan angin dan ketinggian yang merupakan faktor utama dalam telaah permasalahan kinerja pada fasad rumah susun bertingkat tinggi. Hal ini dikarenakan dinding tidak mempengaruhi kinerja jendela pada fasad, karena letak dinding yang mempengaruhi termal manusia merupakan dinding yang berada di dalam ruangan.

1.2.4 Isu Penelitian

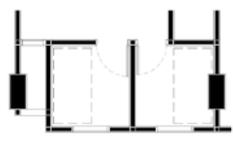
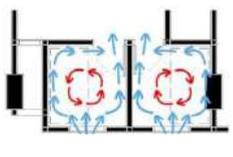
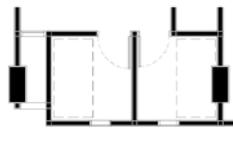
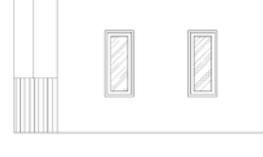
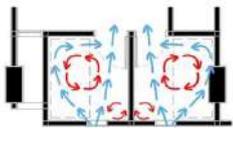
Melalui penjabaran mengenai hubungan antara alam, kondisi lingkungan, dan manusia dengan bagian bangunan terdapat dua bagian yang menjadi garis merah ketiga faktor perencanaan berdasarkan ilmu lingkungan, yaitu jendela dan kisi-kisi. Dua bagian bangunan tersebut memiliki peran penting dalam pembentukan ruamh

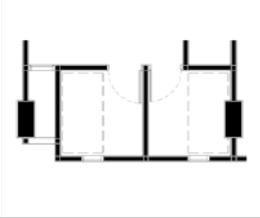
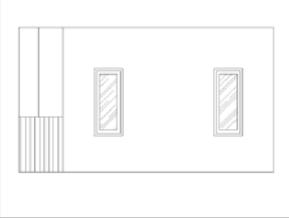
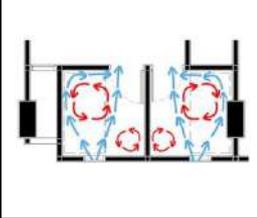
susun bertingkat tinggi, karena berada pada fasad dan bersentuhan langsung dengan alam tanpa adanya *barrier*. Selain itu, kedua bagian tersebut juga menjadi penentu pergerakan alam di dalam bangunan.

Berbeda dengan rumah susun bertingkat rendah, rumah susun bertingkat tinggi secara dominan hanya menggunakan jendela sebagai bukaan pada fasad bangunan. Jendela menentukan kecepatan gerak udara dan penyebaran suhu pada unit hunian. Pengaruh jendela terhadap pembentukan termal pada unit hunian rumah susun dapat dilihat melalui beberapa faktor, yaitu bentuk, letak, dan dimensi.

Bentuk jendela pada rumah susun bertingkat tinggi memiliki bentuk *horizontal vane* atau biasa disebut jendela jungkit yang merupakan bentuk jendela sederhana dengan satu daun jendela. Hubungan jendela jungkit dengan pembentukan termal melalui angin memiliki kemungkinan letak dan dimensi yang berbeda. Alternatif dan ilustrasi angin yang tercipta melalui letak dan dimensi jendela pada fasad rumah susun adalah sebagai berikut:

Tabel 1.2 Ilustrasi gerak angin pada tiap alternatif letak dan dimensi jendela (berdasar kepada teori Boutet)

Keyplan	Denah	Tampak	Ilustrasi
			
			

Keyplan	Denah	Tampak	Ilustrasi
			

Tiga alternatif yang berdasar kepada letak dan dimensi jendela menunjukkan bahwa jendela alternatif 1 (jendela eksisting) memiliki penyebaran angin yang lebih merata, jika dibandingkan dengan jendela alternatif ke-2 dan ke-3. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa dimensi jendela lebih berpengaruh kepada pembentukan gerak udara di dalam unit hunian dibandingkan letak.

