

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



*Skripsi ini saya persembahkan kepada orangtua,
dosen pembimbing, sahabat dan saudara arsitektur 2010.
Terimakasih atas segala momen, do'a dan dukungannya.*

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Dwiantosa Ahmad Fathony

RINGKASAN

Dwiantosa Ahmad Fathony, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juni 2015, *Optimalisasi Penghawaan Alami Pada Bangunan Pendidikan Berlantai Banyak. Studi Kasus: Gedung F Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Brawijaya*. Dosen Pembimbing: Heru Sufianto dan Bambang Yatnawijaya S.

Segala upaya telah dilakukan dalam menanggapi isu pemanasan global yang telah menjadi perhatian dunia sejak abad ke 20 hingga saat ini. Dimana salah satu penyebab terjadinya pemanasan global diakibatkan penggunaan energi yang berlebih yang banyak terserap oleh bangunan gedung berlantai banyak. Untuk menjawab isu tersebut adalah dengan upaya mengkondisikan udara pada ruangan gedung dengan memaksimalkan potensi energi yang ada di lingkungan sekitar bangunan. Salah satunya ialah dengan memanfaatkan potensi udara yang bergerak (angin) dalam usaha menjaga kenyamanan ruang dalam gedung yang dapat mengurangi penggunaan sistem penghawaan buatan (AC) sebagai faktor utama penyebab penggunaan energi yang berlebihan.

Penelitian ini dilakukan pada gedung F Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Brawijaya (FEB UB) yang memiliki ketinggian 7 lantai. Dalam kajian studi kasus ini akan dibahas permasalahan : Apakah penghawaan alami dalam ruangan-ruangan gedung sudah memenuhi standart SNI 03-6572-2001 dan bagaimana memaksimalkan penghawaan alami pada ruang-ruang gedung, agar dapat menghemat penggunaan energi listrik. Simulasi sirkulasi untuk mengetahui arah pergerakan dan kecepatan angin serta kondisi suhu udara pada gedung F FEB UB dilakukan dengan menggunakan software Ecotect dan Vasari dengan tetap mengacu pada SNI 03-6572-2001.

Simulasi sirkulasi angin ini diharapkan dapat membantu memberikan gambaran arah pergerakan dan nilai kecepatan angin pada saat ada udara yang bergerak di dalam ruang-ruang gedung dan dapat memberikan gambaran kondisi suhu dalam ruangan apakah memenuhi syarat daerah kenyamanan termal hunian.

Kata kunci : Penghawaan alami, sirkulasi angin, penghematan energi

SUMMARY

Dwiantosa Ahmad Fathony, Department of Architecture, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, June 2015, *Optimization of Natural Ventilation in High Rise Education Building. Case Studi of Brawijaya University Economic and Business F Building*, Academic Supervision: Heru Sufianto and Bambang Yatnawijaya S.

Every effort has been made in response to the issue of global warming has become the world's attention since the 20th century to the present. Where one of the causes of global warming caused by the use of excess energy that is absorbed by many multi-storey buildings. To answer these issues is to attempt to condition the air in the building space to maximize the potential energy in the environment around the building. One of them is to exploit the potential of moving air (wind) in order to maintain the comfort of space in the building which can reduce the use of artificial penghawaan system (AC) as the main factors causing excessive energy use.

This research was carried out on the building F Faculty of Economics and Business, University of Brawijaya (FEB UB) which has a height of 7 floors. In this case study will discuss the issue: Is a natural penghawaan rooms in buildings SNI 03-6572-2001 already meet the standards and how to maximize natural penghawaan in the spaces of the building, so it can save electrical energy use. Circulation simulations to determine the direction of movement and speed of the wind and temperature conditions in building F FEB performed using software Ecotect and Vasari with reference to the SNI 03-6572-2001.

Simulation of wind circulation is expected to help provide an overview movement direction and wind speed values at a time of moving air inside the spaces of the building and can provide a picture of the temperature in the room is eligible residential area of thermal comfort.

