

**KINERJA TERMAL SELUBUNG BANGUNAN PADA GEDUNG
KULIAH UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA SERPONG**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR
LABORATORIUM SAINS DAN TEKNOLOGI BANGUNAN**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**MUHAMMAD SYAMSUL BAHRI
NIM. 145060501111024**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

KINERJA TERMAL SELUBUNG BANGUNAN PADA GEDUNG KULIAH UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA SERPONG

SKRIPSI

PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR LABORATORIUM SAINS DAN TEKNOLOGI BANGUNAN

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



MUHAMMAD SYAMSUL BAHRI
NIM. 145060501111024

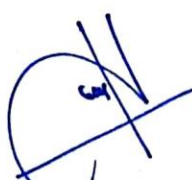
Proposal Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 9 Juli 2018

Mengotahui,
Ketua Program Studi Sarjana Arsitektur



Ir. Heru Sufianto, M.Arch.St., Ph.D.
NIP. 19650218 199002 1 001

Dosen Pembimbing


Agung Murti Nugroho, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19740915 200012 1001

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan 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 jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 9 Juli 2018

Mahasiswa,



Muhammad Syamsul Bahri
NIM. 145060501111024

TURNITIN



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA**



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 506/JUN10. F07.15/TU/2018

Sertifikat ini diberikan kepada :

MUHAMMAD SYAMSUL BAHRI

Dengan Judul Skripsi :

**KINERJA TERMAL SELUBUNG BANGUNAN PADA GEDUNG KULIAH UNIVERSITAS
MULTIMEDIA NUSANTARA SERPONG**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan
dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 10 Juli 2018



Dr. Eng. Herry Santosa, ST., MT
NIP. 19730525 200003 1 004

Ketua Program Studi S1 Arsitektur

Ir. Heru Sufianto, M.Arch, St., Ph.D
NIP. 19650218 199002 1 001

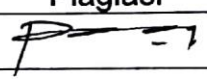


KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN ARSITEKTUR

Jl. Mayjend Haryono No. 167 MALANG 65145 Indonesia
Telp. : +62-341-567486 ; Fax : +62-341-567486
<http://arsitektur.ub.ac.id> E-mail : arsftub@ub.ac.id

**LEMBAR HASIL
DETEKSI PLAGIASI SKRIPSI**

Nama : Muhammad Syamsul Bahri
NIM : 145060501111024
Judul Skripsi : Kinerja Termal Selubung Bangunan pada Gedung Kuliah
Universitas Multimedia Nusantara Serpong
Dosen Pembimbing : Agung Murti Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.
Periode Skripsi : Semester Genap 2017-2018
Alamat Email : bahhhhr@gmail.com

Tanggal	Deteksi Plagiasi ke-	Plagiasi yang terdeteksi (%)	Ttd Petugas Plagiasi
10 Juli 2018	1	10%	
	2		
	3		

Malang, 10 Juli 2018

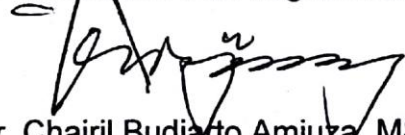
Mengetahui,

Dosen Pembimbing



Agung Murti Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19740915 200012 1 001

Kepala Laboratorium
Dokumentasi Dan Tugas Akhir



Ir. Chairil Budiarto Amiuza, MSA
NIP.19531231 198403 1 009

Keterangan:

1. Batas maksimal plagiasi yang terdeteksi adalah sebesar 20%
2. Hasil lembar deteksi plagiasi skripsi dilampirkan bagian belakang setelah surat Pernyataan Orisinalitas dan Sertifikat Bebas Plagiasi

*Teruntuk Bapak dan Bue, terimakasih telah
berjuang untuk membesarkanku dan menyayangiku
Teruntuk Bang Dhono, terimakasih telah
menjadi teman hidup untuk berjuang di dunia ini
Teruntuk sahabat dan teman-teman*

You rock guys, i do love you all.

