

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
INTISARI	xvi
ABSTRACT.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Batasan Penelitian.....	3
1.7 Keaslian Penelitian	4
1.8 Kerangka Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Penghawaan Alami	9
2.1.1 Pergerakan Udara	9
2.1.2 Fungsi Penghawaan Alami.....	10
2.1.3 Prinsip Dasar Aliran Udara	12
2.2 Aliran Udara di Sekitar Bangunan.....	14
2.3 Aliran Udara di Dalam Bangunan	18
2.4 CFD.....	20
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Metode Penelitian	21
3.1.1 Pemilihan Model Turbulence CFD	21

3.1.1 Lokasi Penelitian	21
3.1.2 Alat Simulasi	23
3.2 Proses Simulasi	24
3.2.1 Objek Penelitian	25
3.2.2 <i>Computational Domain</i>	29
3.2.3 Proses Mesh dan Batasan Kondisi.....	30
3.3 <i>Post-Processing</i>	31
3.3.1 Pola Aliran Udara	32
3.3.2 Kecepatan Angin (<i>Air Velocities</i>).....	33
3.3.3 ACH (<i>Air Change per-Hour</i>)	34
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Performa Ventilasi Alami (Orientasi 45°)	35
4.1.1 Pola Aliran Udara	35
4.1.2 Kecepatan Angin	36
4.1.2.1 Pengaruh Konfigurasi Lebar Balkon.....	39
4.1.2.2 Pengaruh Konfigurasi Kedalaman Balkon.....	42
4.1.2.3 Kecepatan Angin Secara Vertikal	46
4.1.2.4 Kecepatan Angin Secara Horizontal	49
4.1.3 ACH (<i>Air Changes per Hour</i>)	52
4.2 Performa Ventilasi Alami (Orientasi 90°)	57
4.2.1 Pola Aliran Udara	57
4.2.2 Kecepatan Angin	58
4.2.2.1 Pengaruh Konfigurasi Lebar Balkon.....	61
4.2.2.2 Pengaruh Konfigurasi Kedalaman Balkon.....	63
4.2.2.3 Kecepatan Angin Secara Vertikal	65
4.2.2.4 Kecepatan Angin Secara Horizontal	69
4.2.3 ACH (<i>Air Changes per Hour</i>)	72
4.3 Performa Ventilasi Alami (Orientasi 135°)	77
4.3.1 Pola Aliran Udara	77
4.3.2 Kecepatan Angin	78
4.3.2.1 Pengaruh Konfigurasi Lebar Balkon.....	81
4.3.2.2 Pengaruh Konfigurasi Kedalaman Balkon.....	83

4.3.2.3 Kecepatan Angin Secara Vertikal	85
4.3.2.4 Kecepatan Angin Secara Horizontal	88
4.3.3 ACH (<i>Air Changes per Hour</i>)	91
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	96
5.1 Kesimpulan	96
5.2 Saran	97
DAFTAR PUSTAKA	99
LAMPIRAN.....	103

