

**PENGARUH *GREEN ROOF* TERHADAP KENYAMANAN TERMAL
BANGUNAN PERPUSTAKAAN PUSAT UNIVERSITAS INDONESIA**

SKRIPSI

ARSITEKTUR KONSENTRASI SAINS DAN TEKNOLOGI BANGUNAN

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



DEWINI PUTRITAMA

NIM. 135060500111043

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2017

LEMBAR PENGESAHAN
PENGARUH GREEN ROOF TERHADAP KENYAMANAN TERMAL
BANGUNAN PERPUSTAKAAN PUSAT UNIVERSITAS INDONESIA

SKRIPSI
ARSITEKTUR KONSENTRASI SAINS DAN TEKNOLOGI BANGUNAN

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



DEWINI PUTRITAMA
NIM. 135060500111043

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 23 Oktober 2017

Dosen Pembimbing

Ir. Heru Sufianto, M.Arch. St. Ph.D

NIP. 19650218 199002 1 00

Mengetahui

Ketua Program Studi Sarjana Arsitektur

Ir. Heru Sufianto, M.Arch. St. Ph.D

NIP. 19650218 199002 1 00

Bismillahirahmanirrahim....

Terimakasih kepada Allah SWT atas segala nikmat dan karunia-Nya

Skripsi ini kupersembahkan kepada

Ayahanda dan Ibunda tercinta

Sahabat dan Teman-teman tersayang

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 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, 27 Oktober 2017

Mahasiswa,



Dewi Putritama

NIM 135060500111043

TURNITIN



UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA

SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 1036 /UN10.F07.15/PP/2017

Sertifikat ini diberikan kepada :

DEWINI PUTRITAMA

Dengan Judul Skripsi :

PENGARUH GREEN ROOF TERHADAP KENYAMANAN TERMAL BANGUNAN
PERPUSTAKAAN PUSAT UNIVERSITAS INDONESIA

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan
dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 25 Oktober 2017

Ketua Jurusan Arsitektur



Ketua Program Studi S1 Arsitektur

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



**LEMBAR HASIL
DETEKSI PLAGIASI SKRIPSI**

Nama : Dewini Putritama
NIM : 135060500111043
Judul Skripsi : Pengaruh Green Roof terhadap Kenyamanan Termal Bangunan Perpustakaan Pusat Universitas Indonesia
Dosen Pembimbing : Ir. Heru Sufianto, M.Arch.St., Ph.D
Periode Skripsi : 2017 – 2018
Alamat Email : dewini-p@hotmail.com

Tanggal	Deteksi Plagiasi ke-	Plagiasi yang terdeteksi (%)	Ttd Staf LDTA
24 Oktober 2017	1	17%	
	2		
	3		
	4		
	5		

Malang, 25 Oktober 2017

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

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

RINGKASAN

Dewini Putritama, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, September 2017, Pengaruh Green roof terhadap Kenyamanan Termal Bangunan Perpustakaan Universitas Indonesia, Pembimbing: Heru Sufianto.

Keadaan lingkungan yang tidak terjaga dari pembangunan saat ini berakibat pada perubahan iklim. Perubahan iklim berpengaruh terhadap suhu udara yang dirasakan oleh seseorang. Suhu udara yang naik dan semakin panas menyebabkan manusia membutuhkan tempat bernaung yang dapat menaungi dan mampu menurunkan suhu agar memberikan kenyamanan manusia saat beraktivitas didalamnya. Maka dari itu, suatu bangunan didesain untuk tanggap terhadap iklim agar memberikan kenyamanan termal yang dirasakan oleh penggunanya. Tingkat pembangunan di daerah perkotaan yang kurang memperhatikan ketersediaan lahan, sering mengakibatkan keberadaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) menjadi sasaran penggusuran dengan berbagai alasan. Kurangnya RTH pada perkotaan dapat menyebabkan tingginya temperatur suatu perkotaan dibandingkan dengan tingkat kehangatan di daerah luar kota (*Urban Heat Island*). Salah satu pemberdayaan ruang hijau yang tepat ditengah tingginya pembangunan dan kurangnya lahan dapat menyusupkan ruang hijau pada atap-atap gedung bertingkat (*green roof*). Taman atap ini merupakan bentuk penghijauan dengan wadah tanam atau ruang pada atap bangunan.