Hal lain yang membuat dimensi jendela menjadi pengaruh utama dalam gerak udara di dalam unit hunian adalah besaran unit hunian yang terbatas membuat letak jendela tidak memiliki banyak alternatif dan jika jendela tidak berada pada bagian tengah dinding, maka jendela akan bertabrakan dengan perabotan di dalam unit hunian dan menghalangi angin masuk ke dalam unit hunian. Berdasarkan beberapa faktor tersebut, maka isu penelitian yang tepat adalah isu dimensi jendela yang membahas mengenai konsepsi jendela pada fasad bangunan rumah susun tingkat tinggi. Kepentingan dimensi jendela pada fasad tersebut juga sejalan dengan data GBCI yang menyatakan bahwa ventilasi alami memegang peran atas keberhasilan kinerja bangunan sebesar 60% (IFC, 2011).

1.3 Fokus Penelitian

Penentuan fokus penelitian terbagi menjadi dua, yaitu elemen alam dan arsitektur. Penentuan fokus penelitian berpengaruh kepada penentuan variabel penelitian yang digunakan dalam analisa. Terdapat dua elemen alam yang mempengaruhi termal

unit hunian rumah susun, yaitu matahari dan angin. Jika dilihat berdasarkan sifat yang dimiliki tiap elemen alam, maka elemen yang akan menjadi fokus penelitian adalah angin. Alasan utama angin menjadi fokus penelitian adalah arah dan besaran yang dimiliki angin lebih sulit untuk diprediksi jika dibandingkan dengan matahari; dan angin menentukan penyebaran panas di dalam ruang.

Berdasarkan fokus elemen alam yang terpilih, maka fokus objek studi yang tepat adalah rumah susun bertingkat tinggi yang berada di perkotaan besar. Secara spesifik, fokus penelitian akan terfokus kepada jendela pada fasad bangunan rumah susun bertingkat tinggi Jatinegara Barat, Jakarta. Ketentuan objek studi ditentukan oleh karakter lokasi dan kondisi lingkungan yang terletak pada sisi sungai Ciliwung dengan karakter suhu, kelembapan, dan kecepatan angin tinggi pada suatu waktu (Dharma, Ladianto, & Hamundu, 2018), serta berada di area perumahan warga yang merupakan rumah tapak bertingkat rendah.

1.3.1 State of The Art dan Novelty

Berdasarkan latar belakang, paradigma, isu, dan fokus penelitian, maka *state of the art* penelitian mengenai dimensi bukaan dapat dilihat dari beberapa literasi yang berada dalam bidang *built environment*, *thermal comfort*, *ventilation*, dan *housing*, sebagai berikut:

Tabel 1.3 Beberapa penelitian yang telah ada terkait isu

Penulis	Judul
Marnix Van Belleghem Marjike Steeman Arnold Janssens Michel De Paepe	Heat, air, and moisture transport modelling in ventilated cavity walls.

Tabel 1.3 Beberapa penelitian yang telah ada terkait isu (lanjt.)

Penulis	Judul
Cody J Brownell	Measurement of infiltration heat recovery in a test cell with high flow rates.
Trevor Moffiet Dariusz Alterman Stuart Hands Kim Cloyvas Adrian Page Behdad Moghtaderi	A statistical study on the combined of wall thermal mass and thermal resistance on internal air temperature.
Meseret T Kahsay Girma Bitsuamlak Fitsum Tariku	Numerical analysis of convective heat transfer coefficient for building facades.
Dileep Kumar Patrick X.W. Zou Rizwan Ahmed Memon MD Morshed Alam Jay G. Sanjayan Sanjay Kumar	Life-cycle cost analysis of building wall and insulation materials.
Saeed Kamali	Improving thermal comfort in building and reducing the indoor air temperature fluctuation in Cyprus by utilizing the phase change materials.
Anisa Budiani Arifah M. Satya Adhitama Agung Murti Nugroho	Pengaruh bukaan terhadap kenyamanan termal pada ruang hunian rumah susun Aparna Surabaya.
RM. Bambang Setyohadi KP	Kajian kenyamanan termal pada bangunan rumah tinggal arsitektur kolonial modern.
Fredrik Ståhl	Influence of thermal mass on the heating and cooling demands of a building unit.
Himasari Hanan Surjamanto Wonorahardjo	The architecture of Batak Toba: an expression of living harmoniously.
Mohamad Nor Hafidz Arif Razali Sheikh Ahmad Zaki Mohamed Sukri Mat Ali Norio Arai	A numerical analysis of wind flow within and above idealized modified terraced house canyon in Malaysia.