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Penelitian Terdahulu yang Terkait dengan Penelitian	5
Tabel 2.1 Rekomendasi EnREI Untuk Standar Pergantian Udara per-Jam	11
Tabel 2.2 Klasifikasi Kecepatan Angin Yang Dirasakan Dalam Ruangan.....	12
Tabel 2.3 Kategori Kekerasan permukaan	15
Tabel 2.4 Beberapa Kemungkinan <i>Inlet</i> dan <i>Outlet</i> area Bukaannya	19
Tabel 3.1 Sensitivitas Grid Dalam Simulasi CFD	31
Tabel 4.1 Rentang Nilai Kecepatan Angin pada Area Balkon dan Dalam Ruangan.....	35
Tabel 4.2 Pengaruh Lebar Balkon pada Kedalaman 1,8 m (K:30%).....	39
Tabel 4.3 Pengaruh Kedalaman Balkon pada Lebar 2,4 m (L:40%)	42
Tabel 4.4 Penurunan Luas Ruangan dalam Peningkatan Konfigurasi Balkon	52
Tabel 4.5 Rentang Nilai Kecepatan Angin pada Area Balkon dan Dalam Ruangan.....	57
Tabel 4.6 Perubahan Kecepatan Angin pada Kedalaman Balkon 1,8 m (K:30%)	61
Tabel 4.7 Perubahan Kecepatan Angin pada Lebar Balkon 6,0 m (L:100%).....	63
Tabel 4.8 Rentang Nilai Kecepatan Angin pada Area Balkon dan Dalam Ruangan.....	77
Tabel 4.9 Perubahan Kecepatan Angin pada Kedalaman Balkon 0,6 m (K:10%)	81
Tabel 4.10 Perubahan Kecepatan Angin pada Lebar Balkon 2,4 m (L:40%).....	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kerangka Penelitian.....	8
Gambar 2.2 Pola Aliran Udara; (a) <i>Laminar</i> , (b) <i>Separated</i> , (c) <i>Turbulent</i> , (d) <i>Eddy</i>	13
Gambar 2.3 Aliran Udara di Sekitar Bangunan Menciptakan Tekanan Positif (+) Dan Negative (-).....	13
Gambar 2.4 Tabung Venturi Menggambarkan Efek Bernoulli	14
Gambar 2.5 Kecepatan Udara Dipengaruhi Oleh Besar Gaya Gesek	14
Gambar 2.6 Tipe Kekerasan Permukaan	16
Gambar 2.7 Perilaku angin yang dipengaruhi oleh bangunan: (a) menuntun; (b) menghalangi; dan (c) membelokkan aliran udara.....	16
Gambar 2.8 Peningkatan Kecepatan Angin Pada Area Sudut Bangunan.....	17
Gambar 2.9 Aliran Udara di Sekitar Bangunan Dengan Pola Sejajar (a) Vertikal, (b) Horizontal	17
Gambar 2.10 Efektivitas Penghawaan Alami Satu Sisi dan Silang.....	19
Gambar 3.1 Alur Proses Simulasi CFD Dengan Model 3D Parametrik	24
Gambar 3.2 Kecepatan Rata-Rata Angin (kph) Dalam Satu Tahun.....	22
Gambar 3.3 Script Simulasi CFD Melalui Perangkat Lunak Grasshopper	25
Gambar 3.4 Besaran Dimensi Ukuran Model Unit Ruang Rusunawa	26
Gambar 3.5 Besaran Dimensi Ukuran Model Unit Bangunan Rusunawa	26
Gambar 3.6 Alur Penentuan Variabel dalam Penelitian.....	27
Gambar 3.7 Konfigurasi Lebar dan Kedalaman Balkon (L/K)	28
Gambar 3.8 Variasi Orientasi Bangunan Terhadap Arah Datang Angin	29
Gambar 3.9 Dimensi Ukuran <i>Windtunnel</i> Sebagai <i>Domain</i> Simulasi.....	30
Gambar 3.10 Posisi Perletakan Unit Pengamatan (b1, t1, t2, t3, a1)	31
Gambar 3.11 Posisi Titik Vektor Berdasarkan Jarak Perletakannya.....	32
Gambar 3.12 Posisi Titik Vektor Pada Sisi Bagian Inlet Ruang	33
Gambar 3.13 Kecepatan Angin Secara Horizontal (t1, t2, t3).....	33
Gambar 3.14 Kecepatan Angin Secara Vertikal (b1, t2, a1)	34
Gambar 4.1 Pengaruh Lebar pada Kecepatan Angin; 0,6 m (K:10%), 1,2 m (K:20%), 1,8 m (K:30%), 2,4 m (K:40%)	36
Gambar 4.2 Pengaruh Kedalaman pada Kecepatan Angin :1,2 m (L:20%), 2,4 m (L:40%), 3,6 m (L:60%), 4,8 m (L:80%), 6,0 m (L:100%)	37
Gambar 4.3 Nilai Rata-Rata Kecepatan Angin Berdasarkan Kedalaman Balkon.....	38
Gambar 4.4 Nilai Rata-Rata Kecepatan Angin Berdasarkan Lebar Balkon.....	38
Gambar 4.5 Peningkatan Tekanan Angin pada Area Balkon Akibat Pelebaran	40
Gambar 4.6 Peningkatan Lebar pada Balkon:(a)1,2 m (L:20%), (b) 2,4 m(L:40%)	40

