

**LEMBAR PENGESAHAN**

**REKAYASA TATA CAHAYA ALAMI  
PADA RUANG LABORATORIUM**

(Studi Kasus: Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Brawijaya)

**SKRIPSI**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

**FATHIMAH**  
**NIM. 115060500111049**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
Pada tanggal 11 November 2016

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Jusuf Thojib, M. SA

NIP. 195511051984032001

M. Satya Adhitama, ST., M.Sc.

NIP. 201102840829100

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Arsitektur

Agung Murti Nugroho, ST., MT., Ph.D  
NIP. 19740915 200012 1 001



**SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI**

---

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diulas dan diteliti di dalam naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Dalam karya Skripsi ini juga 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 sumber kutipannya, serta dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata 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, November 2016

Mahasiswa,

Fathimah

NIM.115060500111049







## LEMBAR PERUNTUKAN

Teriring ucapan terima kasih kepada:

**Ummi dan Buva tercinta**

Ibu Sumiatun dan Bapak Tri Wahyu Sarwiyata,

**Adik-adikku tercinta**

Khodijatur R., M. Rosyid A., Muthi'ah A.A., Ahmad Yahya A.A., & Rufayda A.

**Sahabat-sahabatku di Arsitektur 2011,**

Mona, Fifi, Fira, Anit, Mbak Danis, Auni, Mega, dkk

**Adik-adikku di Arsitektur 2012,**

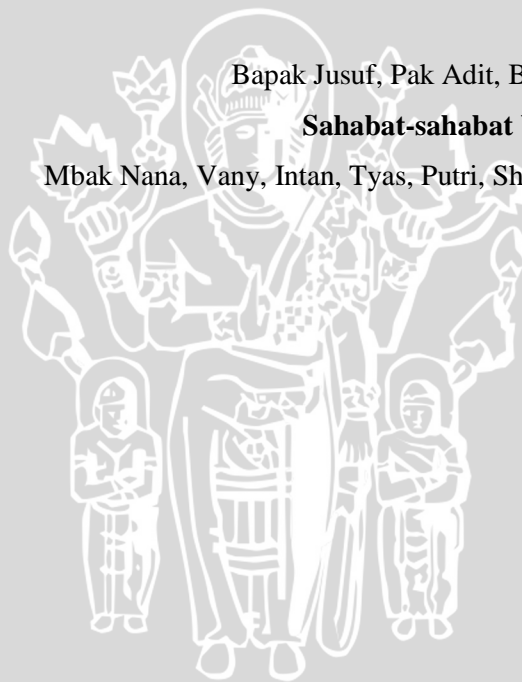
Ajeng, Ndon, Retri, Kiki, Fani, dkk

**Dosen Arsitektur,**

Bapak Jusuf, Pak Adit, Bu Wawa, dan Bu Danik

**Sahabat-sahabat begadang & curhatku,**

Mbak Nana, Vany, Intan, Tyas, Putri, Sherly, Raras, Donna, dkk







## RINGKASAN

**Fathimah**, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, November 2016, *Rekayasa Tata Cahaya Alami Pada Ruang Laboratorium (Studi kasus: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya)*, Dosen Pembimbing: Jusuf Thojib dan M. Satya Adhitama.

Bangunan pendidikan merupakan kebutuhan penunjang aktivitas pada suatu kawasan. Penggunaan energi pada bangunan khususnya sekolah atau universitas, dapat mencapai 40% untuk pencahayaan. Laboratorium adalah salah satu jenis ruang yang menggunakan pencahayaan buatan meskipun aktivitas dilakukan pada pagi hingga sore hari. Hal ini terlihat pada sampel penelitian yang merupakan laboratorium di Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang. Penggunaan pencahayaan buatan pada saat praktikum menjadi pencahayaan utama ditemukan pada keempat sampel ruang. Hal ini dipengaruhi oleh pencahayaan ruang yang tidak merata, ruang yang terlalu gelap, dan juga silau di area dekat bukaan.

