

# STUDI TATA PENCAHAYAAN ALAMI PADA BUKAAN GEDUNG FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Belda Avisia Dewanti<sup>1</sup>, Heru Sufianto<sup>2</sup>, Agung Murti Nugroho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167 Malang, 65145, Telp. 0341-567486

Alamat Email Penulis: beldaavissa@gmail.com

## ABSTRAK

Pemanasan global dan keterbatasan sumber energi saat ini mendesak untuk mengadakan upaya hemat energi. Sektor bangunan kantor dan komersil memiliki persentase penggunaan energi yang besar yaitu 45% dari kebutuhan energi dunia yang 25% - 27%nya merupakan penggunaan energi pada sistem pencahayaan. Peran arsitek untuk menghasilkan konsep hemat energi yaitu konsep meningkatkan penggunaan penerangan alami untuk menggantikan sistem tata lampu pada jam kerja. Bangunan sebagai objek penelitian adalah Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Pada bangunan tersebut bangunan menghadap ke arah Timur dan Barat dengan dimensi bukaan yang minim dan tanpa shading device. Kajian penelitian ini menggunakan metode eksperimental kuantitatif sebagai metode umum. Metode deskriptif digunakan pada awal penelitian untuk memberikan deskripsi tentang situasi atau fenomena yang terjadi. Simulasi dengan software Dialux dan mengolah hasil simulasi yang kemudian dapat dijadikan acuan rekomendasi desain. Hasilnya untuk mendapatkan hasil rekomendasi desain bukaan dan shading device yang memenuhi standar pencahayaan alami pada ruang kantor.

Kata kunci: sistem pencahayaan alami, bukaan, elemen peneduh, bangunan kantor

## ABSTRACT

*Global warming and the limitations of current energy sources is urgent to conduct energy-saving efforts. Office and commercial building sector has a large percentage of energy use is 45% of the world's energy needs, and 25% - 27% of them are energy use in lighting systems. The role of the architect to produce energy-saving concept, namely the concept of increasing the use of natural lighting to replace the lighting system during working hours. Building as an object of study is the Faculty of Fisheries and Marine Sciences Brawijaya University. In the building of the building facing toward the East and West with minimal dimensions apertures and without any shading devices. This research study uses quantitative experimental methods as a general method. Descriptive method used at the beginning of the study to provide a description of the situation or phenomenon occurs. Simulation with DIALux software and process simulation results can then be used as a reference design recommendations. The result is to get the design recommendations of apertures and shading devices that meet the standards of natural light into the office space.*

*Keywords: daylighting, apertures, shading devices, office buildings*

## 1. Pendahuluan

Pemanasan global yang terjadi saat ini mendesak kita mengadakan adanya upaya penghematan energi. Menurut Tim Peneliti Energi dan Listrik, pada tahun 1983-1988 bangunan kantor dan bangunan komersil merupakan bangunan yang paling banyak menggunakan energi di Indonesia. Sektor bangunan tersebut memiliki persentase penggunaan energi yang besar yaitu 45% dari keseluruhan kebutuhan energi dunia. Pada umumnya bangunan gedung pada negara tropis seperti Indonesia paling banyak menggunakan energi untuk sistem tata cahaya, sistem tata udara, eskalator, lift serta elektronik dan alat kantor. Dari seluruh persentase penggunaan energi, 25%-27%nya merupakan penggunaan energi pada sistem pencahayaan. Dengan melihat persentase tersebut maka peran arsitek menghasilkan adanya konsep bangunan hemat energi. Dalam perencanaan hemat energi konsep meningkatkan penerangan alami untuk menggantikan sistem tata lampu pada siang hari (Gw, Kusumo, 2011). Segala karya yang terwujud dan tercipta dapat dinikmati melalui indera sentuh dan pengelihatannya.

Fungsi bangunan perkantoran pada umumnya berupa *midrise building* atau *high rise building*. Yang mana merupakan penyumbang penggunaan energi yang cukup besar dalam penggunaan energi dunia. Pada gedung perkantoran ruang kerja adalah fungsi yang diutamakan, karena pusat aktivitas bagi pekerja. Selain itu kondisi ruang kerja berperan penting dalam memberikan kenyamanan bagi pemakainya. Pada kasus ini yaitu dalam hal kebutuhan pencahayaan guna membantu pengelihatannya. Pencahayaan harus disesuaikan dengan besar kebutuhan pencahayaan ruang kerja, karena berpengaruh pada tingkat kenyamanan pengguna serta tingkat fokus dalam bekerja.

