

TESIS

**EFISIENSI ENERGI PADA RUANG PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA MELALUI
OPTIMASI PENCAHAYAAN ALAMI DAN BUATAN**



ADELI RAHAMAN RIANDITO
No. Mhs.: 09.017/PS/MTA

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ARSITEKTUR
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2012



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ARSITEKTUR

PENGESAHAN TESIS

Nama : ADELI RAHAMAN RIANDITO
Nomor Mahasiswa : 09.017/PS/MTA
Konsentrasi : Arsitektur Digital
Judul Tesis : Efisiensi Energi pada Ruang Perpustakaan Fakultas
Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
melalui Optimasi Pencahayaan Alami dan Buatan

Nama Pembimbing	Tanggal	Tanda Tangan
Prof. Ir. Prasasto Satwiko, M.BSc., Ph.D.		
Ir. Sinta Dewi, M.Sc.		



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ARSITEKTUR

PENGESAHAN TESIS

Nama : ADELI RAHAMAN RIANDITO
Nomor Mahasiswa : 09.017/PS/MTA
Konsentrasi : Arsitektur Digital
Judul Tesis : Efisiensi Energi pada Ruang Perpustakaan Fakultas
Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
melalui Optimasi Pencahayaan Alami dan Buatan

Nama Penguji	Tanggal	Tanda Tangan
Prof. Ir. Prasasto Satwiko, M.BSc., Ph.D. (Ketua)	29.03.12	
Ir. Sinta Dewi, M.Sc. (Sekretaris)	29.03.12	
Ir. Atmadji, M.T. (Anggota)	29.03.2012	

Ketua Program Studi

Dr. Amos Setiadi, S.T., M.T.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa tesis dengan judul **“Efisiensi Energi pada Ruang Perpustakaan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia melalui Optimasi Pencahayaan Alami dan Buatan”** merupakan hasil karya saya sepenuhnya dan bukan merupakan duplikasi dari karya tulis yang telah ada sebelumnya. Semua informasi yang didapatkan dari sumber-sumber lain telah dinyatakan seluruhnya secara tertulis. Keseluruhan isi tesis ini merupakan tanggung jawab saya dan saya siap untuk menanggung segala resiko yang ada apabila nantinya diketahui bahwa terdapat unsur plagiarisme atau penjiplakan dalam isi tesis ini.

Yogyakarta, Maret 2012

Adeli Rahaman Riandito

INTISARI

Kenyamanan pengguna perpustakaan harus terpenuhi untuk mendukung semua aktivitas di dalamnya, khususnya kenyamanan visual. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pencahayaan alami dan buatan untuk mendapatkan hasil yang optimal pada ruang perpustakaan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, dengan tinjauan penghematan energi menurut Standar Nasional Indonesia.

Penelitian ini dilakukan dengan dua cara yaitu pengukuran dan simulasi. Pengukuran intensitas pencahayaan di lapangan dilakukan pada pagi, siang, sore dan malam hari menggunakan Luxmeter dan membandingkannya dengan standar pencahayaan untuk perpustakaan. Simulasi komputer menggunakan perangkat lunak DIALux 4.9 dilakukan sebagai alat bantu untuk menganalisis dan menyelesaikan permasalahan pencahayaan alami dan buatan pada perpustakaan ini.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kondisi pencahayaan alami dan buatan pada ruang perpustakaan ini sudah cukup baik. Beberapa perubahan secara ringan pada bukaan tidak banyak berpengaruh pada intensitas cahaya alami yang didapatkan, tanpa merubah dimensi bukaan. Penghematan energi dapat dilakukan dengan mengatur kembali letak rak buku yang menghalangi masuknya cahaya alami, pengaturan saklar lampu, mematikan beberapa lampu pada area yang intensitasnya sudah tercukupi, dan mengganti lampu dan armatur yang sudah ada dengan jenis yang lebih hemat.

Kata kunci: pencahayaan alami dan buatan, simulasi, penghematan energi

ABSTRACT

Convenience of library users must be fulfilled to support all activities in it, especially the visual comfort. This research aims to assess the natural and artificial lighting to obtain optimal results in the library of the Faculty of Civil Engineering and Planning Islamic University of Indonesia, with an overview of energy savings according to the National Standards of Indonesia (SNI).