Melalui penelitian ini akan dilakukan simulasi pada masing-masing ruang dan rekomendasi desain pada ruang laboratorium untuk memaksimalkan potensi pencahayaan alami pada ruang. Variabel penelitian yang diobservasi dan direkayasa adalah instrumen pencahayaan yang berupa dimensi, posisi, material bukaan dan dimensi, posisi, material pembayang matahari. Pada penelitian ini akan diukur pencahayaan alami dalam ruang eksisting lalu melakukan simulasi dengan variabel dan memberikan rekomendasi desain. Tahapan tersebut dilakukan untuk menghasilkan desain laboratorium dengan penggunaan pencahayaan alami sebagai pencahayaan utama dan tingkat pencahayaan alami dalam ruang sesuai dengan standar ruang laboratorium. Perubahan instrumen pencahayaan mempengaruhi pencahayaan dalam ruang sehingga pencahayaan lebih terang, merata dan memenuhi standar.

Kata kunci: simulasi, pencahayaan alami, laboratorium, instrumen pencahayaan.





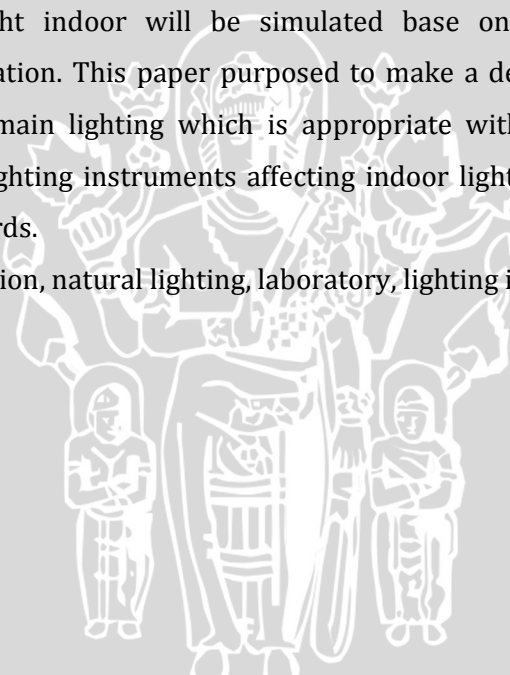
## SUMMARY

**Fathimah**, Department of Architecture, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, November 2016, *Natural Lighting Engineering In Laboratory (Study Case: Faculty of Engineering, University of Brawijaya)*, Academic Supervision: Jusuf Thojib and M. Satya Adhitama.

Education building is a requirement for supporting activities in a region. Energy consumption in a school or university can reach 40% for lighting. Laboratory is one of all rooms that use electrical lighting even they use the laboratory from morning until noon. It shown at all samples in Faculty of Engineering Universitas Brawijaya. Electrical lighting used for main lighting because of unbalance lighting, glare and too dark lighting.

Through this paper, it was simulated and developed recommendation for all samples to optimized natural lighting. Variabels to observed and simulated are lighting instruments which are involve dimension, position, material for lighting and dimension, position, material for shading. Existing daylight indoor will be simulated base on variables and make probabilities for recommendation. This paper purposed to make a design recommendation that natural lighting is the main lighting which is appropriate with lighting standard of laboratory. Modification of lighting instruments affecting indoor lighting become luminous, balance, and fulfill the standards.

Keywords : simulation, natural lighting, laboratory, lighting instruments.





## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas berkat limpahan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya, Skripsi berjudul “Rekayasa Tata Cahaya Alami Pada Ruang Laboratorium, Studi kasus: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang” dapat selesai dengan waktu yang telah ditentukan. Adapun penyusunan Skripsi ini sebagai tugas akhir, bertujuan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Ucapan terima kasih penyusun sampaikan kepada:

1. Bapak Ir. Jusuf Thojib, M.SA, selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan pengarahan materi dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Satya Adhitama, ST., M.Sc., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan pengarahan materi dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Agung Murti Nugroho, ST., MT., Ph.D dan Wasiska Iyati, ST., MT., selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan arahan dalam penyelesaian skripsi.
4. Ibu Ir. Damayanti Asikin, MT. dan Bapak Dr. Eng. Herry Santosa, ST., MT., selaku dosen penasehat akademik yang memberikan masukan dan nasihat selama proses perkuliahan dari awal sampai akhir masa perkuliahan.
5. Bapak Ir. Chairil Budiarto Amiuza, MSA, selaku Kepala Laboratorium Dokumentasi dan Tugas Akhir pada tahun ajaran 2015/2016, serta Bapak Liyanto Pitono, selaku staf pengelola Laboratorium Dokumentasi dan Tugas Akhir.
6. Semua pihak yang turut membantu dan mendukung baik moril, materi, doa maupun motivasi.

Penyusun menyadari bahwa Skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat untuk perkembangan pendidikan Arsitektur dan dapat sebagai rujukan untuk perbaikan penulisan Skripsi selanjutnya ke arah yang lebih baik.

Malang, November 2016

PENULIS





## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xxiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.1.1 Pencahayaan Pada Laboratorium Perguruan Tinggi .....	1
1.1.2 Kebutuhan Pencahayaan Pada Laboratorium Perguruan Tinggi .....	1
1.1.3 Kondisi Eksisting Laboratorium Di Fakultas Teknik Universitas Brawijaya .....	2
1.2 Identifikasi Masalah .....	4
1.3 Rumusan Masalah .....	4
1.4 Pembatasan Masalah .....	4
1.5 Tujuan Penelitian .....	4
1.6 Manfaat .....	4
1.7 Sistematika Pembahasan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Teori Pencahayaan Alami .....	7
2.1.1 Sistem Pencahayaan Alami .....	7
2.1.2 Kriteria Pencahayaan Alami .....	8
2.1.3 Perancangan Pencahayaan Alami .....	9
2.1.4 Kendala Pencahayaan Alami .....	10
2.2 Bukan Pada Bangunan .....	12
2.2.1 Pengertian Bukan Pada Bangunan .....	12
2.2.2 Jendela .....	12
2.2.3 <i>Skylight</i> .....	14
2.3 Laboratorium .....	14
2.3.1 Karakteristik Laboratorium .....	14
2.3.2 Pencahayaan Laboratorium .....	15

2.4 Tinjauan Riset Terdahulu.....	16
2.4.1 Riset 1 .....	16
2.4.2 Riset 2 .....	17

**BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Tahapan Umum .....	21
3.1.1 Metode Umum Penelitian .....	21
3.1.2 Tahapan Operasional Penelitian .....	22
3.2 Objek dan Lokasi Penelitian .....	23
3.3 Pengumpulan Data .....	24
3.3.1 Data Primer.....	24
3.3.2 Data Sekunder.....	25
3.3.3 Validasi Data.....	26
3.4 Populasi dan Sampel .....	26
3.5 Variabel Penelitian.....	27
3.6 Metode Analisis dan Sintesis.....	28
3.7 Kerangka Metode .....	31

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Identifikasi Objek Penelitian .....	33
4.1.1 Lokasi Tapak.....	33
4.1.2 Orientasi Tapak.....	34
4.1.3 Bangunan Sekitar.....	35
4.2 Laboratorium Pengecoran Logam Teknik Mesin .....	35
4.2.1 Analisis Visual .....	35
4.2.2 Analisis Pengukuran .....	37
4.2.3 Validasi .....	38
4.2.4 Analisis Simulasi .....	39
4.2.5 Kesimpulan .....	44
4.3 Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin.....	45
4.3.1 Analisis Visual.....	45
4.3.2 Analisis Pengukuran .....	47
4.3.3 Validasi .....	48
4.3.4 Analisis Simulasi .....	49





