

TESIS

**PENATAAN VENTILASI ALAMIAH
DI PERMUKIMAN PADAT KAMPUNG SAYIDAN
YOGYAKARTA**



TIKA ARSVITANANTO WIJAYA PANGARSO

NIM : 07/007/PS/MTA

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ARSITEKTUR

PROGRAM PASCA SARJANA

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA



2012



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ARSITEKTUR

PENGESAHAN TESIS

Nama : TIKA ARSVITANANTO WIJAYA PANGARSO
Nomor Mahasiswa : 07/007/PS/MTA
Konsentrasi : Arsitektur Digital
Judul Tesis : Penataan Ventilasi Alamiyah Di Permukiman Padat
Kampung Sayidan Yogyakarta



Nama Pembimbing	Tanggal	Tanda tangan
Ir. Henry Feriadi, M.Sc., Ph.D.	30/4/2012	
Ir. A. Djoko Istiadji, M.Sc.	22/05/2012	



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ARSITEKTUR

PENGESAHAN TESIS

Nama : TIKA ARSVITANANTO WIJAYA PANGARSO
Nomor Mahasiswa : 07/007/PS/MTA
Konsentrasi : Arsitektur Digital
Judul Tesis : Penataan Ventilasi Alamiyah Di Permukiman Padat
Kampung Sayidan Yogyakarta

Nama Penguji	Tanggal	Tanda tangan
Ir. Henry Feriadi, M.Sc., Ph.D.	30/4/2012	
Ir. A. Djoko Istiadji, M.Sc.	22/05/2012	
Ir. Lucia Asdra R., M.Phil., Ph.D.		

INTISARI

Permukiman di bantaran Sungai Code muncul dan berkembang secara spontan menjadi kampung-kampung dalam kota di Yogyakarta. Sayidan adalah salah satunya. Pada saat ini, kampung Sayidan telah menjadi permukiman padat dengan rumah-rumah yang saling berhimpitan. Kepadatan tersebut diduga menjadi penyebab terjadinya gangguan pada kinerja sistem ventilasi alamiah yang memanfaatkan *prevailing winds*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kondisi fisik eksisting permukiman Sayidan terhadap kinerja sistem ventilasi alamiah. Analisis tersebut meliputi persepsi kenyamanan termal yang dirasakan penghuni, tindakan adaptif yang dilakukan penghuni, pergerakan angin pada skala makro (kawasan) dan skala mikro (bangunan).

Berdasarkan analisis eksisting, penataan juga dilakukan pada skala makro maupun mikro. Seluruh analisis pergerakan angin dilakukan dengan menggunakan metode simulasi CFD (*Computational Fluid Dynamics*) dan difokuskan pada dua aspek yaitu kecepatan angin dan ACH (*Air Change Rate*). Hasil yang diharapkan dalam penelitian ini ialah peningkatan kualitas kinerja sistem ventilasi alamiah di permukiman padat Sayidan.

Kata kunci: Ventilasi alamiah, permukiman padat

ABSTRACT

The settlements on the Code River banks appeared and developed spontaneously into kampongs of the city of Yogyakarta. Kampong Sayidan is one of them. At this time, the kampong Sayidan has become a dense settlements as we can see the houses were built tightly. The density of the settlement was thought to interfere the natural ventilation systems performance that take advantage of prevailing winds. This study analyzed the influence of physical conditions on the performance of existing natural ventilation system. The analysis includes the occupant's thermal comfort perception, adaptive actions, the movement of the wind on a macro scale (regional) and micro-scale (building). Based on the existing analyzes, the arrangement was conducted at the macro and micro scale also. The wind movement analysis was conducted by using the CFD simulation (Computational Fluid Dynamics) and focused on two aspects, namely wind speed and the ACH (Air Change Rate). Some improvements which are expected in this study hopefully could increase the quality of the natural ventilation system performance in the dense settlements of Sayidan.

Key words: natural ventilation, dense settlements

Puji syukur kepada Bapa yang tetap mendampingiku selama proses penyusunan tesis ini dalam kelancaran maupun kesulitan.