This research was done in two ways: measurement and simulation. Lighting intensity measurements performed in the morning, afternoon, evening and night on the field with Luxmeter and compare it with the standard lighting for library. Computer simulations use the DIALux 4.9 software performed as a tool to analyze and solve the problems of natural and artificial lighting on this library.

The analysis results show that the condition of natural and artificial lighting on this library is already good enough. Some minor changes in the openings do not have much effect for natural light intensity obtained, without changing the dimensions of the openings. Energy savings can be achieved by rearranging the location of the bookcase that blocks the entry of natural light, light switch arrangement, turn off some lights in the area whose intensity has been fulfilled, and replace the existing lamps and luminaires with a more efficient types.

Keywords: natural and artificial lighting, simulation, energy saving

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, tidak lupa sholawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan pengikutnya hingga akhir jaman. Syukur alhamdulillah penulisan laporan tesis ini dapat terselesaikan dengan baik, meskipun masih jauh dari sempurna. Laporan tesis yang berjudul **Efisiensi Energi pada Ruang Perpustakaan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia melalui Optimasi Pencahayaan Alami dan Buatan** ini disusun sebagai syarat kelulusan pada Program Studi Magister Teknik Arsitektur Program Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dan membantu dalam penyusunan tesis ini, antara lain kepada:

1. Bapak Dr. Amos Setiadi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Arsitektur.
2. Bapak Prof. Ir. Prasasto Satwiko, M.BSc., Ph.D., selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan ilmu yang sangat bermanfaat.
3. Ibu Ir. Sinta Dewi, M.Sc., selaku dosen pembimbing yang telah membantu memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang bermanfaat sehingga penulisan tesis ini menjadi lebih sempurna.
4. Bapak Ir. Atmadji, M.T., selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dan menyempurnakan tesis ini.
5. Bapak Dr. Ir. Arif Kusumawanto, M.T., selaku dosen pembimbing awal yang telah memberikan bimbingan, ilmu dan arahan pada saat penyusunan proposal tesis.

6. Seluruh pegawai dan pengelola perpustakaan, serta petugas keamanan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia yang telah membantu dalam kelancaran proses pengambilan data di lapangan.
7. Bapak Drs. Sunarta, M.S. dan pegawai Unit Layanan Fisika Dasar Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada, serta Sari yang telah membantu dalam proses peminjaman alat ukur.
8. Kedua orang tuaku dan adikku Nisa, serta seluruh keluarga besar dari Ibu dan Bapak atas kasih sayang, motivasi, dukungan, dan doanya. Khusus untuk Ibuku Ir. Rini Darmawati, M.T., terima kasih atas ide, tambahan ilmu, arahan, dan bimbingannya.
9. Resi Hira Ratu Regina atas semangat penuh, doa, kasih sayang dan kesabarannya.
10. Teman-teman *Building Science* Yusak dan Widhi, serta teman-teman Seangkatan Pak Suprihana, Pak Ferdinand, Pak Hasnan, Bruari, Yean dan Tita atas semangat dan bantuannya.
11. Seluruh Pegawai dan staf Pengajar Program Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
12. Seluruh teman dan pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dan *support*.

Di akhir kata, penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan tesis ini. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pribadi dan pembaca.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Maret 2012

Penyusun

Adeli Rahaman Riandito

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
INTISARI.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.1.1 Latar Belakang Studi Kasus Perpustakaan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.....	1
1.1.2 Latar Belakang Permasalahan.....	3
1.1.2.1 Penghematan Energi pada Bangunan.....	3
1.1.2.2 Permasalahan Pencahayaan pada Perpustakaan.....	4
1.1.2.3 Pencahayaan pada Ruang Perpustakaan FTSP UII.....	6
1.1.3 Rumusan Permasalahan.....	8
1.1.4 Keaslian Penelitian.....	8
1.1.5 Manfaat Penelitian.....	10
1.2 Tujuan dan Sasaran Penelitian.....	11
1.2.1 Tujuan Penelitian.....	11
1.2.2 Sasaran Penelitian.....	11
1.3 Lingkup Penelitian.....	11
1.4 Sistematika Penulisan.....	12