Pada penelitian ini penulis menggunakan ruang kerja pada gedung perkantoran yang mejadi pusat aktivitas bagi pengguna gedung. Studi kasus yang digunakan adalah *midrise building* pada Universitas Brawijaya. Pemilihan objek penelitian difokuskan pada bangunan perkantoran dengan dimensi bukaan jendela yang kecil. Dengan kriteria tersebut maka studi kasus yang digunakan adalah Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, yang merupakan gedung dengan fungsi kantor yang berlantai delapan. Pengembangan beberapa gedung bertingkat yang dilakukan Universitas Brawijaya, berdampak pada tagihan listrik yang terus meningkat hingga mencapai milyaran rupiah per tahun sehingga menuntut Universitas Brawijaya agar melakukan tindakan konservasi energi listrik (prasetya.ub, 2009).

## 2. Metode

Penelitian ini menggunakan beberapa tahap metode. Metode-metode yang digunakan dalam kajian ini, antara lain:

- a. Metode eksperimental kuantitatif sebagai metode umum. Pembahasan memiliki alur deduktif yaitu artinya menjelaskan bahasan umum terlebih dahulu lalu menjelaskan bahasan khusus. Penelitian diawali dengan pengumpulan data primer berupa survey lapangan, pengukuran lapangan, dokumentasi dan simulasi. Pengumpulan data primer berjalan bersamaan dengan data sekunder yang berupa pustaka, standar, dan teori yang berkaitan.

- b. Metode deskriptif digunakan pada awal penelitian untuk memberikan deskripsi tentang situasi atau fenomena yang terjadi.
- c. Metode eksperimental digunakan pada tahap simulasi kondisi eksisting dan desain. Lalu dilanjutkan dengan menentukan rekomendasi desain. Eksperimen pertama dilakukan pada kondisi eksisting ruang untuk mengetahui kinerja pencahayaan alami dalam ruang pada tanggal 21 Maret, 22 Juni dan 22 Desember pada pukul 09.00, 12.00, 15.00 WIB. Terdapat 2 variabel yaitu bukaan pencahayaan alam dan pembayang matahari internal (*light shelves*). Kedua variabel bebas ini akan dicoba dengan berbagai strategi rekomendasi desain menggunakan simulasi digital dengan variabel terikatnya yaitu pencahayaan dalam ruang (lux) menggunakan perhitungan calculation surfaces di ketinggian 0,75 m. Untuk mengetahui pembayang matahari dan bukaan yang tepat sesuai sudut orientasi pada kedua sisi bangunan maka dilakukan analisis sudut pembayang matahari menggunakan *sunpath diagram* (Tabel 1).

**Tabel 1. SBV dan SBH GEdung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan**

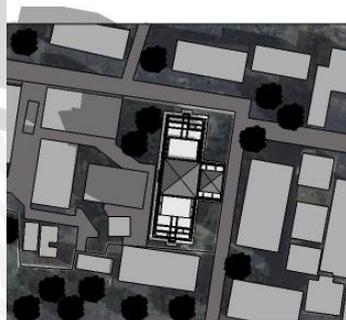
	Timur (azimuth 190°)						Barat (azimuth 10°)					
	22 Jun		22 Mar		22 Des		22 Jun		22 Mar		22 Des	
	SBH	SBV	SBH	SBV	SBH	SBV	SBH	SBV	SBH	SBV	SBH	SBV
09.00	-46	46	-18	45	+14	44	-	-	-	-	-	-
12.00	-	-	-	-	+80	86	+80	82	+80	88	-	-
15.00	-	-	-	-	-	-	+26	38	0	44	-34	50

Lokasi Penelitian yaitu gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, bangunan dengan jumlah lantai 8. Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dipilih atas pertimbangan dimensi bukaan yang kecil tanpa *shading device*, orientasi bangunan Timur dan Barat. Diambil sample lantai pada lantai 2, lantai 4 dan lantai 6. Besaran ruang tipikal tiap lantai, sehingga tiap sampel lantai diambil 2 sampel pada orientasi timur dan orientasi barat dengan bentuk yang tipikal. Sehingga didapatkan 6 sampel ruangan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Analisis Tapak

Kampus pusat dari Universitas Brawijaya berada pada kawasan Barat dari Kota Malang, yaitu di Jalan veteran dengan luas lahan 58 ha, terletak pada 112°36'45,88" Bujur Timur dan 7°57'20,00" Lintang Selatan.