Tesis ini aku persembahkan untuk orang tuaku tercinta Pak Joko dan Bu Siti, istriku Githa yang istimewa, seluruh anggota keluarga Jogokariyan, keluarga Sindu, keluarga Rejowinangun, dan keluarga Mantrijeron yang terus menyemangati dan mendoakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, saya ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu saya dalam menyelesaikan tesis ini :

Bp. Ir.Henry Feriadi, M.Sc.,Ph.D. dan Bp. Ir. A.Djoko Istiadji, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang sangat sabar dalam mendampingi, menerima saya dalam asistensi di setiap tempat dan waktu, selama penyusunan tesis ini.

Bp.Dr.Ir.Amos Setiadi, MT, selaku Kepala Magister Digital Arsitektur atas segala dukungan dan perhatiannya.

Bp.Satmoko, Bp.Hardi, Bp. Muryono, dan seluruh warga Sayidan yang telah menerima dan membantu saya dengan sepenuh hati.

Bp. Ir. Eko Prawoto, M.Arch., atas waktu, apresiasi, dan kesediaannya memberikan arahan dalam memilih isu/permasalahan yang penting untuk diangkat.

Staff administrasi pasca sarjana yang telah banyak membantu selama ini. Khusus kepada Bp.Santosa, yang sering menjadi penyelamat ketika komputer saya bermasalah.

Teman-teman Magister Digital Arsitektur, atas kebersamaan, masukan, dan motivasi yang diberikan kepada saya.

Teman-teman arsitektur UAJY angkatan 2001, atas dukungan kalian.

DAFTAR ISI

PENGESAHAN TESIS	ii
PENGESAHAN TESIS	iii
INTISARI	iv
ABSTRACT.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR GRAFIK	xvi
DAFTAR RUMUS	xvii
1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Permasalahan	6
1.3. Ruang Lingkup Penelitian	7
1.3.1. Fokus	6
1.3.2. Lokus	7
1.3.3. Arah angin	8
1.4. Keaslian Penelitian	9
1.5. Manfaat Penelitian	9
1.6. Tujuan dan Sasaran Penelitian	10
1.7. Sistematika Penulisan	11
2. KAJIAN PUSTAKA	
2.1. Pendahuluan	13
2.2. Ventilasi Alamiyah	13
2.3. Mekanisme Terjadinya Ventilasi Alamiyah	13
2.4. Pergantian Udara Per-jam (ACH)	14
2.5. Pengaruh Ventilasi pada Kesehatan	16
2.6. Pengaruh Kecepatan Angin pada Kenyamanan Termal	17

2.7.	Perilaku Adaptif	18
2.8.	Prinsip Pergerakan Udara	18
2.9.	Ruang Terbuka	20
2.10.	Lubang Ventilasi	21
2.11.	Penelitian Lain Tentang Ventilasi Alamiah	25
3.	METODOLOGI PENELITIAN	
3.1.	Pendahuluan	31
3.2.	Tahapan Penelitian	31
3.3.	Data dan Metode Pengumpulannya	33
3.3.1.	Data subyektif	33
3.3.2.	Data obyektif	34
3.3.3.	Data fisik	36
3.3.4.	Data meteorologi	36
3.4.	Pemodelan	37
3.5.	Alat Penelitian	41
3.6.	Metode Analisis	50
3.6.1.	Analisis data subyektif	50
3.6.2.	Analisis data obyektif	51
3.6.3.	Analisis pergerakan angin dan pertukaran udara per-jam (ACH)	51
4.	TINJAUAN LOKASI	
4.1.	Pendahuluan	54
4.2.	Kondisi Kota Yogyakarta	54
4.2.1.	Letak geografis	54
4.2.2.	Luas wilayah	55
4.2.3.	Topografi	55
4.2.4.	Data angin	56
4.2.5.	Data suhu dan kelembaban udara	57
4.3.	Tinjauan Obyek Penelitian	57
4.3.1.	Lokasi penelitian	57
4.3.2.	Luas area penelitian	58

