

**OPTIMALISASI PENGHAWAAN ALAMI PADA RUANG KELAS DI  
SMA NEGERI 4 MALANG**

**SKRIPSI  
TEKNIK ARSITEKTUR**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**MAHIZAR MANDIKA MUHAMMAD  
NIM. 105060500111003**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2016**





*Teruntuk Allah SWT, orang tua, kakak, keluarga, kerabat, keluarga Arsitektur 2010, dan bangsa Planet Namec...*





**OPTIMALISASI PENGHAWAAN ALAMI PADA RUANG KELAS DI  
SMA NEGERI 4 MALANG**

**SKRIPSI  
TEKNIK ARSITEKTUR**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**MAHIZAR MANDIKA MUHAMMAD  
NIM. 105060500111003**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2016**

**SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mahizar Mandika Muhammad

NIM : 105060500111003

Mahasiswa Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Judul Skripsi : Optimalisasi Penghawaan Alami pada Ruang Kelas di SMA Negeri 4 Malang

Dosen Pembimbing : 1. Heru Sufianto, M. Arch, St, Ph. D.  
2. Beta Suryokusumo S., ST., MT.

Menyatakan dengan sebenar – benarnya, bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam hasil karya Skripsi saya, baik berupa naskah ataupun gambar, tidak terdapat unsur – unsur penjiplakan karya Skripsi yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademi di suatu Perguruan Tinggi. Serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur – unsur penjiplakan, saya bersedia Skripsi dan gelar sarjana teknik yang telah diperoleh dibatalkan, serta diproses sesuai peraturan perundang – undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70)

Malang, 19 Februari 2016  
Yang membuat pernyataan

Mahizar Mandika Muhammad  
NIM. 105060500111003

Tembusan :

1. Kepala Laboratorium Tugas Akhir Jurusan Arsitektur FTUB
2. Kedua Dosen Dosen Pembimbing skripsi yang bersangkutan
3. Dosen Penasehat Akademik yang bersangkutan

## PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik. Tujuan penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi tugas akhir dan melengkapi salah satu syarat kelulusan serta perolehan gelar Strata Satu pada Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, bimbingan, dan petunjuk dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada:

1. Bapak Agung Murti Nugroho, ST., MT., Ph. D. selaku Ketua Jurusan Arsitektur Universitas Brawijaya yang telah memberikan izin kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Ir. Heru Sufianto, M. Arch, St, Ph. D. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan yang mendukung kesempurnaan penulisan.
3. Bapak Beta Suryokusumo Sudarmo, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan untuk kesempurnaan penulisan.
4. Bapak Agung Murti Nugroho, ST., MT., Ph. D. dan Bapak Iwan Wibisono, ST., MT. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan skripsi ini.
5. Orang tua, keluarga, dan semua pihak yang banyak membantu, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Walaupun demikian, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca sekaligus dapat menjadi bahan acuan untuk perancangan ataupun penelitian lebih lanjut.

Malang, Februari 2016

Penulis



**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERUNTUKAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>v</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.1.1 Penghawaan Alami Bangunan .....	2
1.1.2 Kondisi Ruang Kelas di SMA Negeri 4 Malang.....	2
1.1.3 Ruang Kelas dengan Penghawaan Alami.....	3
1.2 Identifikasi Masalah .....	4
1.3 Rumusan Masalah .....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Tujuan.....	5
1.6 Manfaat.....	5
1.7 Kerangka Pemikiran.....	6
<b>BAB II TINJAUAN TEORI.....</b>	<b>7</b>
2.1 Definisi Operasional Judul.....	7
2.2 Tinjauan Pergerakan Udara.....	7
2.2.1 Sifat-sifat Dasar Angin.....	7
2.2.2 Prinsip Pergerakan Angin.....	8
2.2.2 Standar Kecepatan Angin.....	10
2.2.3 Perilaku Angin Terhadap Massa Padat .....	12
2.3 Tinjauan Ruang Kelas pada SMA.....	15
2.3.1 Lahan dan Bangunan.....	16