4.3.5 Kesimpulan .....	54
4.4 Laboratorium Fenomena Dasar Mesin Teknik Mesin.....	56
4.4.1 Analisis Visual .....	56
4.4.2 Analisis Pengukuran .....	57
4.4.3 Validasi .....	58
4.4.4 Analisis Simulasi.....	59
4.4.5 Kesimpulan .....	64
4.5 Laboratorium Hidrolika Terapan Teknik Pengairan .....	65
4.5.1 Analisis Visual .....	65
4.5.2 Analisis Pengukuran .....	67
4.5.3 Validasi .....	68
4.5.4 Analisis Simulasi.....	69
4.5.5 Kesimpulan .....	74
4.6 Rekomendasi .....	75
4.6.1 Laboratorium Pengecoran Logam Teknik Mesin .....	75
4.6.2 Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin.....	85
4.6.3 Laboratorium Fenomena Dasar Mesin Teknik Mesin .....	95
4.6.4 Laboratorium Hidrolika Terapan Teknik Pengairan.....	105
4.6.5 Kesimpulan Rekomendasi Desain .....	111

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	119
5.2 Saran .....	120

**DAFTAR PUSTAKA**





## DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Pengaruh Ketinggian Lubang Cahaya dengan Faktor Langit Relatif.....	9
Tabel 2.2	Indeks Kesilauan Maksimum Sesuai Aktivitas Pengguna .....	11
Tabel 2.3	Standar Pencahayaan Pada Ruang .....	15
Tabel 2.4	Nilai Faktor Langit Pada Bangunan Sekolah .....	16
Tabel 2.5	Kesimpulan Tinjauan Terdahulu .....	19
Tabel 3.1	Variabel, Sub Variabel, dan Indikator Penelitian .....	27
Tabel 4.1	Hasil Pengukuran Pencahayaan Alami Laboratorium Pengecoran Logam.....	38
Tabel 4.2	Perbandingan Pengukuran Lapangan dan Simulasi Laboratorium Pengecoran Logam.....	38
Tabel 4.3	Hasil Simulasi Tanggal 21 Maret 2016 Laboratorium Pengecoran Logam .....	40
Tabel 4.4	Hasil Simulasi Tanggal 22 Juni 2016 Laboratorium Pengecoran Logam.....	42
Tabel 4.5	Hasil Simulasi Tanggal 22 Desember 2016 Laboratorium Pengecoran Logam .....	44
Tabel 4.6	Hasil Pengukuran Pencahayaan Alami Laboratorium Motor Bakar .....	48
Tabel 4.7	Perbandingan Pengukuran Lapangan dan Simulasi Laboratorium Motor Bakar .....	49
Tabel 4.8	Hasil Simulasi Tanggal 21 Maret 2016 Laboratorium Motor Bakar .....	51
Tabel 4.9	Hasil Simulasi Tanggal 22 Juni 2016 Laboratorium Motor Bakar .....	53
Tabel 4.10	Hasil Simulasi Tanggal 22 Desember 2016 Laboratorium Motor Bakar.....	54
Tabel 4.11	Hasil pengukuan Pencahayaan Alami Laboratorium Fenomena Dasar Mesin.....	58
Tabel 4.12	Perbandingan Pengukuran Lapangan dan Simulasi Laboratorium Fenomena Dasar Mesin.....	59
Tabel 4.13	Hasil Simulasi Tanggal 21 Maret 2016 Laboratorium Fenomena Dasar Mesin.....	61
Tabel 4.14	Hasil Simulasi Tanggal 22 Juni 2016 Laboratorium Fenomena Dasar Mesin.....	62
Tabel 4.15	Hasil Simulasi Tanggal 22 Desember 2016 Laboratorium Fenomena Dasar Mesin .....	64
Tabel 4.16	Hasil Pengukuran Pencahayaan Alami Laboratorium Hidrolika Terapan .....	68