4.3.3. Topografi	58
4.3.4. Tata guna lahan	60
4.3.5. Lingkungan sekitar area penelitian	63
4.3.6. Konversi data angin	64
4.3.7. Ventilasi bangunan	64
4.3.8. Aspek ekonomi dan sosial	65
5. ANALISIS	
5.1. Pendahuluan	67
5.2. Analisis Data Obyektif	67
5.3. Analisis Data Subyektif	70
5.4. Kesimpulan Kuisisioner	75
5.5. Analisis Makro Eksisting	76
5.6. Analisis Mikro Eksisting	81
5.7. Konsep Desain Skenario Skala Makro	87
5.8. Analisis Makro Skenario 1 dan 2	96
5.9. Konsep Desain Skenario Skala Mikro	105
5.10. Analisis Mikro Skenario 1 dan 2	108
5.11. Analisis Performa Desain Skenario Terhadap Eksisting Secara Keseluruhan	116
6. KESIMPULAN	
6.1. Pendahuluan	121
6.2. Kesimpulan Terhadap Hipotesis	121
6.3. Kesimpulan Analisis Skenario Terhadap Eksisting	122
6.4. Kesimpulan Tambahan	123
6.5. Rekomendasi Umum	124
6.6. Saran Bagi Penelitian Selanjutnya	127

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Standart kebutuhan udara untuk tujuan berbeda	15
Tabel 2.2.	Klasifikasi kecepatan angin	17
Tabel 2.3.	Efek kecepatan angin pada manusia	17
Tabel 2.4.	Kategori pola pergerakan	18
Tabel 2.5.	Faktor yang mempengaruhi pergerakan atau aliran udara	19
Tabel 3.1.	Parameter CFD pada tiap tahap simulasi	53
Tabel 4.1.	Fungsi dasar bangunan di area penelitian	60
Tabel 5.1.	Temperatur dan kelembaban relatif di dalam rumah	67
Tabel 5.2.	Kecepatan angin di pagi hari	68
Tabel 5.3.	Kecepatan angin di siang hari	69
Tabel 5.4.	Kecepatan angin di malam hari	69
Tabel 5.5.	Hasil simulasi CFD skala makro eksisting	78
Tabel 5.6.	Kecepatan angin di 18 titik <i>probe</i> pada skala makro eksisting	80
Tabel 5.7.	Kecepatan angin pada rumah 1 eksisting	83
Tabel 5.8.	ACH pada ruang E rumah 1 eksisting	84
Tabel 5.9.	Kecepatan angin pada rumah 2 eksisting	85
Tabel 5.10.	ACH pada ruang B rumah 2 eksisting	86
Tabel 5.11.	Analisis pola angin dan spasial pada skala makro eksisting	87
Tabel 5.12.	Analisis pola dan kecepatan angin pada level 5 meter skala makro eksisting	91
Tabel 5.13.	Massa bangunan dalam blok yang dipilih pada skenario 1 dan 2	94
Tabel 5.14.	Hasil simulasi CFD skala makro skenario 1	99
Tabel 5.15.	Hasil simulasi CFD skala makro skenario 2	100

Tabel 5.16. Perbandingan kecepatan angin di 18 <i>probe</i> pada kasus eksisting, skenario 1 dan 2	101
Tabel 5.17. Komparasi nilai rata-rata dan peningkatan kecepatan angin di tepi dan tengah area penelitian pada kasus eksisting, skenario 1 dan skenario 2	102
Tabel 5.18. Komparasi nilai rata-rata dan peningkatan kecepatan angin pada kasus eksisting, skenario 1, dan skenario 2	102
Tabel 5.19. Komparasi nilai rata-rata kecepatan angin pada ruang terbuka baru pada skenario 1 dan 2	104
Tabel 5.20. Tabel analisis kecepatan angin pada kasus rumah 1	111
Tabel 5.21. ACH pada ruang E rumah 1 skenario 1	112
Tabel 5.22. ACH pada ruang E rumah 1 skenario 2.....	112
Tabel 5.23. Tabel analisis kecepatan angin pada kasus rumah 2	114
Tabel 5.24. ACH pada rumah 2 skenario 1 (ruang D)	115
Tabel 5.25. ACH pada rumah 2 skenario 1 (ruang D)	115
Tabel 5.26. Komparasi peningkatan nilai kecepatan angin dan ACH skenario terhadap eksisting	116