RINGKASAN

Muhammad Syamsul Bahri, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2018, *Kinerja Termal Selubung Bangunan pada Gedung Kuliah Universitas Multimedia Nusantara (UMN) Serpong*, Dosen Pembimbing: Agung Murti Nugroho, ST., MT., Ph.D.

Pemanasan global yang terjadi saat ini berdampak pada peningkatan penggunaan energi bangunan. Penggunaan energi pada bangunan didominasi 35% untuk penghawaan buatan dan 20% untuk pencahayaan buatan. Salah satu bangunan di Indonesia yang menanggapi permasalahan penggunaan penghawaan buatan dalam kaitannya dengan pengurangan konsumsi energi tersebut yakni UMN. UMN memaksimalkan penggunaan penghawaan alami sebagai pengurangan penghawaan buatan dengan menggunakan *double skin facade* dan *breathing wall* pada selubung bangunannya. Namun pada pelaksanaannya terdapat permasalahan yakni seluruh ruang dalam masih menggunakan AC, hal ini berpengaruh terhadap penggunaan energi dan kurang maksimalnya penggunaan selubung bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja termal yang dibentuk oleh selubung bangunan UMN dan mengetahui rekomendasi desain yang tepat untuk mengoptimalkan kinerja termal selubung bangunan UMN. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif (analisis visual) dan kuantitatif (pengukuran data termal). Pengolahan hasil penelitian menggunakan metode eksperimental dengan analisis simulasi pada *Software Ecotect 2011*. Pengumpulan data dilakukan pada 7-9 Februari 2018 pada jam operasional yakni 07.00 – 17.00 WIB.

Hasil pengukuran lapangan pada penelitian ini menunjukkan bahwa gedung kuliah C UMN masih masuk ke dalam kategori panas menurut SNI-03-6572-2001 dan suhu nyaman Kota Tangerang. Suhu pada *double skin facade* mencapai rata-rata 30,07 °C, ruang kelas 31,45 °C dan koridor dalam 31,51° C. Sehingga perlu diketahui rekomendasi desain yang tepat dengan menggunakan model simulasi pada *Software Ecotect 2011*. Hasil rekomendasi desain ini menunjukkan bahwa suhu *double skin facade* turun menjadi 26,91 °C, ruang kelas 25,77 °C dan koridor dalam 26,51°C. Hal ini menunjukkan bahwa suhu pada rekomendasi desain dapat turun ke dalam suhu nyaman optimal dan suhu hangat nyaman menurut SNI-03-6572-2001. Hasil rekomendasi desain ini juga menunjukkan terdapat pengurangan rata-rata radiasi matahari pada selubung bangunan dari 247,24 Wh/m² menjadi 100,99 Wh/m². Sedangkan untuk peningkatan kecepatan angin dan penurunan kelembaban mengacu pada penelitian Nugroho *et al.* (2007), sehingga menggunakan strategi *cross ventilation* dan memperkecil *air gap*.

Kata kunci: kinerja termal, penghawaan alami, UMN, *breathing wall*, *double skin facade*.

SUMMARY

Muhammad Syamsul Bahri, Department of Architecture, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, July 2018, *Thermal Performance of Multimedia Nusantara University's Building Surface in Serpong*, Academic Supervisor: Agung Nugroho Murti, ST., MT., Ph.D.

The current global warming has resulted in increased energy use of the building. Energy use in buildings is dominated 35% for active cooling and 20% for artificial lighting. One of the buildings in Indonesia that responds to the problem of active cooling system connecting to the reduction of energy consumption is Multimedia Nusantara University (UMN). UMN maximize the use of the passive cooling by using double skin facade and breathing wall as a building surface. However, there are problems in this building like the entire rooms using air conditioner, it affects the consumption of energy and optimal use of the building envelope. This study aims to determine the thermal performance designed by UMN and to determine the proper design to optimize thermal performance at UMN. This study used qualitative research method (visual analysis) and quantitative method (measurement of thermal data). The results research was processed with experimental method with simulation analysis on Software Ecotect 2011. Data collection was conducted on 7-9 February 2018 on the operating hours of 7 a.m. to 17:00 pm.