Tabel 1.3 Beberapa penelitian yang telah ada terkait isu (lanjt.)

Penulis	Judul
Pedro Filipe da Conceição Pereira Evandro Eduardo Broday	Determination of thermal comfort zones through comparative analysis between different characterization methods of thermally dissatisfied people.
Xiang Deng Zijing Tan	Numerical analysis of thermal comfort in a plan office under natural ventilation.

Penelitian-penelitian yang telah ada pada bidang-bidang yang berkaitan dengan dimensi jendela pada pembentukan termal dan fasad rumah susun bertingkat tinggi secara dominan membahas mengenai transportasi termal pada material bangunan, pemulihan dan perpindahan panas, kombinasi massa termal dinding dan suhu luar bangunan, peningkatan kualitas kenyamanan termal, kebutuhan akan pemanas dan pendingin ruangan, zona lokal termal, dan penggunaan ventilasi. Secara dominan, penelitian-penelitian yang telah ada menggunakan metode numerik, simulasi modelling, dan komparasi.

Berdasarkan *state of the art* yang ada, maka dapat diketahui bahwa isu dapat menjadi kebaruan dalam ilmu pengetahuan. Beberapa hal yang mendukung isu penelitian menjadi suatu kebaruan adalah belum ada pembahasan yang terfokus kepada pola dimensi jendela pada fasad terhadap kecepatan angin dan ketinggian bangunan terkhususnya di daerah tropis dan metode yang digunakan sebagai alat baca pola dimensi jendela yang dapat digunakan dalam proses konsep perencanaan.

1.4 Hipotesis Penelitian

Proses perkembangan rumah susun di Jakarta melibatkan banyak faktor, terutama faktor kebutuhan yang berdasar kepada kebutuhan hunian yang melonjak akibat arus urbanisasi, faktor biaya yang berdasar kepada pendapatan rumah tangga, faktor

jenis aktivitas penghuni, dan faktor lingkungan. Empat faktor ini tertuang dalam suatu wadah purwarupa dan peraturan standar yang digunakan pada setiap daerah di Indonesia.

Fokus purwarupa dipahami sebagai pusat yang lebih mengarah kepada manusia, sehingga purwarupa lebih berdasar kepada aktivitas dengan tujuan unit hunian yang ada mampu untuk mengakomodasi seluruh aktivitas manusia. Dinamika yang telah berlangsung sampai saat ini terbukti memiliki pengaruh yang dominan terhadap kinerja unit hunian rumah susun yang buruk, terutama dalam pemenuhan termal penghuni rumah susun yang berasal dari kecepatan angin dan ketinggian bangunan. Kecepatan angin dipengaruhi oleh tekanan, tekanan dipengaruhi oleh gravitasi yang bergantung kepada ketinggian.

Berdasarkan penjabaran singkat tersebut, maka diketahui bahwa fokus suatu perancangan purwarupa tidak dapat dipahami melalui aktivitas semata, tetapi juga harus melalui fokus lingkungan yang dalam arsitektur diwakilkan oleh salah satu bagian bangunan, yaitu jendela pada fasad bangunan. Oleh karena itu, hipotesa awal penelitian yang memiliki isu dimensi jendela pada fasad bangunan rumah susun bertingkat tinggi adalah dimensi jendela pada fasad rumah susun bertingkat tinggi akan mengalami pengecilan ukuran bergantung kepada letak unit terhadap arah datang angin, kecepatan angin, dan elevasi unit.

1.5 Pertanyaan Penelitian

Melalui penjabaran latar belakang, isu, fokus penelitian, serta premis dan tesa kerja, maka dapat disimpulkan beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Apa saja faktor yang perlu diperhatikan dalam menetapkan dimensi jendela pada fasad rumah susun bertingkat tinggi yang dipengaruhi oleh kecepatan angin dan elevasi unit hunian?
2. Bagaimana perletakkan dimensi jendela yang tepat pada fasad bangunan rumah susun bertingkat tinggi yang dipengaruhi oleh kecepatan angin dan elevasi unit hunian?
3. Bagaimana proses analisa yang tepat dalam menentukan dimensi jendela pada fasad bangunan rumah susun bertingkat tinggi yang dipengaruhi oleh kecepatan angin dan elevasi unit hunian?