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Kampung Sayidan dan Sungai Code	1
Gambar 1.2. Letak kawasan permukiman padat Sayidan	2
Gambar 1.3. Pergerakan angin pada topografi yang menyerupai saluran	4
Gambar 1.4. Lokus penelitian	8
Gambar 2.1. Perubahan pola pergerakan udara.....	19
Gambar 2.2. Posisi <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> berpengaruh terhadap arah angin didalam ruangan/bangunan	22
Gambar 2.3. Atap monitor	22
Gambar 2.4. Perbedaan dimensi <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> mempengaruhi kecepatan angin pada bangunan	23
Gambar 2.5. Tipe jendela dan prosentase angin megalir melaluinya	24
Gambar 2.6. Fitur sayap horizontal di atas bukaan	25
Gambar 2.7. Jalur angin	26
Gambar 2.8. Pengaturan ketinggian bangunan	27
Gambar 2.9. Area non bangunan	27
Gambar 2.10. Menghubungkan antar ruang terbuka	28
Gambar 2.11. Perbedaan pola aliran angin pada ruangan dengan dan tanpa <i>wind scoop</i> pada <i>inlet</i>	29
Gambar 2.12. Simulasi flat 4 dengan pintu internal tertutup dan terbuka.....	30
Gambar 3.1. Skema tahap penelitian	32
Gambar 3.2. Rumah di tepi area permukiman yang dipilih dalam pembagian kuisisioner	33

Gambar 3.3. Rumah di tengah area permukiman yang dipilih dalam pembagian kuisioner	33
Gambar 3.4. Rumah yang dipilih untuk dipasang HOBO	35
Gambar 3.5. Model skala makro eksisting	37
Gambar 3.6. Model simulasi skala makro eksisting	37
Gambar 3.7. Bentuk rumah 1 eksisting	38
Gambar 3.8. Bentuk rumah 2 eksisting.....	38
Gambar 3.9. Model simulasi rumah 1 eksisting	38
Gambar 3.10. Model simulasi rumah 2 eksisting	38
Gambar 3.11. Model skala makro skenario 1	38
Gambar 3.12. Model simulasi skala makro skenario 1.....	39
Gambar 3.13. Model skala makro skenario 2	39
Gambar 3.14. Model simulasi skala makro skenario 2	40
Gambar 3.15. Bentuk rumah 1 pada skenario 1	40
Gambar 3.16. Bentuk rumah 1 pada skenario 2	41
Gambar 3.17. Bentuk rumah 2 pada skenario 1 & 2	41
Gambar 3.18. Anemometer	42
Gambar 3.19. Environment Meter	43
Gambar 3.20. HOBO Onset Data Logger	44
Gambar 3.21. Bosch DLE40	45
Gambar 3.22. Essen Length Meter	45
Gambar 4.1. Peta Daerah Istimewa Yogyakarta	55
Gambar 4.2. Frekuensi arah angin di Yogyakarta	56
Gambar 4.3. Bangunan di area penelitian dan lingkungannya	57
Gambar 4.4. Lahan, bangunan, dan ruang terbuka area penelitian	58
Gambar 4.5. Topografi obyek penelitian	59
Gambar 4.6. Kelompok bangunan pada level tanah yang berbeda	60