The results of field measurements in this study showed that the UMN's building still fit into hot categories according to the SNI-03-6572-2001 and Tangerang City's comfortable temperature. Double skin facade's average temperatures reaching 30.07 °C, classrooms reaching 31.45°C and corridors 31.51° C. From the temperatures measurement, the building needs to be identified the exact design using simulation models in Software Ecotect 2011. The recommendations of this design shows that the temperature of the double skin facade fell to 26.91 °C, classrooms fell 25.77 °C and corridors 26,51°C. This indicates that the temperature on the recommendation of the design can be dropped into a comfortable temperature optimum and comfortable warm temperatures by SNI-03-6572-2001. The recommendations of this design also showed that there was an average reduction of solar radiation on the building envelope of 247.24 Wh / m² into 100.99 Wh / m². As for the increase in wind speed and humidity refers to the decrease in research Nugroho et al. (2007), so using a strategy of cross ventilation and reduce air gap.

Keywords: thermal performance, passive cooling, UMN, breathing wall, double skin facade.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkah dan karunia-Nya peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini tepat waktu. Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik. Terima kasih penulis ucapkan kepada berbagai pihak yang telah memberi bantuan serta dukungan, yaitu:

1. Bapak, Ibuee dan Dhono yang selalu dirindukan setiap merantau ke Malang. Serta keluarga lain yang selalu menyebut nama penulis dalam setiap doa dan ada kapanpun penulis membutuhkan
2. Bapak Agung Murti Nugroho, ST., MT., Ph.D selaku dosen pembimbing skripsi yang selalu memberikan saran dan pengarahan kepada penulis dalam mengerjakan skripsi ini sehingga dapat selesai dengan baik.
3. Bapak Beta Suryokusumo S. S,T., M.T dan Bapak Ir. Jusuf Thojib, MSA selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Eryani Nurma Yulita, ST., MT selaku dosen pembimbing akademik yang selalu mengarahkan dan memberikan saran kepada penulis selama perkuliahan dari awal hingga akhir.
5. Seluruh dosen dan staff Jurusan Arsitektur yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang berharga selama perkuliahan
6. Arik Aprilla Putra yang telah membantu penulis untuk mendapatkan izin survei hingga bersedia membantu melengkapi kekurangan skripsi penulis
7. Carissa Serika Larasati yang telah menjadi teman hidup penulis selama perkuliahan dan menjadi yang terbaik selama penulis hidup. Semoga cepat menyusul ST-nya!
8. “Pukon” (Ratih, Arik dan Elisa) yang telah menjadi sahabat terbaik dan selalu menemani penulis dalam keadaan apapun. Semoga persahabatan kita abadi.
9. “Anti-watjana” (Amira, Arya, Alma, Ayu, Dewi, Ivan dan Rama) yang telah membuat saya bersyukur kuliah di Malang dan dipertemukan oleh mereka.
10. “Genk-starnus” (Adam, Alfi, Laras, Zahrina dan Afni) yang meskipun sudah jadi wacana kalo ngumpul, tapi terimakasih telah menjadi kelompok matkul abadi selama perkuliahan.

11. Teman-teman seperjuangan bimbingan Pak Agung (Afni, Alfi, Jeje, Fikran dan Lita) yang menjadi team kooperatif selama berjuang untuk skripsi.
12. “Arsitektur-2014” dan “KBMA” yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terimakasih telah menjadi keluarga kedua selama di Malang.
13. “HMA FT-UB” yang telah menjadi wadah penulis untuk berkembang dalam organisasi selama 4 tahun perkuliahan
14. “Kementerian Dagri EM-UB” dan “Komisi Internal BEM FT-UB” yang telah memberikan banyak pengalaman, pelajaran dan kesibukan proker selama menjadi mahasiswa organisatoris.
15. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan agar penulisan kedepannya dapat lebih baik. Semoga skripsi ini dapat memberikan informasi dan bermanfaat kepada semua pihak yang membaca.