Keyword : Natural ventilation, wind circulation, energy saving

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga pembuatan Skripsi dengan judul **Optimalisasi Penghawaan Alami Pada Bangunan Pendidikan Berlantai Banyak. Studi Kasus : Gedung F Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Brawijaya** dapat terselesaikan dengan baik. Laporan skripsi ini diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Penyelesaian skripsi ini tentunya tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Karena itu, penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Heru Sufianto, M.Arch.,St.,Ph.D dan Bapak Ir. Bambang Yatnawijaya S. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan begitu banyak pelajaran dan ilmu yang bermanfaat selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Agung Murti Nugroho, ST.,MT.,Ph.D dan Bapak Ir.Ali Soekirno. selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan dan saran yang membangun untuk skripsi ini.
3. Bapak Ir. Sigmawan Tri Pamungkas, MT selaku dosen Penasehat Akademik yang telah menjadi orang tua kedua saya di kampus dan selalu memberikan motivasi serta dorongan dalam perkuliahan.
4. Kedua orang tua, yang selalu memberikan dukungan dan doanya yang tiada henti-hentinya.
5. Teman-teman Jurusan Arsitektur Angkatan 2010, atas dukungan dan bantuannya.
6. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah memberikan masukan serta dukungan, baik secara moril maupun materiil.

Penyusun menyadari bahwa masih terdapat banyak kesalahan dalam penulisan skripsi ini untuk sekiranya mohon dimaklumi. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya, dan bagi penulis pada khususnya.

Malang, Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	iv
HALAMAN PERUNTUKAN	v
RINGKASAN	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Tinjauan Kondisi Iklim Tropis	5
2.1.1 Karakteristik Iklim Tropis	5
2.1.2 Wilayah dan kondisi iklim Kota Malang	5
2.2 Sistem Penghawaan Alami	6
2.2.1 Ventilasi	6
2.2.2 Ventilasi Alami	7



2.2.3 Pemanfaatan ventilasi alami (Sustainability Victoria, n.d.).....	7
2.2.4 Desain bukaan dalam sistem ventilasi alami.....	8
2.2.5 Kecepatan angin dalam bangunan.....	10
2.2.6 Pergantian udara per-jam (ACH)	11
2.2.7 Prinsip pergerakan udara.....	12
2.3 Bangunan Berlantai Banyak	13
2.3.1 Karakteristik bangunan berlantai banyak.....	13
2.3.2 Perancangan bangunan berlantai banyak pada iklim tropis	13
2.4 Faktor yang Mempengaruhi Pengkondisian Udara Dalam Bangunan.....	14
2.4.1 Fungsi ruang dalam bangunan	14
2.4.2 Ukuran ruangan.....	15
2.4.3 Beban pendinginan.....	15
2.4.4 Penggunaan jendela kaca	15
2.4.5 Kondisi fisik bangunan	16
2.5 Kenyamanan Termal	16
2.5.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal	16
2.5.2 Standar kenyamanan termal di daerah tropis	17
2.5.3 Kelembapan udara relatif.....	18
2.6 Simulasi Penghawaan Alami dengan Teknik Digital	18
2.7 Pengukuran Kecepatan Angin dan Temperatur Udara	19
2.7.1 Pengukuran kecepatan angin.....	19
2.7.2 Pengukuran temperatur udara	19
2.8 Menghitung Penggunaan Penghawaan Buatan (AC).....	20
2.9 Alur Penelitian	22
2.10 Studi Terdahulu	23

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Umum Penelitian	26
3.2 Waktu Penelitian.....	26
3.2.1 Tahap input data	26
3.2.2 Tahap proses data	26
3.2.3 Tahap output.....	27
3.3 Lokasi dan Objek Penelitian	27
3.3.1 Lokasi Penelitian	27
3.3.2 Objek Penelitian	28
3.4 Prosedur Penelitian	28
3.4.1 Input (pengumpulan data)	28
3.4.2 Proses (analisa dan pembahasan).....	30
3.4.3 Output (kesimpulan dan saran)	35

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Iklim Kota Malang	36
4.2 Data Arah Angin Kota Malang	37
4.3 Data Layout Gedung F Fakultas Ekonomi dan Bisnis UB	38
4.4 Analisis Aliran Udara Lingkungan Gedung F FEB UB	39
4.5 Analisis Perbandingan Luas Bukaannya Ventilasi Eksisting dengan Standart SNI 03-6572-2001	40
4.6 Data Jenis Bukaannya Pada Ventilasi Eksisting Gedung F FEB UB.....	43
4.7 Analisis Ruang dan Elemen Penghawaan Alami pada Gedung F FEB	44
4.8 Analisis Penghawaan Alami dan Kenyamanan Termal Gedung F FEB ...	47
4.8.1 Hasil pengukuran temperatur, kelembaban dan kecepatan angin diluar gedung F FEB UB.....	47