Perpustakaan Pusat Universitas Indonesia merupakan salah satu bangunan yang tanggap terhadap iklim dan menggunakan konsep green building berupa penerapan *green roof* sebagai potensi pemanfaatan atap untuk fungsi penghijauan. Perpustakaan UI berfungsi sebagai tempat belajar sekaligus menjadi pusat kegiatan bagi seluruh aktivitas akademika UI, sehingga perlu didesain sedemikian rupa sehingga para pengguna perpustakaan merasa nyaman saat beraktivitas di dalam bangunan dengan desain yang tidak merusak lingkungan.

Konsep *green roof* yang belum banyak digunakan dan diteliti di Indonesia menjadi salah satu latar belakang peneltian ini dilakukan. Adapun tujuan dari penelitian ini untuk memberikan informasi kepada masyarakat bahwa konsep *green roof* merupakan salah satu solusi untuk mengatasi masalah *Urban Heat Island* dan kurangnya lahan hijau pada wilayah perkotaan. Metode yang digunakan adalah kuantitatif dengan mengukur temperatur udara dan kelembaban udara pada ruang dalam bangunan perpustakaan UI, serta menyebarkan kuesioner kepada pengguna perpustakaan untuk mengetahui sensasi termal yang dirasakan. Penelitian akan dilakukan dengan mengolah data termal lapangan dan hasil kuesioner untuk menentukan standar kenyamanan termal pada bangunan. Setelah mendapatkan data termal lapangan dibuat model simulasi menggunakan *software Ecotect Analysis 2011*. Selain itu *Ecotect Analysis 2011* digunakan untuk mensimulasikan temperatur ruang jika menggunakan material atap beton dan tanah liat.

Hasil yang didapatkan dari analisis yang dilakukan adalah rata-rata pengguna perpustakaan merasa nyaman beraktivitas di dalam ruang dengan hasil temperatur pada ruang baca dan ruang diskusi. Hasil simulasi saat menggunakan atap tanah liat dan beton ternyata temperatur udara pada ruang menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan *green roof*. Hal tersebut dapat berpengaruh terhadap kenyamanan termal yang dirasakan oleh pengguna ruang perpustakaan UI. Dengan adanya penelitian ini membuktikan bahwa *green roof* memberikan temperatur ruang yang lebih rendah dibandingkan dengan atap tanah liat dan beton.

Kata kunci: Kenyamanan termal, *green roof*, perpustakaan

SUMMARY

Dewini Putritama, Department of Architecture, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, September 2017, Influence of Green roof to Thermal Comfort of Central Library at University of Indonesia, Academic Supervisor: Heru Sufianto

The state of the environment that is not maintained from the current development caused climate change. Climate change affects the air temperature felt by a person. Rising temperatures and the more heat causing humans need a shelter which can shade and be able to lower the temperature to provide human comfort while they do the activity inside. Therefore, a building that is designed to respond to the climate is very closely with the thermal comfort felt by its users. The level of development in areas that are less attention to the land, often durable Green space become targets of evictions for various reasons. Lack of green space can cause high urban temperatures compared to warmth levels in urban areas (urban heat island). One of the right green space empowerment in the midst of high development and lack of land can make green space on the top of buildings (green roof). This green roof is a form of greening with planting container or space on the roof of the building.

The University of Indonesia's Central Library is one of the climate-responsive buildings and uses the green building concept as a green roof as a potential for roof utilization for greening functions. UI Library serves as a place to learn as well as a center of activity for all UI academic activities, so it needs to be refined to fit the needs of today's society with the design to not damage the environment.

The concept of green roof that has not been widely used and researched in Indonesia to be the background of this research is done. The purpose of this study to provide information to the public is the concept of green roof is one solution to solve the problem of Urban Heat Island and less green space in the urban area. The method used is quantitative by measuring the air temperature and humidity of the space in the UI library building, and the distribution of questionnaires to library users to know the perceived thermal sensation. The research will be conducted by processing the thermal data on buildings and. After the data obtained, the data will be analyzed by using Ecotect Analysis 2011 software. In addition Ecotect Analysis 2011 is used to simulate room temperature when using concrete roofing materials and clay.

The results obtained from the analysis conducted is the average library users feel comfortable to activity in the space with the results of temperature in the reading room and discussion room. Simulation results when using clay and concrete roofs was the air temperature in the room became higher than using a green roof. It can affect the thermal comfort felt by UI library user. With the result of this research proved green roofs provide lower air temperatures with clay and concrete roofs.