Gambar 4.7	Penurunan Performa Aliran Udara pada Konfigurasi (a) 3,6 m (L:60%), (b) 4,8 m (L:80%), (c) 6,0 m (L:100%)	41
Gambar 4.8	Penurunan Tekanan Angin pada Area Balkon Akibat Kedalaman	43
Gambar 4.9	Perbedaan Tekanan Angin Balkon dan Lorong pada Posisi Unit t1	44
Gambar 4.10	Perbedaan Tekanan Angin Balkon dan Lorong pada Posisi Unit t2	44
Gambar 4.11	Perbedaan Tekanan Angin Balkon dan Lorong pada Posisi Unit t3	45
Gambar 4.12	Kecepatan Angin Secara Vertikal Pada Model Dasar	46
Gambar 4.13	Perbedaan Nilai Berdasarkan Ketinggian Pada Model Dasar (a) Tekanan Angin (b) Kecepatan Angin.....	47
Gambar 4.14	Kecepatan Angin Pada Konfigurasi Balkon (K:30% & L:40%) ...	47
Gambar 4.15	Perbedaan Nilai Berdasarkan Posisi Unit Pada Konfigurasi (K:30% & L:40%); (a) Tekanan Angin (b) Kecepatan Angin	48
Gambar 4.16	Kecepatan Angin Secara Horizontal Pada Model Dasar	49
Gambar 4.17	Perbedaan Nilai Berdasarkan Posisi Unit Pada Model Dasar; (a) Tekanan Angin (b) Kecepatan Angin.....	50
Gambar 4.18	Kecepatan Angin Pada Konfigurasi Balkon (K:30% & L:40%) ...	51
Gambar 4.19	Perbedaan Berdasarkan Posisi Unit Pada Konfigurasi (K:30% & L:40%); (a) Tekanan Angin (b) Kecepatan Angin.....	51
Gambar 4.20	Pengaruh Lebar pada Nilai ACH: 0,6 m (K:10%), 1,2 m (K:20%), 1,8 m (K:30%), 2,4 m (K:40%).....	53
Gambar 4.21	Pengaruh Kedalaman pada Nilai ACH :1,2 m (L:20%), 2,4 m (L:40%), 3,6 m (L:60%), 4,8 m (L:80%), 6,0 m (L:100%).....	54
Gambar 4.22	Perbedaan Nilai Kecepatan Angin dan ACH Melalui Konfigurasi Kedalaman Balkon	55
Gambar 4.23	Perbedaan Nilai Kecepatan Angin dan ACH Melalui Konfigurasi Lebar Balkon	55
Gambar 4.24	Implementasi konfigurasi balkon K:30% & L:40% dalam bangunan.....	56
Gambar 4.25	Pengaruh Lebar pada Kecepatan Angin; 0,6 m (K:10%), 1,2 m (K:20%), 1,8 m (K:30%), 2,4 m (K:40%).....	58
Gambar 4.26	Pengaruh Lebar pada Kecepatan Angin; 0,6 m (K:10%), 1,2 m (K:20%), 1,8 m (K:30%), 2,4 m (K:40%).....	59
Gambar 4.27	Nilai Rata-Rata Kecepatan Angin Berdasarkan Kedalaman Balkon.....	60
Gambar 4.28	Nilai Rata-Rata Kecepatan Angin Berdasarkan Lebar Balkon.....	61
Gambar 4.29	Perbedaan Tekanan Angin di Kedua Sisi pada Kedalaman Balkon 1,8 m (K:30%)	62
Gambar 4.30	Penurunan Tekanan Angin pada Area Balkon Akibat Kedalaman.....	64
Gambar 4.31	Kecepatan Angin Secara Vertikal pada Model Dasar	66
Gambar 4.32	Perbedaan Nilai Berdasarkan Ketinggian Pada Model Dasar (a) Tekanan Angin (b) Kecepatan Angin.....	66

