

**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

Mengetahui,  
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.

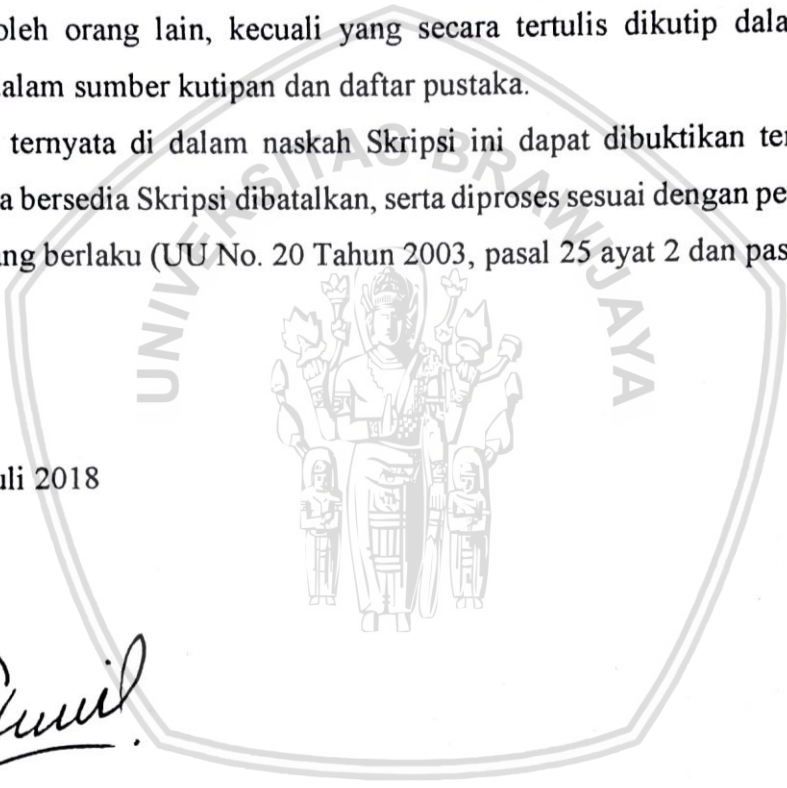
Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

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. Heru 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](mailto: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](mailto: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

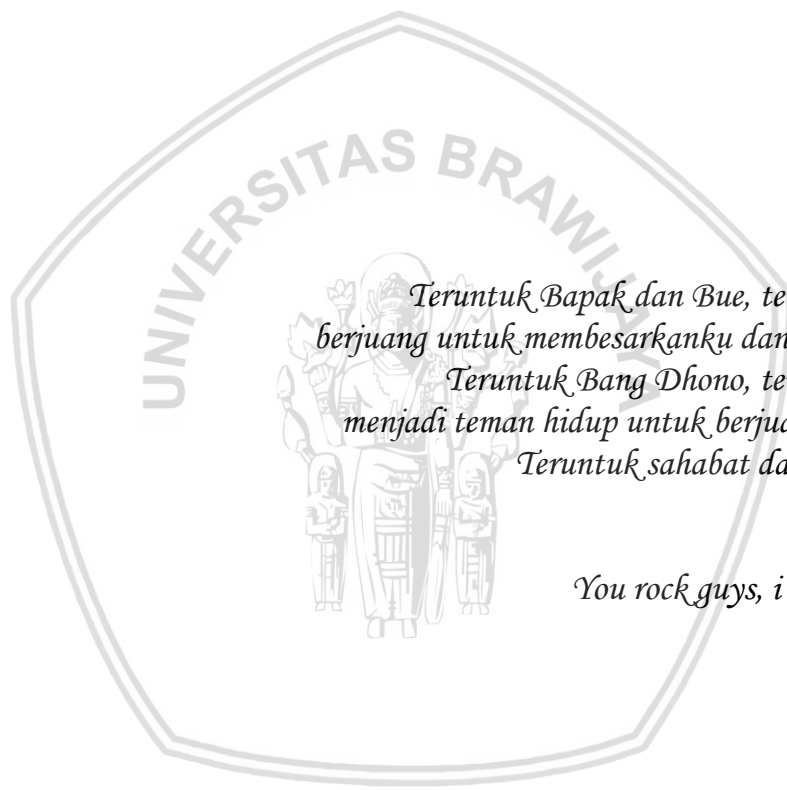
**Keterangan:**

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/m<sup>2</sup> menjadi 100,99 Wh/m<sup>2</sup>. 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 / m<sup>2</sup> into 100.99 Wh / m<sup>2</sup>. 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 kehadiran 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

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
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
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>9</b>
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
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>41</b>
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

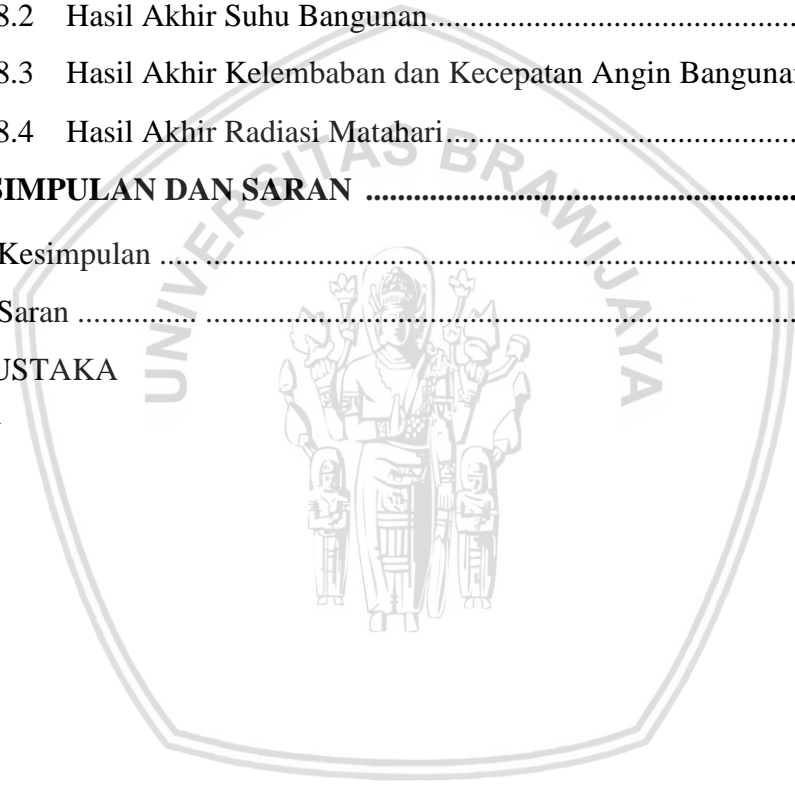




3.5.2	Variabel Terikat .....	46
3.6	Metode dan Teknik Pengumpulan Data .....	46
3.6.1	Observasi Data Primer .....	46
3.6.2	Observasi Data Sekunder .....	46
3.7	Waktu Penelitian .....	46
3.8	Instrumen Penelitian .....	47
3.9	Kerangka Metode Penelitian .....	48
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>49</b>
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
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>138</b>
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	Pembayangan Bangunan saat Penelitian.....	78
Tabel 4.17	Kondisi Buka-an 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