Keywords: Thermal comfort, green roof, library

KATA PENGANTAR

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

1. Ayah, Ibu, Aa Dana, Wa Ida, Nini, dan keluarga besar Suharna yang selalu menanyakan kapan lulus sekaligus memberikan doa serta dukungan kepada penulis hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan perkuliahan ini.
2. Bapak Ir. Heru Sufianto, M.Arch. St, Ph.D selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan pengarahan kepada penulis dalam mengerjakan skripsi ini sehingga dapat selesai dengan baik.
3. Bapak Jusuf Thojib MSA. dan ibu Andika Citraningrum, ST.,MT.,MSc selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak prof. Dr. Ir. Mohammad Bisri, MS selaku rektor Universitas Brawijaya
5. Bapak Dr. Ir. Pitojo Tri Juwono, MT. selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
6. Bapak Agung Murti Nugroho., ST., MT., Ph.D selaku ketua Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
7. Ibu Ir. Rinawati P. Handajani, MT. selaku dosen pembimbing akademik yang selalu mengarahkan dan memantau mata kuliah selama perkuliahan dari awal hingga akhir
8. Seluruh dosen dan staff Jurusan Arsitektur yang telah memberikan ilmu dan segala bantuan selama perkuliahan
9. Mas Feri Wahyudi dan mas Gery Susanto yang telah membantu dan mempermudah penulis dalam memperoleh data serta menyusun skripsi ini
10. Tito Hanif Mustafa yang telah memberikan waktu dan tenaganya untuk membantu dan menemani penulis saat mengerjakan tugas Desain Arsitektur hingga skripsi ini selesai dikerjakan.
11. Teman-teman kontrakan M-362, Salma Safira Putri, Ariza Rufaidah, Sara Yunira, Elisa Meiyer yang telah sabar menemani dan memberikan pelajaran hidup kepada penulis selama berkuliahan di Malang.
12. Teman-teman perkuliahan arsitektur, Nerisa Arviana, Ayu Diarifa Tamara, Karin Lieswidayanti, Nadia Amelia, Nadia Khairarizki, Masykur Ali, Yordie Wicaksono,

Gilang Rayendra, Farandi Rifki yang memberikan dukungan serta mendoakan satu sama lain hingga skripsi kami cepat selesai.

13. Azka Noor sebagai teman seperjuangan bimbingan Pak Heru dan Pandu Praja Mukti yang telah mengajarkan *software ecotect* kepada penulis hingga pengolahan data skripsi ini dapat selesai dengan baik.
14. Teman-teman perantauan, Sarah Fatikasari dan Sahid Satria Putra yang telah menemani dan menghibur penulis di tahun-tahun terakhir perkuliahan ini.
15. Amyra Aulia Adlina, Qadriamanda Gusika Putri, Regina Devita Sari, Meylani Kunthi Rahayu, Citra Putri Anandira yang telah menemani dan menyemangati penulis dari jauh hingga skripsi ini akhirnya selesai.
16. Desty Miasari dan Devi Permata yang telah menemani dan membantu penulis dalam mengumpulkan data selama penelitian ini dilakukan.
17. Mas Nasirudin_latansa dan kawan-kawan dunia ATK serta mba Us yang telah membantu penulis dalam mencetak setiap lembar yang dibutuhkan untuk menjadi Sarjana Teknik.
18. 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, Oktober 2017

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Kenyamanan Termal	5
2.1.1. Faktor Iklim	5
2.1.2. Faktor Manusia	6
2.1.3. <i>Predicted Mean Vote (PMV)</i>	11
2.1.4. <i>Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD)</i>	12
2.2. <i>Green Roof</i>	13
2.2.1 <i>Green Roof</i> sebagai Pengganti Lahan Terbuka	13
2.2.2 Jenis-Jenis <i>Green Roof</i>	14
2.2.3 Fungsi <i>Green Roof</i>	16
2.2.4 Peran Vegetasi	18
2.2.5 <i>Habitus</i> Tanaman.....	19
2.2.6 <i>Efek Visual</i> Tanaman.....	19
2.2.7 Pengaruh <i>Green Roof</i> dalam Penghematan Energi.....	20
2.2.8 Perawatan <i>Green Roof</i>	20
2.3. Perpustakaan.....	24
2.3.1 Definisi Perpustakaan	24
2.3.2 Jenis-jenis Perpustakaan	24
2.3.3 Perpustakaan Perguruan Tinggi	25