Gambar 4.7. Bangunan berlantai satu dan dua, dan Fungsi bangunan.....	61
Gambar 4.8. Kegiatan di ruang terbuka.....	62
Gambar 4.9. Area penelitian dan lingkungan sekitarnya	63
Gambar 4.10. Bukaan pada bangunan rumah.....	65
Gambar 5.1. Visualisasi kondisi skala makro eksisting	76
Gambar 5.2. Posisi bidang analisis	77
Gambar 5.3. Skala kecepatan angin	77
Gambar 5.4. Lokasi <i>probe</i> skala makro	79
Gambar 5.5. Dua rumah yang dipilih pada analisis mikro	81
Gambar 5.6. Model eksisting rumah 1	81
Gambar 5.7. Model eksisting rumah 2	81
Gambar 5.8. Vektor angin disekitar rumah 1 eksisting	82
Gambar 5.9. Vektor angin disekitar rumah 2 eksisting	82
Gambar 5.10. Hasil simulasi CFD pada rumah 1 eksisting	83
Gambar 5.11. Letak <i>probe</i> pada rumah 1 eksisting	83
Gambar 5.12. <i>Inlet</i> ruang E pada rumah 1 eksisting	84
Gambar 5.13. Hasil simulasiCFD pada rumah 2 eksisting	85
Gambar 5.14. Letak <i>probe</i> pada rumah 2 eksisting	85
Gambar 5.15. <i>Inlet</i> ruang D pada rumah 2 eksisting	86
Gambar 5.16. Skala kecepatan angin	96
Gambar 5.17. Visualisasi desain skala makro skenario 1 (perspektif 1)	97
Gambar 5.18. Visualisasi desain skala makro skenario 1 (perspektif 2)	97
Gambar 5.19. Visualisasi desain skala makro skenario 2 (perspektif 1)	98
Gambar 5.20. Visualisasi desain skala makro skenario 2 (perspektif 2)	98
Gambar 5.21. Lokasi titik pengukuran kecepatan angin di ruang terbuka baru pada skenario 1 dan 2	103

Gambar 5.22. Lokasi rumah terpilih pada analisis skala mikro	105
Gambar 5.23. Perubahan desain <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> rumah 1	106
Gambar 5.24. Perubahan desain sekat rumah 1	106
Gambar 5.25. Perubahan desain <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> rumah 2	107
Gambar 5.26. Perubahan desain sekat rumah 2	107
Gambar 5.27. Vektor angin disekitar rumah 1 pada skenario 1	108
Gambar 5.28. Vektor angin disekitar rumah 1 pada skenario 2	108
Gambar 5.29. Vektor angin disekitar rumah 2 pada skenario 1	109
Gambar 5.30. Vektor angin disekitar rumah 2 pada skenario 2	109
Gambar 5.31. Hasil simulasi CFD rumah 1 skenario 1	110
Gambar 5.32. Hasil simulasi CFD rumah 1 skenario 2	110
Gambar 5.33. Letak <i>probe</i> pada rumah 1 skenario 1 dan 2	110
Gambar 5.34. <i>Inlet</i> ruang E pada rumah 1 skenario 1	112
Gambar 5.35. <i>Inlet</i> ruang E pada rumah 1 skenario 2	112
Gambar 5.36. Hasil simulasi CFD rumah 2 pada skenario 1	113
Gambar 5.37. Hasil simulasi CFD rumah 2 skenario 2	113
Gambar 5.38. Letak <i>probe</i> pada rumah 2 skenario 1 dan 2	113
Gambar 5.39. <i>Inlet</i> ruang D pada rumah 2 skenario 1	115
Gambar 5.40. <i>Inlet</i> ruang B pada rumah 2 skenario 2	115
Gambar 6.1. Memperlebar ujung gang permukiman padat	124
Gambar 6.2. Meningkatkan permeabilitas	125
Gambar 6.3. Menghubungkan antar ruang terbuka	125
Gambar 6.4. Menciptakan variasi ketinggian bangunan	126
Gambar 6.5. Pengaturan bukaan	126

DAFTAR GRAFIK

Grafik 5.1. Persepsi tentang apa yang dirasakan	70
Grafik 5.2. Persepsi tentang kondisi lingkungan yang diinginkan	71
Grafik 5.3. Persepsi tentang kesegaran udara	72
Grafik 5.4. Persepsi tentang kelembaban udara	72
Grafik 5.5. Persepsi tentang aliran udara	73
Grafik 5.6. Persepsi tentang kenyamanan	74
Grafik 5.7. Perilaku adaptif yang selalu dilakukan	75

DAFTAR RUMUS

(1) Pertukaran udara per-jam (ACH)	16
(2) Tingkat penghawaan alami (Q)	16
(3) Konversi data angin	64