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Istilah dan Satuan Cahaya.....	14
2.2	Pencahayaan Alami	18
2.2.1	Istilah pada Pencahayaan Alami	18
2.2.2	Strategi Desain Pencahayaan Alami yang Optimal	19
2.3	Pencahayaan Buatan	22
2.3.1	Istilah pada Pencahayaan Buatan.....	22
2.3.2	Strategi Desain Pencahayaan Buatan yang Optimal	22
2.4	Pencahayaan pada Perpustakaan.....	28
2.4.1	Persyaratan Pencahayaan	28
2.4.2	Pencahayaan yang Direkomendasikan.....	30
2.4.3	Penggunaan Daya Listrik yang Direkomendasikan.....	33
2.4.4	Jenis Lampu yang Direkomendasikan	34
2.5	Simulasi Pencahayaan dengan DIALux	36
2.6	Landasan Teori	38

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Tahapan Pelaksanaan Penelitian.....	39
3.2	Cara Pelaksanaan Penelitian	40
3.3	Populasi dan Sampel Penelitian.....	42
3.4	Instrumen Penelitian	46

BAB IV KONDISI EKSISTING KASUS PENELITIAN

4.1	Lokasi dan Letak Geografis.....	50
4.2	Keadaan Ruang Perpustakaan FTSP UII.....	52
4.3	Pencahayaan Alami dan Buatan pada Ruang Perpustakaan FTSP UII	56

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1	Analisa Pencahayaan pada Kondisi Eksisting	59
5.1.1	Pencahayaan Alami.....	60
5.1.1.1	Pencahayaan Alami berdasarkan Pengukuran Lapangan.....	60

5.1.1.2	Pencahayaan Alami berdasarkan Simulasi.....	63
5.1.2	Pencahayaan Buatan	67
5.1.2.1	Pencahayaan Buatan berdasarkan Pengukuran Lapangan	67
5.1.2.2	Pencahayaan Buatan berdasarkan Simulasi	68
5.1.3	Pencahayaan Alami dan Buatan secara Gabungan	70
5.1.4	Hasil Analisa Pencahayaan Alami dan Buatan pada Kondisi Eksisting.....	72
5.2	Optimasi Pencahayaan Alami dan Buatan.....	73
5.2.1	Pencahayaan Alami.....	73
5.2.2	Pencahayaan Buatan	77
5.2.3	Hasil Optimasi Pencahayaan Alami dan Buatan	80
5.3	Konsumsi Energi berdasarkan Standar Pencahayaan yang Direkomendasikan	82
 BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI		
6.1	Kesimpulan.....	84
6.2	Rekomendasi.....	85
DAFTAR PUSTAKA		xviii
LAMPIRAN.....		

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Keaslian Penelitian.....	9
Tabel 2.1	Simbol dan Satuan Cahaya.....	14
Tabel 2.2	Refleksi Cahaya.....	16
Tabel 2.3	Temperatur dan Tampak Warna.....	17
Tabel 2.4	Indeks Renderasi Warna.....	18
Tabel 2.5	Rekomendasi Tingkat Pencahayaan Minimum, Kelompok Renderasi Warna dan Temperatur Warna pada Perpustakaan	30
Tabel 2.6	Rekomendasi Tingkat Pencahayaan Minimum pada Perpustakaan	30
Tabel 2.7	Rekomendasi Tingkat Pencahayaan Minimum dan Jenis Lampu pada Perpustakaan.....	31
Tabel 2.8	Nilai Indeks Kesilauan Maksimum untuk Berbagai Tugas Visual dan Interior.....	32
Tabel 2.9	Daya Listrik Maksimum untuk Pencahayaan yang Diijinkan.....	33
Tabel 5.1	Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Alami pada Pagi Hari	61
Tabel 5.2	Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Alami pada Siang Hari	62
Tabel 5.3	Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Alami pada Sore Hari	62
Tabel 5.4	Hasil Simulasi Pencahayaan Alami pada Pagi Hari Kategori Pertama (09.40)	64
Tabel 5.5	Hasil Simulasi Pencahayaan Alami pada Siang Hari Kategori Pertama (13.15)	64
Tabel 5.6	Hasil Simulasi Pencahayaan Alami pada Sore Hari Kategori Pertama (15.55)	64
Tabel 5.7	Hasil Simulasi Pencahayaan Alami pada Pagi Hari Kategori Kedua (08.00)	65
Tabel 5.8	Hasil Simulasi Pencahayaan Alami pada Siang Hari Kategori Kedua (12.00)	65
Tabel 5.9	Hasil Simulasi Pencahayaan Alami pada Sore Hari Kategori Kedua (16.00)	65