4.8.2 Hasil pengukuran temperatur, kelembaban dan kecepatan angin serta simulasi kondisi termal di dalam gedung F FEB UB..... 49

4.8.3 Rangkuman analisa simulasi software *Vasari* dan *Ecotect*..... 64

4.9 Analisis Optimalisasi Pemanfaatan Penghawaan Alami 65

4.9.1 Rekomendasi desain dan tambahan luas bukaan ventilasi / jendela..... 65

4.9.2 Rekomendasi desain bukaan ruang sirkulasi udara dalam gedung 68

4.10 Analisis Simulasi *Vasari* dan *Ecotect* dengan Input Data Luas Bukaan Ventilasi Rekomendasi 75

4.11 Rangkuman Analisa Simulasi Software *Vasari* dan *Ecotect* dengan Input Data Luas Bukaan Ventilasi Rekomendasi..... 83

4.12 Grafik Kondisi Termal Gedung F FEB UB 84

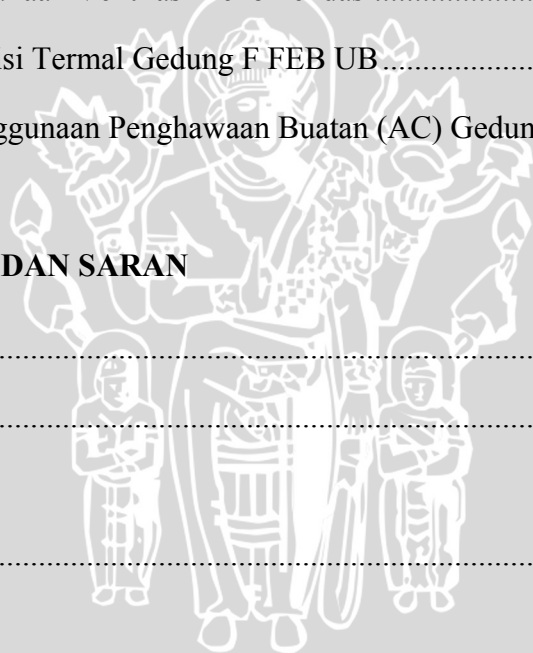
4.13 Analisis Penggunaan Penghawaan Buatan (AC) Gedung F FEB UB 87

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan 91

5.2 Saran 92

DAFTAR PUSTAKA 93



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Desain bukaan ventilasi	9
Gambar 2.2 Perbedaan dimensi inlet dan outlet.....	10
Gambar 2.3 Tipe jendela efektif yang mengalirkan udara [Moore, 1993].....	10
Gambar 2.4 Perubahan pola pergerakan udara dari (A) laminar ke (B) terpisah ke (C) turbulen	13
Gambar 2.5 Alur Penelitian Kondisi Sistem Penghawaan Alami Gedung F FEB UB	21
Gambar 3.1 Peta Kota Malang. Lokasi Universitas Brawijaya.....	27
Gambar 3.2 Lokasi Penelitian	27
Gambar 3.3 Gedung F Fakultas Ekonomi dan Bisnis UB Malang	28
Gambar 3.4 Alat pengukur kecepatan angin (<i>Anemometer</i>)	29
Gambar 3.5 Alat pengukur temperatur dan kelembapan (<i>Thermometer</i>)	29
Gambar 3.6 Metode grid dalam pengukuran penghawaan alami pada tiap ruang	29
Gambar 3.7 <i>Location Setting</i> pada software <i>Vasari</i>	30
Gambar 3.8 <i>Wind Rose</i> pada software <i>Vasari</i>	30
Gambar 3.9 <i>Wind Tunnel</i> pada software <i>Vasari</i>	31
Gambar 3.10 <i>Setting Up Grids</i> pada software <i>Ecotect</i>	31
Gambar 3.11 <i>Running a spatial comfort analysis</i> pada software <i>Ecotect</i>	32
Gambar 3.12 <i>Weather Data</i> pada software <i>Ecotect</i>	32
Gambar 3.13 <i>Daily Condition 3 November</i> pada software <i>Ecotect</i>	33
Gambar 3.14 <i>Daily Condition 5 November</i> pada software <i>Ecotect</i>	33
Gambar 3.15 <i>Daily Condition 10 November</i> pada software <i>Ecotect</i>	33
Gambar 3.16 <i>Setting Zone Properties</i> pada software <i>Ecotect</i>	34
Gambar 3.17 <i>Mean Radiant Temperature</i> pada software <i>Ecotect</i> kondisi eksisting .	34
Gambar 3.18 <i>Mean Radiant Temperature</i> pada software <i>Ecotect</i> kondisi rekomend	35
Gambar 4.1 Arah angin Kota Malang bulan november 2014	37