2.3.4	Pemeliharaan Perpustakaan	25
2.3.5	Penyebab Kerusakan Bahan Pustaka.....	26
2.4.	<i>Ecotect Analysis 2011</i>	27
2.4.1	Kelebihan <i>Ecotect Analysisis</i> 2011	30
2.5.	Kerangka Teori.....	31
2.6.	Penelitian Terdahulu	33
BAB III METODE PENELITIAN		35
3.1	Metode Penelitian.....	35
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	35
3.3	Populasi dan Sampel	35
3.4	Langkah-Langkah Penelitian	37
3.4.1	Tahap Pendahuluan	37
3.4.2	Tahap Pengumpulan Data	38
3.4.3	Tahap Pengolahan Data.....	43
3.4.4	Tahap Analisis dan Pembahasan	44
3.4.5	Tahap Kesimpulan dan Saran	44
3.5	Diagram Alur Penelitian	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		47
4.1	Kondisi Iklim Lokasi Objek Penelitian.....	47
4.2	Gambaran Umum Perpustakaan Universitas Indonesia	48
4.2.1	Penjelasan Objek Penelitian	48
4.2.2	Kondisi Lingkungan	49
4.2.3	Konsep Perancangan Perpustakaan Universitas Indonesia	50
4.2.4	Denah, Potongan, dan Tampak Bangunan	52
4.2.5	<i>Green roof</i> pada Perpustakaan Universitas Indonesia.....	63
4.2.6	Kondisi Termal Bangunan.....	67
4.3	Perekapan Hasil Pengukuran Suhu dan Kelembaban	67
4.4	Perekapan Hasil Kuesioner	71
4.4.1	Sensasi Kenyamanan Termal Pengguna.....	72
4.4.2	Tingkat Kenyamanan Pengguna.....	72
4.4.3	Preferensi Pengguna Terhadap Temperatur	73
4.4.4	Preferensi Pengguna terhadap Penggunaan AC	74
4.5	Pengolahan Data.....	74
4.5.1	Penilaian <i>Metabolic Rate</i> (Laju Metabolisme).....	75

4.5.2 Perhitungan Nilai Insulasi Pakaian (<i>Clothing Insulation</i>)	76
4.5.3 Penentuan Standar Kenyamanan Termal	77
4.5.4 Hubungan Temperatur Udara dengan Sensasi Termal	84
4.5.5 Hubungan Temperatur Udara dengan Kenyamanan Beraktivitas	91
4.5.6 Hubungan Laju Metabolisme dengan Kenyamanan Termal	98
4.5.7 Hubungan Insulasi Pakaian dengan Kenyamanan Termal	98
4.6 Model simulasi bangunan.....	99
4.7 Validasi Hasil Simulasi	101
4.8 Simulasi Material Atap.....	104
4.8.1 Simulasi Material Atap Tanah Liat.....	104
4.8.2 Simulasi Material Beton	114
4.9 Simulasi Jenis Tanaman <i>Green roof</i>	123
4.9.1 Tanaman Bayam Merah.....	124
4.9.2 Tanaman Kucai Jepang.....	125
4.9.3 Tanaman Rumput Gajah Mini	127
4.10Hasil Akhir	128
BAB V PENUTUP	135
5.1 Kesimpulan.....	135
5.2 Saran	135
DAFTAR PUSTAKA	137
LAMPIRAN	139