1.6 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Menemukan pola dan kecepatan gerak udara yang tercipta melalui penempatan bangunan rumah susun bertingkat tinggi.
2. Menemukan pola dimensi jendela dalam perencanaan jendela pada fasad rumah susun bertingkat tinggi.

Manfaat dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Peneliti, sebagai titik awal pengetahuan mengenai pola dimensi jendela pada bangunan bertingkat tinggi yang terfokus kepada angin, khususnya bangunan rumah susun bertingkat tinggi.
2. Akademisi, sebagai ide dasar yang dapat digunakan sebagai perkembangan ilmu pengetahuan, terutama dalam bidang ilmu kenyamanan bangunan, fisika bangunan, teknologi bangunan, dan rekayasa lingkungan.

3. Praktisi, sebagai referensi pustaka dan dasar konsepsi dalam perancangan suatu bangunan hunian bertingkat tinggi.
4. Pemangku kepentingan, sebagai dasar referensi yang dapat digunakan dalam perkembangan standar yang digunakan pada bangunan bertingkat tinggi.

1.7 Lingkup dan Penentuan Objek Studi

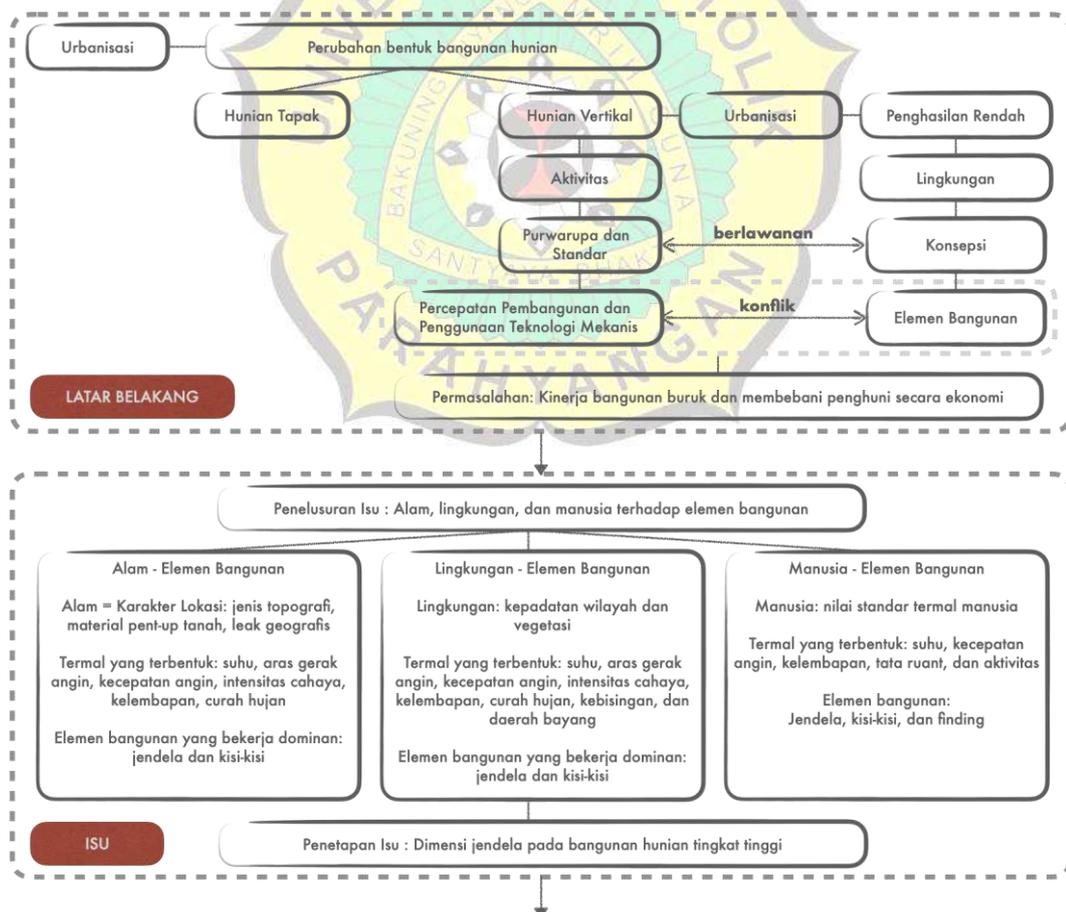
Objek formal dalam penelitian ini adalah kenyamanan termal yang terfokus dalam pembahasan mengenai pengaruh angin terhadap jendela pada fasad bangunan yang mempengaruhi suhu dan kelembapan. Objek formal memiliki tiga variabel yang digunakan dalam penelitian, yaitu: (1) angin sebagai subjek (variabel independen), (2) jendela sebagai objek (variabel dependen); dan (3) manusia (variabel kontrol). Hipotesis awal merujuk kepada pola dimensi jendela yang digunakan pada fasad, oleh karena itu, lingkup penelitian akan berada pada pola dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Objek material yang digunakan dalam penelitian adalah rumah susun bertingkat tinggi Jatinegara Barat yang berada di Jakarta Timur. Penentuan kriteria terbagi menjadi dua kriteria, yaitu umum dan khusus. Kriteria umum: (1) Lokasi kawasan yang sesuai dengan kriteria umum rumah susun Indonesia, (2) rencana pemerintah yang terfokus kepada pembagunan hunian vertikal, dan (3) iklim kota Jakarta yang merupakan kota pesisir yang memiliki banyak sungai, sehingga angin kencang sering terjadi. Kriteria khusus rumah susun bertingkat tinggi Jatinegara Barat yang juga merupakan batasan objek studi berasal dari dua hal, yaitu karakter lokasi dan karakter perancangan, yaitu: (1) dimensi jendela yang monoton, (2) berdekatan