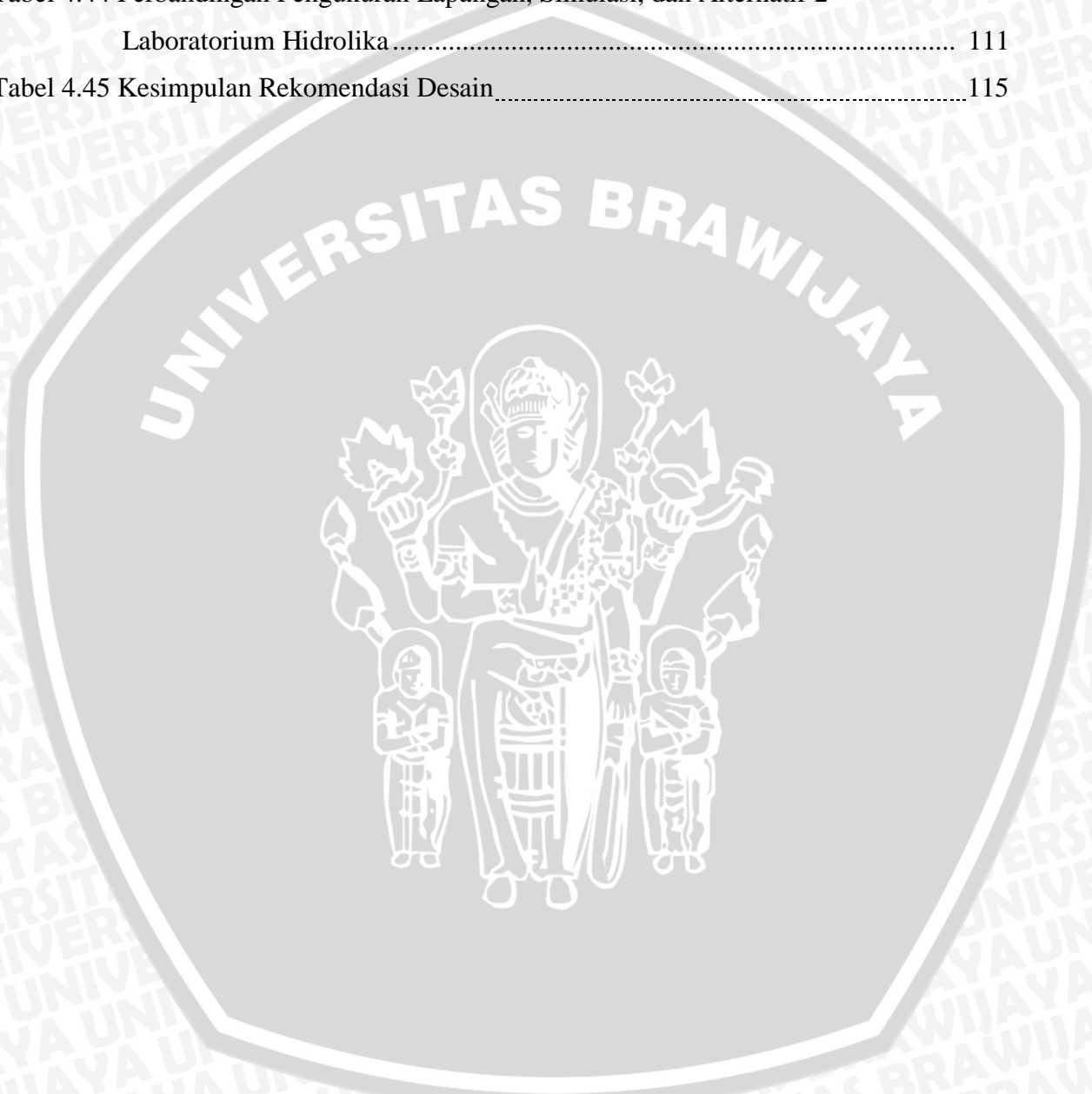




Tabel 4.17 Perbandingan Pengukuran Lapangan dan Simulasi Laboratorium	
Hidrolika Terapan.....	68
Tabel 4.18 Hasil Simulasi Tanggal 21 Maret 2016 Laboratorium Hidrolika Terapan .....	70
Tabel 4.19 Hasil Simulasi Tanggal 21 Juni 2016 Laboratorium Hidrolika Terapan .....	72
Tabel 4.20 Hasil Simulasi Tanggal 22 Desember 2016 Laboratorium Hidrolika Terapan.....	73
Tabel 4.21 SBV dan SBH Timur Ruang PL .....	75
Tabel 4.22 SBV dan SBH Selatan Ruang PL.....	76
Tabel 4.23 Variabel Laboratorium Pengecoran Logam .....	76
Tabel 4.24 Perbandingan Pengukuran Lapangan, Simulasi dan Alternatif 1 Laboratorium Pengecoran Logam .....	80
Tabel 4.25 Perbandingan Pengukuran Lapangan, Simulasi dan Alternatif 2 Laboratorium Pengecoran Logam .....	81
Tabel 4.26 Perbandingan Pengukuran Lapangan, Simulasi dan Alternatif 3 Laboratorium Pengecoran Logam .....	83
Tabel 4.27 SBV dan SBH Barat Ruang Mekar.....	85
Tabel 4.28 SBV dan SBH Utara Ruang Mekar .....	85
Tabel 4.29 Variabel Laboratorium Motor Bakar.....	86
Tabel 4.30 Perbandingan Pengukuran Lapangan, Simulasi, dan Alternatif 1 Laboratorium Mekar .....	90