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Faktor Kenyamanan Termal	5
Tabel 2.2	Nilai Hambatan Pakaian	9
Tabel 2.3	Laju Metabolisme Tubuh Berdasarkan Aktivitas	10
Tabel 2.4	Perbandingan Penilaian Kenyamanan Termal.....	11
Tabel 2.5	Penelitian Terdahulu.....	33
Tabel 3.1	Alat dan Bahan	38
Tabel 4.1	Rekap Identitas Responden.....	71
Tabel 4.2	Penilaian Laju Metabolisme	76
Tabel 4.3	Output Laju Metabolisme SPSS 2.0	76
Tabel 4.4	Penilaian Clothing Insulation	77
Tabel 4.5	Output Clothing Insulation SPSS 2.0	77
Tabel 4.6	Skala Kenyamanan Termal.....	77
Tabel 4.7	Output Korelasi SPSS 2.0.....	78
Tabel 4.8	Output Uji Reliabilitas SPSS 2.0.....	78
Tabel 4.9	Hasil Perhitungan Nilai PMV dan PPD dari Kuesioner	79
Tabel 4.10	Nilai PMV dan PPD Berdasarkan Keadaan Termal Lantai 2.....	81
Tabel 4.11	Nilai PMV dan PPD Berdasarkan Keadaan Termal Lantai 3	82
Tabel 4.12	Nilai PMV dan PPD Berdasarkan Keadaan Termal Lantai 4	83
Tabel 4.13	Analisis Regresi	91
Tabel 4.14	Validasi Hasil Simulasi Lantai 2	102
Tabel 4.15	Validasi Hasil Simulasi Lantai 3	103
Tabel 4.16	Validasi Hasil Simulasi Lantai 4	103
Tabel 4.17	Perbandingan Temperatur Green Roof dengan Tanah Liat Lantai 2.....	105
Tabel 4.18	Perbandingan Temperatur Green Roof dengan Tanah Liat Lantai 3.....	108
Tabel 4.19	Perbandingan Temperatur Green Roof dengan Tanah Liat Lantai 4.....	111
Tabel 4.20	Perbandingan Temperatur Green Roof dengan Beton Lantai 2.....	115
Tabel 4.21	Perbandingan temperatur green Roof dengan beton lantai 3	117
Tabel 4.22	Perbandingan Temperatur Green Roof dengan Beton Pada Lantai 4	120
Tabel 4.23	Temperatur Ruang dengan Tanaman Bayam Merah	125
Tabel 4.24	Temperatur Ruang dengan Tanaman Kucai Jepang	126
Tabel 4.25	Temperatur Ruang dengan Tanaman Rumput Gajah Mini.....	128

Tabel 4.26 Perbandingan Temperatur Ruang pada Lantai 2	128
Tabel 4.27 Perbandingan Temperatur Ruang pada Lantai 3	130
Tabel 4.28 Perbandingan Temperatur Ruang pada Lantai 4	131
Tabel 4.29 Perbandingan Temperatur Ruang dengan Jenis Tanaman pada Lantai 2.....	132
Tabel 4.30 Perbandingan Temperatur Ruang dengan Jenis Tanaman pada Lantai 3.....	132
Tabel 4.31 Perbandingan Temperatur Ruang dengan Jenis Tanaman pada Lantai 4.....	133

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Skema proses pertukaran panas tubuh manusia	8
Gambar 2.2	Grafik kenyamanan termal	10
Gambar 2.3	Evolution of PPD on the basis of PMV	12
Gambar 2.4	Tampilan program CBE Thermal Comfort Tool.....	12
Gambar 2.5	Lapisan green roof	13
Gambar 2.6	Lapisan extensive green roof.....	14
Gambar 2.7	Skematik buangan air hujan	17
Gambar 2.8	Grafik suhu aliran panas dengan atap hijau (kiri) atap biasa (kanan)	20
Gambar 2.9	Elemen pada ecotect	28
Gambar 2.10	Diagram hubungan Thermal Decrement dan Thermal Lag.....	29
Gambar 2.11	Kerangka Teori	31
Gambar 3.1	Sampel ruang lantai 2	36
Gambar 3.2	Sampel ruang lantai 3	36
Gambar 3.3	Sampel ruang lantai 4	37
Gambar 3.4	Titik pengukuran lantai 2.....	39
Gambar 3.5	Titik pengukuran lantai 3.....	40
Gambar 3.6	Titik pengukuran lantai 4.....	40
Gambar 3.7	Titik penyebaran kuesioner lantai 2.....	42
Gambar 3.8	Titik penyebaran kuesioner lantai 3.....	42
Gambar 3.9	Titik penyebaran kuesioner lantai 4.....	42
Gambar 3.10	Diagram alur penelitian	45
Gambar 4.1	Lokasi objek penelitian.....	48
Gambar 4.2	Tampak perpustakaan Universitas Indonesia	48
Gambar 4.3	Massa perpustakaan Universitas Indonesia	49
Gambar 4.4	Peta Universitas Indonesia.....	49
Gambar 4.5	Batas-batas site perpustakaan Universitas Indonesia	50
Gambar 4.6	Ide bentuk prasasti yang muncul	50
Gambar 4.7	Gubahan massa	51
Gambar 4.8	Sketsa awal sumbu skylight.....	51
Gambar 4.9	Siteplan perpustakaan UI.....	52