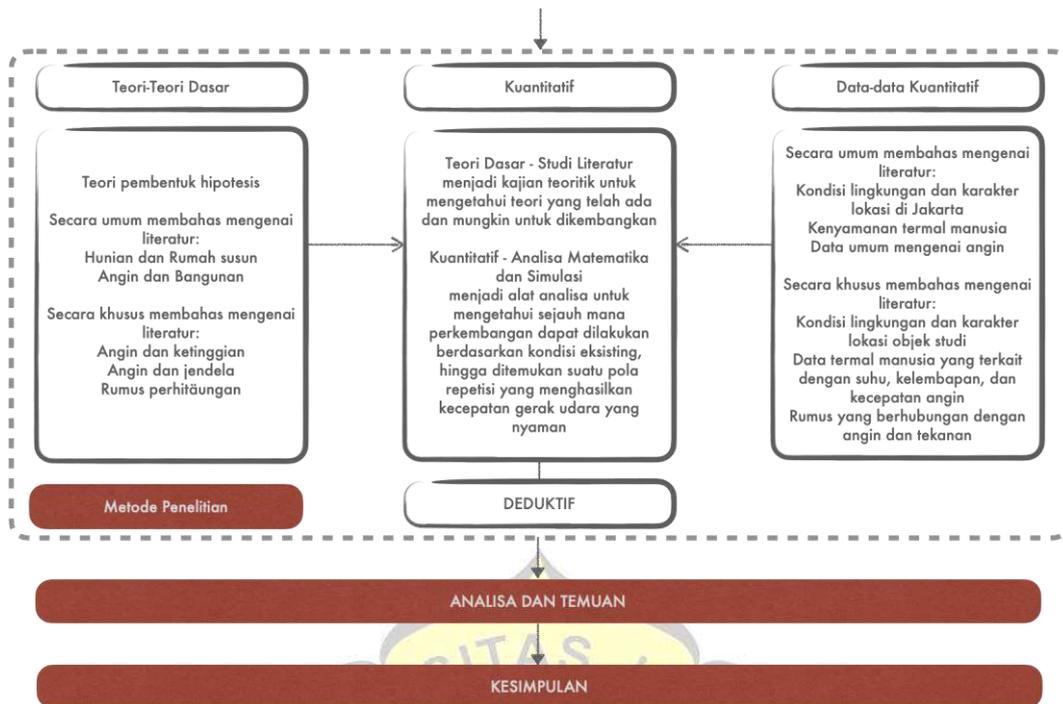
dengan sungai dan fasilitas kota, (3) memiliki bentuk bangunan yang unik, sehingga memiliki aliran angin pada fasad yang berbeda. Melalui objek material, maka penelitian dapat menggunakan satu objek studi yang akan dianalisa menggunakan matematika dan simulasi untuk menghasilkan analisa yang mendetail dalam semua alternatif dimensi jendela yang diperlukan.