Tabel 5.10 Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Buatan pada Malam Hari.....	68
Tabel 5.11 Hasil Simulasi Pencahayaan Buatan pada Malam Hari	69
Tabel 5.12 Hasil Simulasi Pencahayaan Gabungan pada Pagi Hari	70
Tabel 5.13 Hasil Simulasi Pencahayaan Gabungan pada Siang Hari	70
Tabel 5.14 Hasil Simulasi Pencahayaan Gabungan pada Sore Hari	70
Tabel 5.15 Hasil Simulasi Pencahayaan Alami pada Pagi Hari Menggunakan Kaca Bening	75
Tabel 5.16 Hasil Simulasi Pencahayaan Alami pada Pagi Hari Menggunakan Kaca Bening dan Bidang Pemantul.....	75
Tabel 5.17 Hasil Simulasi Pencahayaan Alami pada Siang Hari Menggunakan Kaca Bening	76
Tabel 5.18 Hasil Simulasi Pencahayaan Alami pada Sore Hari Menggunakan Kaca Bening	76
Tabel 5.19 Hasil Simulasi Pencahayaan Buatan Menggunakan Lampu TL5	79
Tabel 5.20 Hasil Simulasi Pencahayaan Buatan Menggunakan Lampu LED	79
Tabel 5.21 Tabel Perbandingan Penggunaan Lampu TL5 dan Lampu LED	80
Tabel 5.22 Tabel Perbandingan Kepadatan Daya dengan Lampu TL-D, TL5, dan LED	83
Tabel 6.1 Nilai Intensitas Cahaya pada Contoh Rekomendasi Penataan Perabot.....	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Denah Perencanaan Ruang Perpustakaan FTSP UII	6
Gambar 1.2	Potongan Sederhana Utara-Selatan Ruang Perpustakaan FTSP UII	6
Gambar 1.3	Bukaan Sisi Utara Ruangan (Keadaan pada Bulan Maret dan April 2011)	7
Gambar 1.4	Bukaan Sisi Selatan Ruangan (Keadaan pada Bulan Maret dan April 2011)	7
Gambar 1.5	Pencahayaan Buatan pada Ruangan (Keadaan pada Bulan Maret 2011)	7
Gambar 2.1	Contoh Sederhana tentang Kontras	15
Gambar 2.2	Contoh Rak Cahaya yang Tipikal.....	20
Gambar 2.3	Contoh Bukaan yang Tidak Terkontrol	21
Gambar 2.4	Contoh <i>Overhang</i> untuk Mengontrol Cahaya Langsung.....	21
Gambar 2.5	Contoh Vegetasi dan Kisi-Kisi Penyaring Cahaya Alami.....	22
Gambar 2.6	Contoh Lampu Kerja di Ruang Baca Utama Perpustakaan Boston.....	29
Gambar 2.7	Bentuk Lampu TL (Kiri) dan CFL (Kanan)	34
Gambar 2.8	Lampu LED dan Aplikasinya pada Lampu Orientasi	35
Gambar 2.9	Contoh Visualisasi <i>Rendering</i> dan <i>False Color</i> DIALux.....	37
Gambar 3.1	Titik-Titik Sampel yang Digunakan dalam Pengukuran	43
Gambar 3.2	Bagan Kerangka Penelitian	45
Gambar 3.3	Luxmeter Digital SANWA Mobiken LX2	46
Gambar 3.4	Model Interior dan Eksterior sesuai Keadaan Ruangan Perpustakaan FTSP UII pada Tanggal 18 September 2011	47
Gambar 3.5	Pengaturan Parameter Pencahayaan Alami pada DIALux 4.9	48
Gambar 3.6	Pengaturan Parameter Pencahayaan Buatan pada DIALux 4.9.....	48
Gambar 4.1	Lokasi Gedung FTSP di Area Kampus Terpadu UII	50
Gambar 4.2	Foto Udara Gedung FTSP UII pada Tahun 2007	50