Malang, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	5
1.8 Kerangka Pemikiran	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Tinjauan Perguruan Tinggi	9
2.1.1 Definisi Perguruan Tinggi	9
2.1.2 Universitas	9
2.1.3 Fasilitas Universitas	10
2.2 Tinjauan Iklim	11
2.2.1 Iklim Tropis	11
2.2.2 Iklim Kota Tangerang	12
2.3 Tinjauan Kinerja Termal	13
2.3.1 Kinerja Termal Lingkungan	14
2.3.2 Kinerja Termal <i>Passive Cooling</i>	15
2.3.3 Kinerja Termal Bangunan	18
2.4 Tinjauan Kinerja Termal berdasarkan Desain Selubung Bangunan	22

2.4.1	Bentuk dan Orientasi Bangunan	22
2.4.2	Luas Jendela	23
2.4.3	Material Kaca	25
2.4.4	Peneduh Eksternal	25
2.4.5	Reflektor Cahaya (<i>Lightself</i>)	27
2.4.6	Peneduh Internal	28
2.4.7	Dinding	28
2.4.8	Atap	29
2.5	Tinjauan Selubung Bangunan	30
2.5.1	Selubung Bangunan	30
2.5.2	Selubung Bangunan Tropis	31
2.5.3	Macam-macam Selubung Bangunan Tropis	32
2.5.4	<i>Breathing Wall</i>	34
2.5.5	<i>Double Skin Facade</i>	35
2.6	Metode Simulasi	37
2.6.1	Software Ecotec	37
2.7	Penelitian Terdahulu	38
2.8	Kerangka Teori	40
BAB III METODE PENELITIAN		41
3.1	Metode Penelitian	41
3.2	Lokus dan Fokus Penelitian.....	41
3.2.1	Lokus Penelitian	41
3.2.2	Fokus Penelitian	42
3.3	Jenis Data	42
3.3.1	Data Primer	42
3.3.2	Data Sekunder	42
3.4	Populasi, Sampel dan Titik Pengukuran	43
3.4.1	Populasi	43
3.4.2	Sampel	43
3.4.3	Titik Pengukuran	44
3.5	Variabel Penelitian	45
3.5.1	Variabel Bebas	46

3.5.2 Variabel Terikat	46
3.6 Metode dan Teknik Pengumpulan Data	46
3.6.1 Observasi Data Primer	46
3.6.2 Observasi Data Sekunder	46
3.7 Waktu Penelitian	46
3.8 Instrumen Penelitian	47
3.9 Kerangka Metode Penelitian	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Kondisi Lokasi Objek Penelitian	49
4.1.1 Kondisi Geografis Lokasi Objek Penelitian	49
4.1.2 Kondisi Iklim Lokasi Objek Penelitian	50
4.1.3 Suhu Nyaman Kota Tangerang.....	52
4.2 Gambaran Umum Universitas Multimedia Nusantara	53
4.2.1 Penjelasan Objek Penelitian	53
4.2.2 Kondisi Lingkungan	55
4.2.3 Konsep Perancangan Universitas Multimedia Nusantara	55
4.2.4 Denah, Potongan dan Tampak Bangunan	56
4.2.5 Selubung Bangunan pada Universitas Multimedia Nusantara ...	60
4.3 Analisis Visual	61
4.3.1 Bentuk dan Orientasi Bangunan	61
4.3.2 Pembayangan Lingkungan Sekitar dan Bangunan	64
4.3.3 Selubung Bangunan Ruang Kelas	79
4.4 Data Hasil Pengukuran.....	80
4.4.1 Analisis Hasil Pengukuran Lingkungan	81
4.4.2 Analisis Hasil Pengukuran pada Lantai 2.....	84
4.4.3 Analisis Hasil Pengukuran pada lantai 6	88
4.4.4 Analisis Hasil Pengukuran pada Lantai 11.....	92
4.4.5 Analisis Suhu <i>Double Facade</i>	95
4.4.6 Analisis Suhu Koridor Bangunan.....	96
4.5 Model Simulasi Bangunan	97
4.6 Validasi Hasil Simulasi	101
4.6.1 Validasi Hasil Simulasi Lantai 2	102