Gambar 4.2 Bangunan sekitar Gedung F FEB UB	38
Gambar 4.3 Arah aliran angin pada Gedung F FEB UB.....	39
Gambar 4.4 Perspektif arah angin lingkungan Gedung F FEB UB	40
Gambar 4.5 Jendela Tipe A pada Gedung F FEB UB	43
Gambar 4.6a Jendela Tipe B pada Gedung F FEB UB.....	43
Gambar 4.6b Jendela Tipe C pada Gedung F FEB UB	43
Gambar 4.7 Denah lantai 2.....	49
Gambar 4.8 Perspektif lantai 2.....	49
Gambar 4.9a Simulasi pergerakan udara pada lantai 2 dengan software <i>Vasari</i>	50
Gambar 4.9b Simulasi kondisi termal pada lantai 2 dengan software <i>Ecotect</i>	51
Gambar 4.10 Denah lantai 3.....	52
Gambar 4.11 Perspektif lantai 3.....	52
Gambar 4.12a Simulasi pergerakan udara pada lantai 3 dengan software <i>Vasari</i>	53
Gambar 4.12b Simulasi kondisi termal pada lantai 3 dengan software <i>Ecotect</i>	54
Gambar 4.13 Denah lantai 4.....	55
Gambar 4.14 Perspektif lantai 4.....	55
Gambar 4.15a Simulasi pergerakan udara pada lantai 4 dengan software <i>Vasari</i>	56
Gambar 4.15b Simulasi kondisi termal pada lantai 4 dengan software <i>Ecotect</i>	57
Gambar 4.16 Denah lantai 5.....	58
Gambar 4.17 Perspektif lantai 5.....	58
Gambar 4.18a Simulasi pergerakan udara pada lantai 5 dengan software <i>Vasari</i>	59
Gambar 4.18b Simulasi kondisi termal pada lantai 5 dengan software <i>Ecotect</i>	60
Gambar 4.19 Denah lantai 6.....	61
Gambar 4.20 Perspektif lantai 6.....	61
Gambar 4.21a Simulasi pergerakan udara pada lantai 6 dengan software <i>Vasari</i>	62
Gambar 4.21b Simulasi kondisi termal pada lantai 6 dengan software <i>Ecotect</i>	63
Gambar 4.22 (Detail D) Jalusi horizontal	74

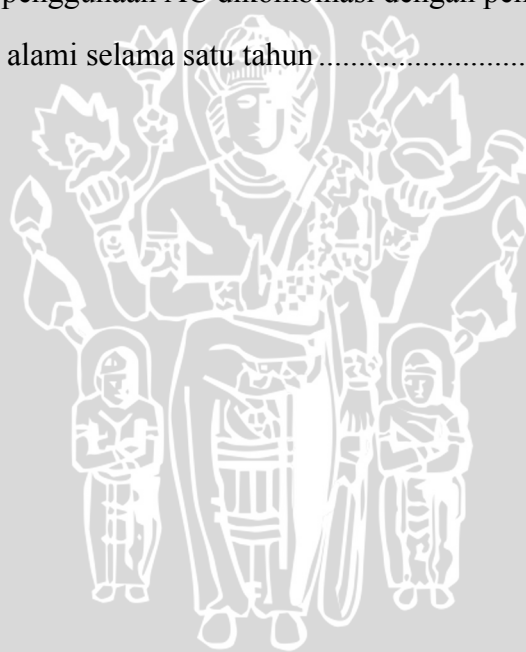
Gambar 4.23a Simulasi pergerakan udara pada lantai 2	75
Gambar 4.23b Simulasi kondisi termal pada lantai 2	76
Gambar 4.24a Simulasi pergerakan udara pada lantai 3	77
Gambar 4.24b Simulasi kondisi termal pada lantai 3	78
Gambar 4.25a Simulasi pergerakan udara pada lantai 4	78
Gambar 4.25b Simulasi kondisi termal pada lantai 4	79
Gambar 4.26a Simulasi pergerakan udara pada lantai 5	80
Gambar 4.26b Simulasi pergerakan udara pada lantai 5	81
Gambar 4.27a Simulasi kondisi termal pada lantai 6	81
Gambar 4.27b Simulasi kondisi termal pada lantai 6	82
Gambar 4.28a Grafik kondisi termal gedung dengan input data luas bukaan ventilasi eksisting	85
Gambar 4.28b Grafik kondisi termal gedung dengan input data luas bukaan ventilasi eksisting	85
Gambar 4.28c Grafik superposisi grafik a dan b	86