2.3.2	Ruang Kelas.....	17
2.3.3	Jendela dan Ventilasi Ruang Kelas .....	18
2.4	Tinjauan Ventilasi Alami Ruangan .....	18
2.4.1	Sistem Bukaannya .....	19
2.4.2	Bukaan / Jendela.....	24
2.4.3	Perancangan Ventilasi Alami .....	29
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>		<b>30</b>
3.1	Pengumpulan Data.....	30
3.1.1	Tinjauan Lapangan .....	30
3.1.2	Wawancara .....	31
3.1.3	Pengukuran .....	31
3.1.4	Data Sekunder .....	33
3.2	Analisis Data .....	33
3.2.1	Batasan Model Simulasi .....	33
3.2.2	Analisis Skala Kawasan .....	35
3.2.3	Modeling.....	35
3.2.4	Simulasi .....	35
3.3	Sintesis Data dan Rekomendasi.....	37
3.4	Diagram Alur Penelitian.....	39
<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>		<b>40</b>
4.1	Tinjauan Umum Kota Malang.....	40
4.1.1	Data Iklim Kota Malang.....	40
4.1.2	Tinjauan Khusus SMA Negeri 4 Malang .....	42
4.1.3	Eksisting Lingkungan SMA Negeri 4 Malang .....	43
4.2	Analisis Kondisi Eksisting SMA Negeri 4 Malang.....	44
4.2.1	Pola Pergerakan Angin .....	51
4.2.2	Kondisi per-Lantai Sekolah.....	51
4.2.3	Vegetasi .....	53
4.2.4	Pencahayaan Bangunan .....	54
4.2.5	Kebisingan Lingkungan.....	55
4.3	Analisis Kondisi Eksisting Objek Kajian (Ruang Kelas) .....	55
4.3.1	Ruang Kelas Tipe 1 .....	59
4.3.2	Ruang Kelas Tipe 2 .....	63



4.3.3	Ruang Kelas Tipe 3 .....	66
4.3.4	Ruang Kelas Tipe 4 .....	69
4.3.5	Ruang Kelas Tipe 5 .....	73
4.3.6	Ruang Kelas Tipe 6 .....	76
4.3.7	Ruang Kelas Tipe 7 .....	79
4.3.8	Ruang Kelas Tipe 8 .....	82
4.3.9	Ruang Kelas Tipe 9 .....	86
4.3.10	Ruang Kelas Tipe 10 .....	90
4.3.11	Ruang Kelas Tipe 11 .....	92
4.3.12	Ruang Kelas Tipe 12 .....	95
4.3.13	Ruang Kelas Tipe 13 .....	98
4.4	Summary .....	102
<b>BAB V PENUTUP</b> .....		103
5.1	Kesimpulan.....	103
5.2	Saran.....	103
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		104
<b>LAMPIRAN</b> .....		105



**DAFTAR TABEL**

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Kategori Pola Pergerakan Angin	9
Tabel 2.2	Faktor – factor yang mempengaruhi pergerakan aliran angin	10
Tabel 2.3	Klasifikasi Angin berdasarkan kecepatannya	11
Tabel 2.4	Efek kecepatan angin pada manusia	12
Tabel 2.5	Standar kecepatan udara di dalam ruangan	12
Tabel 2.6	Prinsip utama pergerakan angin	13
Tabel 2.7	Pengaruh massa banyak terhadap pola pergerakan angin	15
Tabel 2.8	Rasio Luas minimum lahan terhadap siswa	16
Tabel 2.9	Rasio minimum luas lantai terhadap siswa	17
Tabel 2.10	Karakteristik simple window opening	25
Tabel 2.11	Karakteristik simple vane opening	26
Tabel 2.12	Karakteristik horizontal vane opening	27
Tabel 4.1	Temperatur udara selama satu tahun	41
Tabel 4.2	Lembab nisbi (%) selama satu tahun	41
Tabel 4.3	Perbandingan luas, luas bukaan eksisting, dan SNI	56
Tabel 4.4	Rekap Hasil Rekomendasi bukaan	102

## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Grafik hubungan ketinggian dengan kecepatan angin	8
Gambar 2.2	Pola perubahan kategori pergerakan angin	9
Gambar 2.3	Pembelokan Gerakan Angin	13
Gambar 2.4	Prinsip kerja sistem ventilasi stack effect	19
Gambar 2.5	Efek Bernoulli	19
Gambar 2.6	Efek tabung Venturi	20
Gambar 2.7	Aplikasi pada bangunan, stack effect. Dan efek Bernoulli – tabung Venturi	20
Gambar 2.8	Ventilasi satu sisi : satu bukaan dan dua bukaan	21
Gambar 2.9	Bukaan inlet dan outlet	21
Gambar 2.10	Inlet dan outlet berhadapan	22
Gambar 2.11	Inlet dan outlet bersilangan pada sisi berhadapan	22
Gambar 2.12	Inlet dan outlet berdekatan pada sisi bersebelahan	23
Gambar 2.13	Inlet dan outlet berjauhan pada sisi bersebelahan	23
Gambar 2.14	Efek posisi inlet lebih rendah, posisi inlet lebih tinggi	24
Gambar 3.1	Simplifikasi modeling secara horizontal	35
Gambar 3.2	Simplifikasi modeling secara vertical	35
Gambar 4.1	Eksisting lingkungan SMA Negeri 4 Malang	43
Gambar 4.2	Titik – titik pengukuran suhu, kelembaban, dan kecepatan udara pada lantai 1	44
Gambar 4.3	Grafik suhu pada titik – titik pengukuran lantai 1	45
Gambar 4.4	Grafik kelembaban udara pada titik – titik pengukuran lantai 1	45
Gambar 4.5	Grafik kecepatan angin pada titik – titik pengukuran lantai 1	46
Gambar 4.6	Titik – titik pengukuran suhu, kelembaban, dan kecepatan udara pada lantai 2	47
Gambar 4.7	Grafik suhu pada titik – titik pengukuran lantai 2	47
Gambar 4.8	Grafik kelembaban udara pada titik – titik pengukuran lantai 2	48
Gambar 4.9	Grafik kecepatan angin pada titik – titik pengukuran lantai 2	48
Gambar 4.10	Titik – titik pengukuran suhu, kelembaban, dan kecepatan udara pada lantai 3	49



Gambar 4.11	Grafik suhu pada titik – titik pengukuran lantai 3	49
Gambar 4.12	Grafik kelembaban udara pada titik – titik pengukuran lantai 3	50
Gambar 4.13	Grafik kecepatan angin pada titik – titik pengukuran lantai 3	50
Gambar 4.14	Pola pergerakan angin pada gedung sekolah	51
Gambar 4.15	Perspektif lantai 1 gedung SMA Negeri 4 Malang	52
Gambar 4.16	Perspektif lantai 2 gedung SMA Negeri 4 Malang	52
Gambar 4.17	Perspektif lantai 3 gedung SMA Negeri 4 Malang	53
Gambar 4.18	Foto vegetasi pepohonan dengan tajuk besar	53
Gambar 4.19	Foto vegetasi perdu	54
Gambar 4.20	Pencahayaan buatan ruangan	54
Gambar 4.21	Sumber kebisingan lingkungan	55
Gambar 4.22	Kondisi ruang kelas tipe 1	60
Gambar 4.23	Posisi kedudukan ruang tipe 1 terhadap arah angin datang	60
Gambar 4.24	Jenis –jenis bukaan yang digunakan pada ruang kelas tipe 1	61
Gambar 4.25	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 1 eksisting	62
Gambar 4.26	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 1 rekomendasi	62
Gambar 4.27	Kondisi ruang kelas tipe 2	63
Gambar 4.28	Posisi kedudukan ruang tipe 2 terhadap arah angin datang	64
Gambar 4.29	Jenis –jenis bukaan yang digunakan pada ruang kelas tipe 2	64
Gambar 4.30	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 2 eksisting	65
Gambar 4.31	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 2 rekomendasi	66
Gambar 4.32	Kondisi ruang kelas tipe 3	67
Gambar 4.33	Posisi kedudukan ruang tipe 3 terhadap arah angin datang	67
Gambar 4.34	Jenis –jenis bukaan yang digunakan pada ruang kelas tipe 3	68
Gambar 4.35	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 3 eksisting	68
Gambar 4.36	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 3 rekomendasi	69
Gambar 4.37	Kondisi ruang kelas tipe 4	70
Gambar 4.38	Posisi kedudukan ruang tipe 4 terhadap arah angin datang	70
Gambar 4.39	Jenis –jenis bukaan yang digunakan pada ruang kelas tipe 4	71
Gambar 4.40	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 4 eksisting	72
Gambar 4.41	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 4 rekomendasi	72
Gambar 4.42	Kondisi ruang kelas tipe 5	73
Gambar 4.43	Posisi kedudukan ruang tipe 5 terhadap arah angin datang	74