Gambar 4.10	Denah lantai 1	53
Gambar 4.11	Denah lantai 2 perpustakaan UI	54
Gambar 4.12	Ruang koleksi dan ruang baca	55
Gambar 4.13	Ruang diskusi lantai 2 perpustakaan UI	55
Gambar 4.14	Denah lantai 3 perpustakaan UI	56
Gambar 4.15	Ruang koleksi dan ruang baca lantai 3 perpustakaan UI	57
Gambar 4.16	Denah perpustakaan UI lantai 4	57
Gambar 4.17	Ruang koleksi lantai 4	58
Gambar 4.18	Ruang diskusi lantai 4	58
Gambar 4.19	Denah lantai 5 perpustakaan UI	59
Gambar 4.20	Ruang sidang lantai 5	59
Gambar 4.21	Denah lantai 6 perpustakaan UI	60
Gambar 4.22	Ruang auditorium lantai 6	60
Gambar 4.23	Denah lantai 7 (kiri) denah lantai 8 (kanan) perpustakaan UI	61
Gambar 4.24	Potongan A bangunan	61
Gambar 4.25	Potongan B bangunan	62
Gambar 4.26	Tampak utara perpustakaan	62
Gambar 4.27	Tampak selatan perpustakaan dan plaza	63
Gambar 4.28	Potongan green roof	63
Gambar 4.29	Detail green roof	64
Gambar 4.30	Geogrid uniaxial	64
Gambar 4.31	Rumput gajah mini	65
Gambar 4.32	Geotextile woven	65
Gambar 4.33	Batu apung	66
Gambar 4.34	Waterproofing membrane	66
Gambar 4.35	Titik pengukuran lantai 2	68
Gambar 4.36	Grafik keadaan termal ruang pada lantai 2	68
Gambar 4.37	Titik pengukuran lantai 3	69
Gambar 4.38	Grafik keadaan termal ruang pada lantai 3	69
Gambar 4.39	Titik pengukuran lantai 4	70
Gambar 4.40	Grafik keadaan termal ruang pada lantai 4	70
Gambar 4.41	Grafik sensasi kenyamanan termal pengguna	72
Gambar 4.42	Grafik tingkat kenyamanan pengguna saat beraktivitas	72
Gambar 4.43	Grafik preferensi pengguna terhadap temperatur ruang	73

Gambar 4.44	Grafik preferensi pengguna terhadap penggunaan AC.....	74
Gambar 4.45	Grafik rata-rata pengukuran temperatur udara	75
Gambar 4.46	Grafik rata-rata pengukuran kelembaban udara	75
Gambar 4.47	Perhitungan PMV dan PPD ruang A11 pagi hari	80
Gambar 4.48	Grafik hubungan temperatur dengan sensasi termal ruang baca A pagi ...	84
Gambar 4.49	Grafik hubungan temperatur dengan sensasi termal ruang baca A siang..	85
Gambar 4.50	Grafik hubungan temperatur dengan sensasi termal ruang baca A sore....	85
Gambar 4.51	Grafik hubungan temperatur dengan sensasi termal ruang diskusi pagi ...	86
Gambar 4.52	Grafik hubungan temperatur dengan sensasi termal ruang diskusi siang..	87
Gambar 4.53	Grafik hubungan temperatur dengan sensasi termal ruang diskusi sore ...	87
Gambar 4.54	Grafik hubungan temperatur dengan sensasi termal ruang baca B pagi....	88
Gambar 4.55	Grafik hubungan temperatur dengan sensasi termal ruang baca B siang..	89
Gambar 4.56	Grafik hubungan temperatur dengan sensasi termal ruang baca B sore....	89
Gambar 4.57	Grafik korelasi temperatur dan sensasi termal	90
Gambar 4.58	Grafik hubungan temperatur dengan kenyamanan ruang baca A pagi.....	91
Gambar 4.59	Grafik hubungan temperatur dengan kenyamanan ruang baca A siang	92
Gambar 4.60	Grafik hubungan temperatur dengan kenyamanan ruang baca A sore.....	92
Gambar 4.61	Grafik hubungan temperatur dengan kenyamanan ruang diskusi pagi.....	93
Gambar 4.62	Grafik hubungan temperatur dengan kenyamanan ruang diskusi siang....	94
Gambar 4.63	Grafik hubungan temperatur dengan kenyamanan ruang baca B pagi.....	94
Gambar 4.64	Grafik hubungan temperatur dengan kenyamanan ruang baca B pagi.....	95
Gambar 4.65	Grafik hubungan temperatur dengan kenyamanan ruang baca B siang	96
Gambar 4.66	Grafik hubungan temperatur dengan kenyamanan ruang baca B sore	96
Gambar 4.67	Grafik korelasi temperatur dan sensasi kenyamanan	97
Gambar 4.68	Grafik hubungan metabolisme tubuh dengan sensasi kenyamanan	98
Gambar 4.69	Grafik hubungan insulasi pakaian dengan sensasi kenyamanan	99
Gambar 4.70	Simulasi ruangan pada lantai 2	99
Gambar 4.71	Simulasi ruangan pada lantai 3	99
Gambar 4.72	Simulasi ruangan pada lantai 4	100
Gambar 4.73	Detail dan spesifikasi material dinding	100
Gambar 4.74	Detail dan spesifikasi material jendela	100
Gambar 4.75	Detail dan spesifikasi material pintu kaca	101
Gambar 4.76	Detail dan spesifikasi material lantai	101
Gambar 4.77	Detail dan spesifikasi material atap	101