4.6.2	Validasi Hasil Simulasi Lantai 6	103
4.6.3	Validasi Hasil Simulasi Lantai 11	104
4.7	Modifikasi Kinerja Termal Selubung Bangunan	105
4.7.1	Modifikasi Jarak pada <i>Double Facade</i>	106
4.7.2	Modifikasi Material <i>Outer Double Facade</i>	112
4.7.3	Modifikasi Material <i>Inner Double Facade</i>	119
4.7.4	Modifikasi Selubung Bangunan Ruang Kelas	122
4.8	Hasil Akhir.....	131
4.8.1	Hasil Akhir Desain Bangunan.....	131
4.8.2	Hasil Akhir Suhu Bangunan.....	133
4.8.3	Hasil Akhir Kelembaban dan Kecepatan Angin Bangunan	134
4.8.4	Hasil Akhir Radiasi Matahari.....	136
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		138
5.1	Kesimpulan	138
5.2	Saran	140
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kondisi Iklim Kota Tangerang.....	13
Tabel 2.2	Standar Temperatur Udara	19
Tabel 2.3	Standar Kelembaban Udara.....	20
Tabel 2.4	Standar Kecepatan Angin.....	21
Tabel 2.5	Pergerakan Udara dan Pengaruhnya pada Sensasi	21
Tabel 2.6	Jenis Material Kaca	25
Tabel 2.7	<i>U-Value</i> Bahan Bangunan menurut SNI 03-6389-200.....	28
Tabel 2.8	<i>U-Value</i> Material Atap Bangunan.....	29
Tabel 2.9	Elemen Simulasi Ecotect.....	37
Tabel 2.10	Penelitian Terdahulu.....	38
Tabel 4.1	Data Iklim Kota Tangerang 2013-2017.....	52
Tabel 4.2	Pembayangan Lingkungan Sekitar (21 Maret)	66
Tabel 4.3	Pembayangan Lingkungan Sekitar (22 Juni)	67
Tabel 4.4	Pembayangan Lingkungan Sekitar (22 Desember)	67
Tabel 4.5	Pembayangan Lingkungan Sekitar (9 Februari)	68
Tabel 4.6	Validasi Pembayangan	69
Tabel 4.7	Pembayangan Bangunan 21 Maret Pukul 08.00	70
Tabel 4.8	Pembayangan Bangunan 22 Juni Pukul 08.00	71
Tabel 4.9	Pembayangan Bangunan 22 Desember Pukul 08.00.....	72
Tabel 4.10	Pembayangan Bangunan 21 Maret Pukul 12.00	72
Tabel 4.11	Pembayangan Bangunan 22 Juni Pukul 12.00	73
Tabel 4.12	Pembayangan Bangunan 22 Desember Pukul 12.00.....	74
Tabel 4.13	Pembayangan Bangunan 21 Maret Pukul 16.00	75
Tabel 4.14	Pembayangan Bangunan 22 Juni Pukul 16.00	75
Tabel 4.15	Pembayangan Bangunan 22 Desember Pukul 16.00.....	76

Tabel 4.16	Pembayaran Bangunan saat Penelitian.....	78
Tabel 4.17	Kondisi Bukaan Eksisting.....	79
Tabel 4.18	Validasi Hasil Simulasi Lantai 2.....	102
Tabel 4.19	Validasi Hasil Simulasi Lantai 6.....	103
Tabel 4.20	Validasi Hasil Simulasi Lantai 11.....	104
Tabel 4.21	Analisis Hasil Pengukuran dan Simulasi	105
Tabel 4.22	Hasil Simulasi DF 0,2 m	107
Tabel 4.23	Hasil Simulasi DF 0,5 m	108
Tabel 4.24	Hasil Simulasi DF 1 m	109
Tabel 4.25	Hasil Simulasi DF 1,5 m	110
Tabel 4.26	Hasil Simulasi DF 2 m	111
Tabel 4.27	Perbandingan Modifikasi Jarak <i>Double Facade</i>	112
Tabel 4.28	<i>U-Value</i> Bahan Bangunan menurut SNI 03-6389-200	113
Tabel 4.29	<i>U-Value</i> Material Lain	114
Tabel 4.30	Hasil Simulasi Material Outer ACP.....	114
Tabel 4.31	Hasil Simulasi Material Outer Tembaga.....	116
Tabel 4.32	Hasil Simulasi Material Outer <i>Stainless Steel</i>	117
Tabel 4.33	Perbandingan Modifikasi Material <i>Outer Double Facade</i>	118
Tabel 4.34	Hasil Simulasi Material Inner Dinding Beton.....	119
Tabel 4.35	Hasil Simulasi Material Inner Dinding Bata Ringan	121
Tabel 4.36	Perbandingan Modifikasi Material Inner <i>Double Facade</i>	122
Tabel 4.37	Refrensi Material Kaca	125
Tabel 4.38	Perbandingan Modifikasi Panjang <i>Overhang</i>	127
Tabel 4.39	Hasil Simulasi Selubung Bangunan Ruang Kelas	129
Tabel 4.40	Perbandingan Modifikasi Selubung Ruang Kelas	130
Tabel 4.41	Perbandingan Desain Eksisting dan Rekomendasi	131
Tabel 4.42	Perbandingan Seluruh Modifikasi.....	133