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Efek kecepatan angin pada manusia	11
Tabel 2.2 Standart kebutuhan udara.....	11
Tabel 2.3 Kategori pola pergerakan udara	12
Tabel 2.4 Studi Terdahulu.....	23
Tabel 4.1 Kecepatan angin (km/jam) tiap bulan	36
Tabel 4.2 Temperatur udara (°C) tiap bulan.....	36
Tabel 4.3 Lembap nisbi (°C) tiap bulan	37
Tabel 4.4 Perbandingan luas bukaan eksisting dengan standar minimum SNI	41
Tabel 4.5 Data ruang dan elemen penghawaan alami pada Gedung F FEB UB	44
Tabel 4.6 Pengukuran diluar gedung hari pertama tanggal	
3 November 2014 (Cuaca cerah).....	48
Tabel 4.7 Pengukuran diluar gedung hari kedua tanggal	
5 November 2014 (cuaca cerah).....	48
Tabel 4.8 Pengukuran diluar gedung hari ketiga tanggal	
10 November 2014 (cuaca mendung / hujan).....	48
Tabel 4.9 Perbandingan luas total ventilasi dan luas bukaan ventilasi eksisting lantai	
2 dengan luas bukaan ventilasi standar minimum SNI 03-6572-2001	50
Tabel 4.10 Perbandingan luas total ventilasi dan luas bukaan ventilasi eksisting lantai	
3 dengan luas bukaan ventilasi standar minimum SNI 03-6572-2001	53
Tabel 4.11 Perbandingan luas total ventilasi dan luas bukaan ventilasi eksisting lantai	
4 dengan luas bukaan ventilasi standar minimum SNI 03-6572-2001	56
Tabel 4.12 Perbandingan luas total ventilasi dan luas bukaan ventilasi eksisting lantai	
5 dengan luas bukaan ventilasi standar minimum SNI 03-6572-2001	59
Tabel 4.13 Perbandingan luas total ventilasi dan luas bukaan ventilasi eksisting lantai	
6 dengan luas bukaan ventilasi standar minimum SNI 03-6572-2001	62
Tabel 4.14 Hasil simulasi software <i>Vasari</i> pada lantai 2 s/d 6 dengan input data luas bukaan ventilasi eksisting	64



Tabel 4.15 Hasil simulasi software <i>Ecotect</i> pada lantai 2 s/d 6 dengan input data luas bukaan ventilasi eksisting	64
Tabel 4.16a Perubahan desain tipe bukaan ventilasi / jendela.....	66
Tabel 4.16b Rekomendasi penambahan luas bukaan ventilasi / jendela	67
Tabel 4.17 Rekomendasi desain tipe bukaan dinding sirkulasi udara dalam gedung.	68
Tabel 4.18a Hasil simulasi software <i>Vasari</i> pada lantai 2 s/d 6 dengan input data luas bukaan ventilasi rekomendasi.....	83
Tabel 4.18b Hasil simulasi software <i>Ecotect</i> pada lantai 2 s/d 6 dengan input data luas bukaan ventilasi rekomendasi.....	83
Tabel 4.19a Perhitungan penggunaan AC dengan ventilasi tertutup dalam satu tahun	88
Tabel 4.19b Perhitungan penggunaan AC dikombinasi dengan pemanfaatan penghawaan alami selama satu tahun.....	89



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 SNI 03-6572-2001	95
Lampiran 2 Tabel Pengukuran kecepatan angin, temperatur dan kelembaban.....	97
Lampiran 3 Gambar Gedung F FEB UB eksisting dan sesudah rekomendasi	120