Tabel 4.31 Perbandingan Pengukuran Lapangan, Simulasi, dan Alternatif 2 Laboratorium Mekar .....	91
Tabel 4.32 Perbandingan Pengukuran Lapangan, Simulasi, dan Alternatif 3 Laboratorium Mekar .....	93
Tabel 4.33 SBV dan SBH Utara Ruang FDM .....	95
Tabel 4.34 SBV dan SBH Utara Ruang FDM .....	95
Tabel 4.35 SBV dan SBH Utara Ruang FDM .....	95
Tabel 4.36 Variabel Laboratorium Fenomena Dasar Mesin .....	96
Tabel 4.37 Perbandingan Pengukuran Lapangan, Simulasi, dan Alternatif 1 Laboratorium Fenomena Dasar Mesin .....	100
Tabel 4.38 Perbandingan Pengukuran Lapangan, Simulasi, dan Alternatif 2 Laboratorium Fenomena Dasar Mesin .....	101
Tabel 4.39 Perbandingan Pengukuran Lapangan, Simulasi, dan Alternatif 3 Laboratorium Fenomena Dasar Mesin .....	103



Tabel 4.40 SBV dan SBH Utara Ruang Hidrolika .....	105
Table 4.41 SBV dan SBH Selatan Ruang Hidrolika .....	105
Tabel 4.42 Variabel Laboratorium Hidrolika Terapan .....	106
Tabel 4.43 Perbandingan Pengukuran Lapangan, Simulasi, dan Alternatif 1 Laboratorium Hidrolika .....	109
Tabel 4.44 Perbandingan Pengukuran Lapangan, Simulasi, dan Alternatif 2 Laboratorium Hidrolika .....	111
Tabel 4.45 Kesimpulan Rekomendasi Desain .....	115







## DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
	Gambar 2.1 Ilustrasi Cahaya Langsung dan Cahaya Langit .....	8
	Gambar 2.2 Alur Perancangan Pencahayaan dan Penghawaan Alami.....	10
	Gambar 2.3 Tipe Jendela Untuk Pencahayaan Alami dan Pemandangan dan Jendela Untuk Pencahayaan dan Penghawaan Alami .....	12
	Gambar 2.4 Jendela Berdasarkan Bentuk.....	13
	Gambar 2.5 Jendela Berdasarkan Sistem Kontrol .....	14
	Gambar 3.1 Letak Laboratorium yang Diteliti (Titik Orange).....	24
	Gambar 3.2 Sampel Penentuan Titik Ukur pada Ruang.....	29
	Gambar 4.1 Lokasi Tapak Dengan Satelit.....	31
	Gambar 4.2 Lokasi Laboratorium Dalam Tapak.....	32
	Gambar 4.3 Bangunan Dalam Tapak .....	32
	Gambar 4.4 Visualisasi Ruang Laboratorium Pengecoran Logam, Teknik Mesin .....	36
	Gambar 4.5 Kondisi Eksisting Laboratorium Pengecoran Logam Teknik Mesin .....	37
	Gambar 4.6 Titik Ukur Pencahayaan Laboratorium Pengecoran Logam, Teknik Mesin ...	38
	Gambar 4.7 Hasil Simulasi Pukul 09.00 WIB.....	39
	Gambar 4.8 Hasil Simulasi Pukul 12.00 WIB.....	40
	Gambar 4.9 Hasil Simulasi Pukul 15.00 WIB.....	40
	Gambar 4.10 Hasil Simulasi Pukul 09.00 WIB.....	41
	Gambar 4.11 Hasil Simulasi Pukul 12.00 WIB.....	41
	Gambar 4.12 Hasil Simulasi Pukul 15.00 WIB.....	42
	Gambar 4.13 Hasil Simulasi Pukul 09.00 WIB.....	43
	Gambar 4.14 Hasil Simulasi Pukul 12.00 WIB.....	43
	Gambar 4.15 Hasil Simulasi Pukul 15.00 WIB.....	44
	Gambar 4.16 Visualisasi Ruang Laboratorium Motor Bakar, Teknik Mesin .....	46
	Gambar 4.17 Laboratorium Motor Bakar, Teknik Mesin .....	47
	Gambar 4.18 Titik Ukur Pencahayaan Laboratorium Motor Bakar, Teknik Mesin.....	48
	Gambar 4.19 Hasil Simulasi Pukul 09.00 WIB.....	50
	Gambar 4.20 Hasil Simulasi Pukul 12.00 WIB.....	50
	Gambar 4.21 Hasil Simulasi Pukul 15.00 WIB.....	51
	Gambar 4.22 Hasil Simulasi Pukul 09.00 WIB.....	52
	Gambar 4.23 Hasil Simulasi Pukul 12.00 WIB.....	52

Gambar 4.24 Hasil Simulasi Pukul 15.00 WIB .....	52
Gambar 4.25 Hasil Simulasi Pukul 09.00 WIB .....	53
Gambar 4.26 Hasil Simulasi Pukul 12.00 WIB .....	53
Gambar 4.27 Hasil Simulasi Pukul 15.00 WIB .....	54
Gambar 4.28 Visualisasi Ruang Laboratorium Fenomena Dasar Mesin, Teknik Mesin....	57
Gambar 4.29 Laboratorium Fenomena Dasar Mesin, Teknik Mesin.....	57
Gambar 4.30 Titik Ukur Pencahayaan Laboratorium Fenomena Dasar Mesin, Teknik Mesin .....	58
Gambar 4.31 Hasil Simulasi Pukul 09.00 WIB .....	60
Gambar 4.32 Hasil Simulasi Pukul 12.00 WIB .....	60
Gambar 4.33 Hasil Simulasi Pukul 15.00 WIB .....	60
Gambar 4.34 Hasil Simulasi Pukul 09.00 WIB .....	61
Gambar 4.35 Hasil Simulasi Pukul 12.00 WIB .....	62
Gambar 4.36 Hasil Simulasi Pukul 15.00 WIB .....	62
Gambar 4.37 Hasil Simulasi Pukul 09.00 WIB .....	63
Gambar 4.38 Hasil Simulasi Pukul 12.00 WIB .....	63
Gambar 4.39 Hasil Simulasi Pukul 15.00 WIB .....	63
Gambar 4.40 Visualisasi Ruang Laboratorium Hidrolika Terapan, Teknik Pengairan .....	66
Gambar 4.41 Laboratorium Hidrolika Terapan, Teknik Pengairan .....	67
Gambar 4.42 Titik Ukur Pencahayaan Laboratorium Hidrolika Terapan, Teknik Pengairan .....	67
Gambar 4.43 Hasil Simulasi Pukul 09.00 WIB .....	69
Gambar 4.44 Hasil Simulasi Pukul 12.00 WIB .....	70
Gambar 4.45 Hasil Simulasi Pukul 15.00 WIB .....	70
Gambar 4.46 Hasil Simulasi Pukul 09.00 WIB .....	71
Gambar 4.47 Hasil Simulasi Pukul 12.00 WIB .....	71
Gambar 4.48 Hasil Simulasi Pukul 15.00 WIB .....	71
Gambar 4.49 Hasil Simulasi Pukul 09.00 WIB .....	72
Gambar 4.50 Hasil Simulasi Pukul 12.00 WIB .....	73
Gambar 4.51 Hasil Simulasi Pukul 15.00 WIB .....	73
Gambar 4.52 Sunpath Diagram Sisi Timur Rual PL (Sudut Azimuth 191° & Altitude 101° ).....	75
Gambar 4.53 Sunpath Diagram Sisi Timur Rual PL (Sudut Azimuth 281° & Altitude 191° ).....	76