Tabel 4.43 Kelembaban dan Kecepatan Angin Optimum.....	134
Tabel 4.44 Kelembaban dan Kecepatan Angin Lantai 11.....	135

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kerangka Pemikiran	7
Gambar 2.1	Koridor <i>Double Loaded</i>	11
Gambar 2.2	Koridor <i>Single Loaded</i>	11
Gambar 2.3	Perpindahan Termal Lingkungan dan Bangunan	14
Gambar 2.4	Prinsip Pergerakan Udara Mengalirkan Panas	15
Gambar 2.5	Kontrol Surya pada Selubung dan Orientasi Bangunan	17
Gambar 2.6	Prinsip Kinerja Massa Termal	17
Gambar 2.7	Prinsip Ventilasi Silang	18
Gambar 2.8	Prinsip Ventilasi <i>Stack</i>	18
Gambar 2.9	Prinsip Ventilasi <i>Night Flushing</i>	18
Gambar 2.10	Pendinginan Evaporatif	18
Gambar 2.11	Perbedaan Aliran Udara Massa Bangunan	22
Gambar 2.12	Bentuk Bangunan Memanjang Barat ke Timur	23
Gambar 2.13	Proporsi Orientasi Optimum pada Bangunan	23
Gambar 2.14	Pengaruh Dimensi <i>Inlet</i> dan <i>Outlet</i>	24
Gambar 2.15	Tipe Jendela dan Kemampuan Aliran Udara.....	24
Gambar 2.16	Jenis Peneduh Eksternal Generik: Overhang.....	25
Gambar 2.17	Jenis Peneduh Eksternal Generik: Sirip Vertikal	26
Gambar 2.18	Jenis Peneduh Eksternal Generik: Eggcrate	26
Gambar 2.19	Pengaruh peletakkan <i>overhang</i>	26
Gambar 2.20	Solusi peletakkan <i>overhang</i>	27
Gambar 2.21	Kinerja Tipikal Reflektor Cahaya.....	27
Gambar 2.22	<i>Curtain Wall</i> Jenis Rangka Alumunium.....	32
Gambar 2.23	Jenis <i>Double Skin Facade</i>	33