Gambar 4.44	Jenis –jenis bukaan yang digunakan pada ruang kelas tipe 5	74
Gambar 4.45	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 5 eksisting	75
Gambar 4.46	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 5 rekomendasi	76
Gambar 4.47	Kondisi ruang kelas tipe 6	76
Gambar 4.48	Posisi kedudukan ruang tipe 6 terhadap arah angin datang	77
Gambar 4.49	Jenis –jenis bukaan yang digunakan pada ruang kelas tipe 6	78
Gambar 4.50	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 6 eksisting	78
Gambar 4.51	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 6 rekomendasi	79
Gambar 4.52	Kondisi ruang kelas tipe 7	79
Gambar 4.53	Posisi kedudukan ruang tipe 7 terhadap arah angin datang	80
Gambar 4.54	Jenis –jenis bukaan yang digunakan pada ruang kelas tipe 7	81
Gambar 4.55	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 7 eksisting	81
Gambar 4.56	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 7 rekomendasi	82
Gambar 4.57	Kondisi ruang kelas tipe 8	83
Gambar 4.58	Posisi kedudukan ruang tipe 8 terhadap arah angin datang	83
Gambar 4.59	Jenis –jenis bukaan yang digunakan pada ruang kelas tipe 8	84
Gambar 4.60	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 8 eksisting	85
Gambar 4.61	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 8 rekomendasi	85
Gambar 4.62	Kondisi ruang kelas tipe 9	86
Gambar 4.63	Posisi kedudukan ruang tipe 9 terhadap arah angin datang	87
Gambar 4.64	Jenis –jenis bukaan yang digunakan pada ruang kelas tipe 9	87
Gambar 4.65	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 9 eksisting	88
Gambar 4.66	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 9 rekomendasi	89
Gambar 4.67	Kondisi ruang kelas tipe 10	89
Gambar 4.68	Posisi kedudukan ruang tipe 10 terhadap arah angin datang	90
Gambar 4.69	Jenis –jenis bukaan yang digunakan pada ruang kelas tipe 10	91
Gambar 4.70	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 10 eksisting	91
Gambar 4.71	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 10 rekomendasi	92
Gambar 4.72	Kondisi ruang kelas tipe 11	92
Gambar 4.73	Posisi kedudukan ruang tipe 11 terhadap arah angin datang	93
Gambar 4.74	Jenis –jenis bukaan yang digunakan pada ruang kelas tipe 11	94
Gambar 4.75	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 11 eksisting	94
Gambar 4.76	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 11 rekomendasi	95



Gambar 4.77	Kondisi ruang kelas tipe 12	96
Gambar 4.78	Posisi kedudukan ruang tipe 12 terhadap arah angin datang	96
Gambar 4.79	Jenis –jenis bukaan yang digunakan pada ruang kelas tipe 12	97
Gambar 4.80	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 12 eksisting	97
Gambar 4.81	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 12 rekomendasi	98
Gambar 4.82	Kondisi ruang kelas tipe 13	98
Gambar 4.83	Posisi kedudukan ruang tipe 13 terhadap arah angin datang	99
Gambar 4.84	Jenis –jenis bukaan yang digunakan pada ruang kelas tipe 13	100
Gambar 4.85	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 13 eksisting	100
Gambar 4.86	Simulasi pola angin terhadap ruangan tipe 13 rekomendasi	101