1.8 Kerangka Alur Penelitian

Berdasarkan penjabaran latar belakang, isu penelitian, lingkup penelitian, fokus penelitian, dan pertanyaan penelitian, maka kerangka alur penelitian adalah sebagai berikut:







Skema 1.1 Kerangka alur penelitian

1.9 Sistematika Penelitian

Sistematika yang digunakan dalam penulisan proposal penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB 1: PENDAHULUAN

Memaparkan mengenai latar belakang, penelusuran masalah dan penentuan isu penelitian, fokus penelitian, premis dan tesis kerja, pertanyaan penelitian, tujuan dan manfaat penelitian, lingkup dan objek studi penelitian, kerangka pemikiran, serta sistematika penulisan.

BAB 2: RUMAH SUSUN, JENDELA, ANGIN, DAN MANUSIA

Memaparkan mengenai literatur-literatur yang akan dikaji dalam penelitian, yaitu literatur mengenai rumah susun, jendela, angin, dan manusia. Selain itu, pada bab

ini juga terdapat mengenai pemaparan mengenai posisi penelitian (*State of the art*) dan kebaruan penelitian (*Novelty*).

BAB 3: MATEMATIKA DAN SIMULASI SEBAGAI ALAT BACA ANGIN PADA KONSEPSI BANGUNAN

Memaparkan mengenai metode yang digunakan pada penelitian, yaitu metode matematika dan simulasi. Bab ini akan berisi mengenai penjelasan mengenai proses analisa matematika dan simulasi serta data-data yang digunakan dalam setiap tahap analisa, serta proses kedua hasil analisa tersebut bertemu untuk menghasilkan keluaran akhir.

BAB 4: RUMAH SUSUN JATINEGARA BARAT SEBAGAI OBJEK

Memaparkan mengenai keseluruhan data yang dimiliki oleh objek studi penelitian. Data yang akan diperlihatkan pada bab ini antara lain: data proyek, gambar kerja, dan foto eksisting.

BAB 5: ANALISA KECEPATAN GERAK UDARA PADA RUMAH SUSUN BERTINGKAT TINGGI JATINEGARA BARAT

Memaparkan mengenai keseluruhan hasil analisa awal yang diperoleh oleh setiap variabel yang digunakan dalam penelitian. Data yang akan diperlihatkan pada bab ini antara lain: data ukur lapangan kulminasi pertama, gambar kerja sesuai dengan kondisi eksisting, serta analisa-analisa awal yang dianalisa menggunakan metode simulasi untuk mengetahui pola gerak udara secara horisontal. Data dianalisa menggunakan perhitungan matematika dan simulasi untuk mendapatkan pemetaan dimensi jendela secara horisontal.

BAB 6: ANALISA POLA DIMENSI JENDELA PADA RUMAH SUSUN BERTINGKAT TINGGI JATINEGARA BARAT

Memaparkan mengenai hasil akhir simulasi dengan menggunakan data kulminasi dalam 1 tahun (2 kulminasi). Data dianalisa menggunakan simulasi dan interpolasi data yang digunakan sebagai validasi kecepatan gerak udara pada seluruh lantai rumah susun Jatinegara Barat secara vertikal.

BAB 7: KESIMPULAN

Memaparkan kesimpulan dan saran serta kemungkinan penelitian lanjut yang dapat dilakukan untuk mengembangkan teori yang dihasilkan dalam penelitian ini.