Gambar 2.24	Selubung Bangunan <i>Triple Skin Facade</i>	33
Gambar 2.25	Mekanisme Sederhana <i>Breathing Wall</i>	34
Gambar 2.26	Sirkulasi Udara pada <i>Breathing Wall</i>	35
Gambar 2.27	Komponen <i>Double Skin Facade</i>	36
Gambar 2.28	Jenis Sirkulasi <i>Double Skin Facade</i>	36
Gambar 2.24	Kerangka Teori.....	40
Gambar 3.1	Sampel Lantai pada Objek Penelitian	43
Gambar 3.2	Titik Pengukuran Lantai 2	44
Gambar 3.3	Titik Pengukuran Lantai 6	44
Gambar 3.4	Titik Pengukuran Lantai 11	45
Gambar 3.5	Titik Pengukuran Lingkungan Lantai 1	45
Gambar 3.6	Kerangka Metode Penelitian	48
Gambar 4.1	Peta Kota Tangerang	49
Gambar 4.2	Grafik Suhu Rata-Rata Kota Tangerang	50
Gambar 4.3	Suhu Bulanan Kota Tangerang 2013-2017	51
Gambar 4.4	Suhu Nyaman Kota Tangerang 2013-2017	53
Gambar 4.5	Masterplan UMN.....	54
Gambar 4.6	Gedung Kuliah C UMN	54
Gambar 4.7	Siteplan UMN	55
Gambar 4.8	Gedung A dan B UMN.....	56
Gambar 4.9	Lantai 1 Gedung C UMN	56
Gambar 4.10	Suasana Kantin UMN pada Lantai 1	57
Gambar 4.11	Denah Lantai Typical 2,4-11 Gedung C UMN	57
Gambar 4.12	Denah Lantai 3 Gedung C UMN.....	58
Gambar 4.13	Taman Lantai 3 UMN	58
Gambar 4.14	Denah Lantai 12 Gedung C UMN.....	59
Gambar 4.15	<i>Skystar Ventures</i> UMN.....	59

Gambar 4.16	Potongan Gedung C UMN	59
Gambar 4.17	Tampak Utara dan Selatan Gedung C UMN	60
Gambar 4.18	Pola <i>Breathing Wall</i> UMN	61
Gambar 4.19	<i>Breathing Wall</i> UMN	61
Gambar 4.20	Perbedaan Aliran Udara Massa Bangunan	62
Gambar 4.21	Bentuk dan Pola Sirkulasi Angin pada Bangunan	62
Gambar 4.22	Bentuk Massa Bangunan	62
Gambar 4.23	Orientasi dan Perbandingan Luas Bangunan.....	63
Gambar 4.24	Orientasi Bangunan Gedung C UMN.....	63
Gambar 4.25	Gedung A dan B UMN	64
Gambar 4.26	SMP Islam Al-Azhar 41	64
Gambar 4.27	PT. Tamiya	65
Gambar 4.28	Kantor Pelayanan Pajak Tigaraksa	65
Gambar 4.29	Perkantoran Regus	65
Gambar 4.30	Summarecon Digital Center	65
Gambar 4.31	Bez Plaza	66
Gambar 4.32	Grafik Suhu Ruang Luar.....	77
Gambar 4.33	Denah Lantai Typical	79
Gambar 4.34	Titik Pengukuran Area Lingkungan	81
Gambar 4.35	Grafik Suhu Lingkungan	81
Gambar 4.36	Grafik Kelembaban Lingkungan	82
Gambar 4.37	Grafik Kecepatan Angin Lingkungan.....	83
Gambar 4.38	Visualisasi Radiasi Matahari Eksisting	83
Gambar 4.39	Solar Insulation Per-Jam.....	84
Gambar 4.40	Titik Pengukuran Lantai 2	84
Gambar 4.41	Grafik Suhu Lantai 2	85
Gambar 4.42	Grafik Kinerja Selubung Bangunan Lantai 2	86