Gambar 4.33 Kecepatan Angin Pada Konfigurasi Balkon (K:30% & L:100%)	67
Gambar 4.34 Konservasi Aliran Udara pada Konfigurasi (K:30% & L:100%)	68
Gambar 4.35 Kecepatan Angin Secara Horizontal pada Model Dasar (t1, t2, t3)	69
Gambar 4.36 Perbedaan Berdasarkan Posisi Unit Terhadap Arah Datang Aliran Udara (a) Tekanan Angin (b) Kecepatan Angin	70
Gambar 4.37 Kecepatan Angin Pada Konfigurasi Balkon (K:30% & L:100%)	71
Gambar 4.38 Perbedaan Berdasarkan Posisi Unit Pada Konfigurasi (K:30% & L:100%); (a) Tekanan Angin (b) Kecepatan Angin	71
Gambar 4.39 Pengaruh Lebar pada Nilai ACH :0,6 m (K:10%), 1,2 m (K:20%), 1,8 m (K:30%), 2,4 m (K:40%)	73
Gambar 4.40 Pengaruh Kedalaman pada Nilai ACH: 1,2 m (L:20%), 2,4 m (L:40%), 3,6 m (L:60%), 4,8 m (L:80%), 6,0 m (L:100%)	74
Gambar 4.41 Perbedaan Nilai Kecepatan Angin dan ACH Melalui Konfigurasi Kedalaman Balkon	75
Gambar 4.42 Perbedaan Nilai Kecepatan Angin dan ACH Melalui Konfigurasi Lebar Balkon	75
Gambar 4.43 Implementasi konfigurasi K:30% & L:100% dalam bangunan	76
Gambar 4.44 Pengaruh Lebar pada Kecepatan Angin; 0,6 m (K:10%), 1,2 m (K:20%), 1,8 m (K:30%), 2,4 m (K:40%)	78
Gambar 4.45 Pengaruh Kedalaman pada Kecepatan Angin :1,2 m (L:20%), 2,4 m (L:40%), 3,6 m (L:60%), 4,8 m (L:80%), 6,0 m (L:100%)	79
Gambar 4.46 Nilai Rata-Rata Kecepatan Angin Berdasarkan Kedalaman Balkon	80
Gambar 4.47 Nilai Rata-Rata Kecepatan Angin Berdasarkan Lebar Balkon	80
Gambar 4.48 Peningkatan Tekanan Angin pada Area Balkon Akibat Pelebaran	82
Gambar 4.49 Peningkatan Lebar Bukaan pada Balkon	82
Gambar 4.50 Penurunan Tekanan Angin pada Area Balkon Akibat Kedalaman	84
Gambar 4.51 Peningkatan Kedalaman pada Lebar Balkon 2,4 m (L:40%)	85
Gambar 4.52 Kecepatan Angin Secara Vertikal Pada Model Dasar	86
Gambar 4.53 Perbedaan Berdasarkan Ketinggian (a) Tekanan Angin (b) Kecepatan Angin	86
Gambar 4.54 Kecepatan Angin Pada Konfigurasi Balkon (K:10% & L:40%)	87
Gambar 4.55 Aliran Udara pada Konfigurasi Balkon (K:10% & L:40%)	88
Gambar 4.56 Kecepatan Angin Secara Horizontal Pada Model Dasar	89
Gambar 4.57 Perbedaan Berdasarkan Posisi Unit Pada Model Dasar; (a) Tekanan Angin (b) Kecepatan Angin	89
Gambar 4.58 Kecepatan Angin Pada Konfigurasi Balkon (K:10% & L:40%)	90
Gambar 4.59 Perbedaan Berdasarkan Posisi Unit Pada Konfigurasi (K:10% & L:40%) ; (a) Tekanan Angin (b) Kecepatan Angin	91

Gambar 4.60	Pengaruh Lebar pada Nilai ACH :0,6 m (K:10%), 1,2 m (K:20%), 1,8 m (K:30%), 2,4 m (K:40%).....	92
Gambar 4.61	Pengaruh Lebar pada Nilai ACH: 1,2 m (L:20%), 2,4 m (L:40%), 3,6 m (L:60%), 4,8 m (L:80%), 6,0 m (L:100%).....	93
Gambar 4.62	Perbedaan Nilai Kecepatan Angin dan ACH Melalui Konfigurasi Kedalaman Balkon	94
Gambar 4.63	Perbedaan Nilai Kecepatan Angin dan ACH Melalui Konfigurasi Lebar Balkon	94
Gambar 4.64	Implementasi konfigurasi balkon K:10% & L:40% dalam bangunan.....	95