Gambar 4.3	Letak Ruang Perpustakaan pada Denah Perencanaan Lantai Dasar FTSP UII	51
Gambar 4.4	Partisi Ruang Perpustakaan FTSP UII (Keadaan pada Bulan Maret 2011)	52
Gambar 4.5	Denah Ruang Perpustakaan FTSP UII	52
Gambar 4.6	Keadaan Susunan Furnitur dan Area pada Ruang Perpustakaan FTSP UII pada Tanggal 18 September 2011.....	53
Gambar 4.7	Area <i>Front Desk</i> pada Ruang Koleksi (Keadaan pada Bulan Agustus 2011).....	54
Gambar 4.8	Area Baca pada Ruang Koleksi (Keadaan pada Bulan Agustus 2011).....	54
Gambar 4.9	Area Baca dan Rak Buku pada Ruang Referensi 1 (Keadaan pada Bulan Agustus 2011).....	54
Gambar 4.10	Area Kerja Pegawai dan Layanan Fotokopi pada Ruang Referensi 1 (Keadaan pada Bulan Agustus 2011).....	55
Gambar 4.11	Area Baca/Diskusi dan Rak Buku pada Ruang Referensi 2 (Keadaan pada Bulan Agustus 2011)	55
Gambar 4.12	Ruang Pelayanan Teknis (Keadaan pada Bulan Agustus 2011)	56
Gambar 4.13	Potongan A-A yang Menunjukkan Sumber Cahaya Alami dan Buatan pada Ruang Perpustakaan FTSP UII.....	57
Gambar 4.14	Denah Titik Lampu.....	57
Gambar 4.15	Dimensi dan Spesifikasi Armaturnya pada Kondisi Eksisting.....	58
Gambar 5.1	Visualisasi Hasil Simulasi Pencahayaan Alami dengan Rentang Warna pada Pagi Hari Kategori Kedua (08.00).....	66
Gambar 5.2	Visualisasi Hasil Simulasi Pencahayaan Alami dengan Rentang Warna pada Siang Hari Kategori Kedua (12.00).....	66
Gambar 5.3	Visualisasi Hasil Simulasi Pencahayaan Alami dengan Rentang Warna pada Sore Hari Kategori Kedua (16.00)	66
Gambar 5.4	Bentuk dan Dimensi Philips Lineco TMS022.....	69
Gambar 5.5	Visualisasi Hasil Simulasi Pencahayaan Buatan dengan Rentang Warna pada Malam Hari	69

Gambar 5.6	Visualisasi Hasil Simulasi Pencahayaan Gabungan dengan Rentang Warna pada Pagi Hari.....	71
Gambar 5.7	Visualisasi Hasil Simulasi Pencahayaan Gabungan dengan Rentang Warna pada Siang Hari.....	71
Gambar 5.8	Visualisasi Hasil Simulasi Pencahayaan Gabungan dengan Rentang Warna pada Sore Hari	71
Gambar 5.9	Penggantian Material <i>Glassblock</i> dengan Kaca Bening.....	74
Gambar 5.10	Penambahan Bidang Pemantul Selebar 50 Cm	74
Gambar 5.11	Bentuk dan Dimensi Philips SmartForm TPS460 HFP C8-VH.....	77
Gambar 5.12	Bentuk dan Dimensi Philips SmartForm LED BPS460 W22L120 LIN-PC	78
Gambar 5.13	Penjelasan tentang Area-Area pada Perpustakaan terkait Pencahayaan Alami dan Buatan	81
Gambar 6.1	Visualisasi Contoh Rekomendasi Penataan Perabot dengan Rentang Warna	86

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Surat Keterangan Alat
- Lampiran 2 DIALux Project