Gambar 4.43	Grafik Kelembaban Lantai 2	87
Gambar 4.44	Grafik Kecepatan Angin Lantai 2	88
Gambar 4.45	Titik Pengukuran Lantai 6	88
Gambar 4.46	Grafik Suhu Lantai 6	89
Gambar 4.47	Grafik Kinerja Selubung Bangunan Lantai 6	90
Gambar 4.48	Grafik Kelembaban Lantai 6	91
Gambar 4.49	Grafik Kecepatan Angin Lantai 6	91
Gambar 4.50	Titik Pengukuran Lantai 11	92
Gambar 4.51	Grafik Suhu Lantai 11	93
Gambar 4.52	Grafik Kinerja Selubung Bangunan Lantai 11	93
Gambar 4.53	Grafik Kelembaban Lantai 11	94
Gambar 4.54	Grafik Kecepatan Angin Lantai 11	95
Gambar 4.55	Grafik Analisis Suhu Double Facade	96
Gambar 4.56	Grafik Analisis Suhu Koridor	96
Gambar 4.57	Simulasi Ruang pada Lantai 2	97
Gambar 4.58	Simulasi Ruang pada Lantai 6	98
Gambar 4.59	Simulasi Ruang pada Lantai 11	98
Gambar 4.60	Detail dan Spesifikasi Material Dinding	99
Gambar 4.61	Detail dan Spesifikasi Material Jendela	99
Gambar 4.62	Detail dan Spesifikasi Material Pintu	99
Gambar 4.63	Detail dan Spesifikasi Material Lantai	100
Gambar 4.64	Detail dan Spesifikasi Material Plafon	100
Gambar 4.65	Detail dan Spesifikasi Material Selubung Bangunan	101
Gambar 4.66	Komponen Double Facade	106
Gambar 4.67	Model Digital Modifikasi Jarak Double Facade 0,2 m	107
Gambar 4.68	Model Digital Modifikasi Jarak Double Facade 0,5 m	108
Gambar 4.69	Model Digital Modifikasi Jarak Double Facade 1 m	109

Gambar 4.70	Model Digital Modifikasi Jarak Double Facade 1,5 m	110
Gambar 4.71	Model Digital Modifikasi Jarak Double Facade 2 m	111
Gambar 4.72	Detail dan Spesifikasi Material ACP	114
Gambar 4.73	Detail dan Spesifikasi Material Tembaga.....	115
Gambar 4.74	Detail dan Spesifikasi Material Stainless Steel	117
Gambar 4.75	Detail dan Spesifikasi Material Dinding Beton.....	119
Gambar 4.76	Detail dan Spesifikasi Material Dinding Bata Ringan.....	120
Gambar 4.77	Pintu Multiplek	123
Gambar 4.78	Jendela Awning	123
Gambar 4.79	Rekomendasi Jendela	124
Gambar 4.80	Ventilasi Awning.....	124
Gambar 4.81	Rekomendasi Luas Jendela/Bukaan	124
Gambar 4.82	Detail dan Spesifikasi Material Kaca Laminated Glass	125
Gambar 4.83	Detail dan Spesifikasi Material Kaca Double Glass Low-E.....	126
Gambar 4.84	Jenis Peneduh Eksternal Generik: Overhang.....	126
Gambar 4.85	Jenis Peneduh Eksternal Generik: Sirip Vertikal dan Eggcrate	127
Gambar 4.86	Rekomendasi Peneduh Eksternal.....	128
Gambar 4.87	Reflektor Cahaya dengan Overhang.....	128
Gambar 4.88	Gorden Horisontal	129
Gambar 4.89	Peneduh Internal; Gorden.....	129
Gambar 4.90	Kecepatan Angin Optimal untuk Kenyaman Ventilasi	135
Gambar 4.91	Visualisasi Radiasi Matahari Hasil Rekomendasi	136
Gambar 4.92	Solar Insulation Per-Jam.....	137

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 *Issue* Mengenai UMN sebagai Bangunan Hemat Energi
- Lampiran 2 Denah UMN Lantai 1 Gedung C
- Lampiran 3 Denah UMN Lantai 3 Gedung C
- Lampiran 4 Denah UMN Lantai 7 Gedung C
- Lampiran 5 Denah UMN Lantai 12 Gedung C
- Lampiran 6 Hasil Simulasi Sampel Lantai 2
- Lampiran 7 Hasil Simulasi Sampel Lantai 6
- Lampiran 8 Hasil Simulasi Sampel Lantai 11
- Lampiran 9 Rekomendasi Jarak Facade 0,5 m
- Lampiran 10 Rekomendasi *Outer* Material ACP
- Lampiran 11 Rekomendasi *Inner* Material Dinding Bata Ringan
- Lampiran 12 Rekomendasi Selubung Bangunan Ruang Kelas
- Lampiran 13 Radiasi Matahari pada Bangunan Eksisting
- Lampiran 14 Radiasi Matahari pada Bangunan Rekomendasi

Halaman ini sengaja dikosongkan