Gambar 4.78	Visualisasi termal lantai 2	102
Gambar 4.79	Visualisasi termal lantai 3	103
Gambar 4.80	Visualisasi termal lantai 4	104
Gambar 4.81	Detail dan spesifikasi material atap tanah liat.....	104
Gambar 4.82	Grafik temperatur udara dengan material tanah liat lantai 2	105
Gambar 4.83	Diagram perbandingan green roof dan atap tanah liat lantai 2 pagi.....	105
Gambar 4.84	Diagram perbandingan green roof dan atap tanah liat lantai 2 siang	106
Gambar 4.85	Diagram perbandingan green roof dan atap tanah liat lantai 2 sore.....	107
Gambar 4.86	Grafik temperatur udara dengan material tanah liat lantai 3	108
Gambar 4.87	Diagram perbandingan green roof dan atap tanah liat lantai 3 pagi.....	108
Gambar 4.88	Diagram perbandingan green roof dan tanah liat siang hari lantai 3	109
Gambar 4.89	Diagram perbandingan green roof dan tanah liat sore hari lantai 3	110
Gambar 4.90	Grafik temperatur udara dengan tanah liat lantai 4 dengan Ecotect	110
Gambar 4.91	Diagram perbandingan green roof dan tanah liat pagi hari lantai 4	111
Gambar 4.92	Diagram perbandingan green roof dan tanah liat sore hari lantai 4	112
Gambar 4.93	Diagram perbandingan green roof dan tanah liat siang hari lantai 4	112
Gambar 4.94	Detail dan spesifikasi material beton	114
Gambar 4.95	Grafik temperatur udara dengan material beton lantai 2	114
Gambar 4.96	Diagram perbandingan green roof dan beton lantai 2 siang.....	115
Gambar 4.97	Diagram perbandingan green roof dan beton lantai 2 sore	116
Gambar 4.98	Grafik temperatur udara dengan material beton lantai 3	117
Gambar 4.99	Diagram perbandingan green roof dan beton lantai 3 siang.....	118
Gambar 4.100	Diagram perbandingan green roof dan beton lantai 3 pagi	118
Gambar 4.101	Diagram perbandingan green roof dan beton lantai 3 sore	119
Gambar 4.102	Grafik temperatur udara lantai 4 dengan ecotect	120
Gambar 4.104	Diagram perbandingan green roof dan beton lantai 4 siang.....	121
Gambar 4.103	Diagram perbandingan green roof dan beton lantai 4 pagi	121
Gambar 4.105	Diagram perbandingan green roof dan beton lantai 4 sore	122
Gambar 4.106	Tanaman bayam merah	124
Gambar 4.107	Grafik profil temperatur bayam merah.....	124
Gambar 4.108	Tanaman kucai jepang.....	125
Gambar 4.109	Grafik profil temperatur kucai jepang.....	126
Gambar 4.110	Rumput gajah mini	127
Gambar 4.111	Grafik profil temperatur rumput gajah mini.....	127

Gambar 4.112	Visualisasi termal akhir lantai 2	129
Gambar 4.113	Visualisasi termal akhir lantai 3	130
Gambar 4.114	Visualisasi termal akhir lantai 4	131

Halaman ini sengaja dikosongkan