Gambar 4.54 Hasil Alternatif 1 Laboratorium Pengecoran Logam .....	79
Gambar 4.55 Hasil Alternatif 2 Laboratorium Pengecoran Logam... ..	81
Gambar 4.56 Hasil Alternatif 3 Laboratorium Pengecoran Logam .....	82
Gambar 4.57 Potongan Ruang Pengecoran Logam (Rekomendasi Desain) .....	84
Gambar 4.58 Potongan instrumen pencahayaan Ruang Pengecoran Logam .....	84
Gambar 4.59 Rekomendasi Ruang Pengecoran Logam Terhadap Bangunan.....	85
Gambar 4.60 Sunpath Diagram Sisi Barat Ruang Mekar (Sudut Azimuth 101°dan Altitude 11°) .....	85
Gambar 4.61 Sunpath Diagram Sisi Utara Ruang Mekar (Sudut Azimuth 101°dan Altitude 11°) .....	85
Gambar 4.62 Hasil Alternatif 1 Laboratorium Motor Bakar.....	89
Gambar 4.63 Hasil Alternatif 2 Laboratorium Motor Bakar.....	91
Gambar 4.64 Hasil Alternatif 3 Laboratorium Motor Bakar .....	92
Gambar 4.65 Potongan Ruang Motor Bakar (Rekomendasi Desain).....	93
Gambar 4.66 Potongan instrumen pencahayaan Ruang Motor Bakar.....	94
Gambar 4.67 Rekomendasi Ruang Motor Bakar Terhadap Bangunan.....	94
Gambar 4.68 Sunpath Diagram Sisi Utara Ruang FDM (Sudut Azimuth 349°dan Altitude 269°) .....	95
Gambar 4.69 Sunpath Diagram Sisi Timur Ruang FDM (Sudut Azimuth 269°& Altitude 179°) .....	95
Gambar 4.70 Sunpath Diagram Sisi Timur Ruang FDM (Sudut Azimuth 179°& Altitude 349°) .....	95
Gambar 4.71 Hasil Alternatif 1 Laboratorium Fenomena Dasar Mesin .....	99
Gambar 4.72 Hasil Alternatif 2 Laboratorium Fenomena Dasar Mesin .....	101
Gambar 4.73 Hasil Alternatif 3 Laboratorium Fenomena Dasar Mesin .....	102
Gambar 4.74 Potongan instrumen pencahayaan Ruang Fenomena Dasar Mesin .....	104
Gambar 4.75 Tampak instrumen pencahayaan Ruang Fenomena Dasar Mesin .....	104
Gambar 4.76 Rekomendasi Ruang Fenomena Dasar Mesin Terhadap Bangunan.....	105
Gambar 4.77 Sunpath Diagram Sisi Timur Ruang Hidrolika (Sudut Azimuth 148°& Altitude 58°) .....	105
Gambar 4.78 Sunpath Diagram Sisi Timur Ruang Hidrolika (Sudut Azimuth 328°& Altitude 238°) .....	105
Gambar 4.79 Hasil Alternatif 1 Laboratorium Hidrolika Terapan.....	109
Gambar 4.80 Hasil Alternatif 2 Laboratorium Hidrolika Terapan.....	110





Gambar 4. 81 Eksterior Laboratorium Pengecoran Logam Sebelum & Sesudah  
Rekomendasi..... 112

Gambar 4. 82 Eksterior Laboratorium Motor Bakar Sebelum& Sesudah Rekomendasi.... 113

Gambar 4. 83 Eksterior Laboratorium FDM Sebelum& Sesudah Rekomendasi..... 114