**Gambar 1. Letak Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan**

Dengan ketinggian gedung 8 lantai, tidak semua lantai akan diteliti, melainkan hanya diambil sampel berupa ruangan-ruangan yang sudah dapat mewakili objek studi yaitu pada lantai 2, lantai 4 dan lantai 6.



**Gambar 2. Fasad Sisi Utara, Fasad Sisi Timur, Fasad Sisi Selatan dan Fasad Sisi Barat**



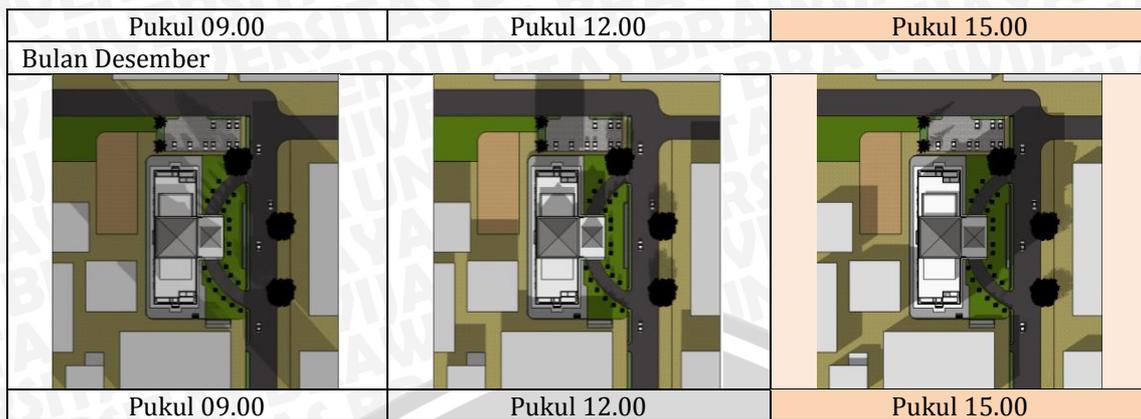
**Gambar 3. Eksisting Jendela Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan**

### 3.2 Identifikasi Pembayangan dengan Lingkungan Sekitar

Pembayangan dari lingkungan pada bangunan akan berbeda sesuai arah mataharinya, oleh karena itu berikut merupakan olah pembayangan dari lingkungan sekitar pada bangunan sesuai waktu yang ditentukan:

**Tabel 1. Pembayangan Lingkungan Sekitar pada Bangunan**

Bulan Juni		
Pukul 09.00	Pukul 12.00	Pukul 15.00
Bulan Maret		



Pembayangan lingkungan sekitar yang membayangi bangunan berasal terjadi pada sore hari dari sisi barat bangunan, yaitu gedung Pasca Sarjana. Gedung Pasca Sarjana tersebut berlantai 2, sehingga pembayangan membayangi sisi belakang gedung (orientasi barat) pada lantai 1 dan lantai 2.

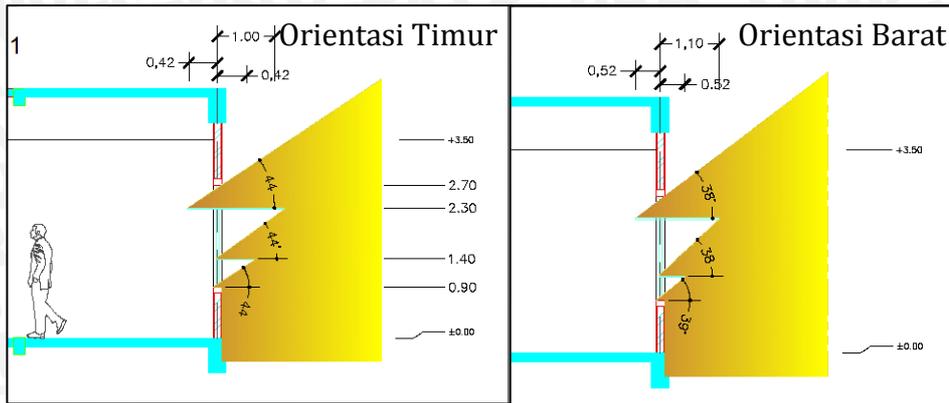
### 3.3 Evaluasi Kondisi Eksisting Pencahayaan Alami Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya

Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan memiliki bukaan pencahayaan alami dengan penerapan *side-lighting* dalam memasukkan pencahayaan alami kedalam bangunan. Untuk bukaan pencahayaan alami yakni dengan jendela *sliding* dan jendela mati pada sekeliling selubung bangunan lantai atas dengan material kaca bening. Dimensi jendela *sliding* yang terdapat disekeliling selubung bangunan gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan adalah 1,68 m x 1,24 m dengan jumlah 1 buah antar kolom dengan jarak 5,40 m. Pengukuran langsung tingkat pencahayaan alami tiap ruangan yang dilakukan pada pukul 10.00 WIB pada 6 ruang dengan titik ukur berdasarkan SNI 03-2396-2001 diketinggian 0,75 - 2,00 m. Setelah melakukan pengukuran langsung didapatkan bahwa:

- Sebagian besar tingkat pencahayaan alami pada ruangan eksisting Gedung Fakultas perikanan dan Ilmu Kelautan belum memenuhi standar tingkat pencahayaan ruang. Tingkat pencahayaan yang dihasilkan pada titik ukur sangat rendah yaitu 68 lux - 300 lux hal ini disebabkan dimensi bukaan pencahayaan alami yang minim.
- Tingkat pencahayaan alami didominasi pada angka yang belum memenuhi standar disebabkan oleh kurangnya jumlah bukaan dan dimensi yang belum maksimal meski sudah menggunakan kaca bening dengan transparansi 10%.
- Dengan orientasi Timur dan Barat menyebabkan cahaya yang masuk jarak dekat pada sekitar jendela pada titik tertentu mencapai >500 lux, hal ini dikarenakan tidak ada shading device pada kondisi eksisting bangunan.

### 3.4 Analisis Elemen Peneduh (Shading Device)

Pada sunpath diagram diketahui  $44^{\circ}$  untuk orientasi Timur bangunan dan  $38^{\circ}$  untuk orientasi Barat bangunan.



Gambar 4. *Shading Device* sesuai SBV

### 3.5 Validasi Data Pengukuran Lapangan dan Simulasi Digital

Validasi dilakukan agar mengetahui hasil simulasi menggunakan *software* DIALux 4.12 adalah valid dan hasil yang didapatkan nanti tidak berbeda jauh dengan pengukuran lapangan. Validasi data yaitu dengan cara mencari perbedaan hasil pengukuran langsung dan hasil simulasi digital (*relative error* (%)), semakin kecil persentase *relative error* maka semakin kecil perbedaan hasil simulasi digital dan pengukuran lapangan. Didapatkan tingkat *relative error* sebesar 3,65%, yang artinya simulasinya mendekati keadaan eksisting.

**Tabel 3. Validasi Pengukuran Eksisting**

Titik Ukur	Tingkat Pencahayaan Alami (lux)			
	10.00 WIB (2 Oktober 2016)		10.00 WIB (3 Oktober 2016)	
T1	85 lux	113 lux	96 lux	108 lux
T2	84 lux	143 lux	81 lux	125 lux
T3	114 lux	138 lux	77 lux	127 lux
T4	99 lux	120 lux	59 lux	118 lux
T5	460 lux	430 lux	442 lux	442 lux
T6	360 lux	343 lux	342 lux	338 lux
T7	439 lux	454 lux	691 lux	501 lux
T8	588 lux	564 lux	489 lux	612 lux
Relative Error	3,2 %		4,1%	
	3,65%			

### 3.4 Strategi Rekomendasi Desain Pencahayaan Alami Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya

Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan memiliki 2 orientasi bangunan yaitu orientasi Timur dan orientasi Barat. Terdapat 4 strategi rekomendasi desain untuk mencari bukaan mana yang paling optimal, yaitu strategi 1 dengan WWR 20% (1,80 m x 1,65 m), strategi 2 dengan WWR 25% (2,00 m x 1,40 m), strategi 3 dengan WWR 30% (2,00 m x 1,65 m) dan strategi 4 dengan WWR 35% (2,00 m x 1,80 m). Strategi rekomendasi desain tersebut disimulasikan pada sampel ruang kemudian dipilih strategi rekomendasi desain yang paling optimal.

### 3.4.1 Strategi Rekomendasi Desain dengan Orientasi Bangunan Timur

Pada bangunan dengan orientasi timur terbagi pada 3 sample ruang yaitu pada lantai 2 (R. Keuangan), lantai 4 (R. Seminar) dan lantai 6 (R. Kelas). Sampel ruang tersebut disimulasikan pada 3 strategi desain (Tabel 4). Cahaya yang masuk paling merata dan optimal pada bangunan orientasi Timur yaitu menggunakan strategi 1 dengan WWR 20% (1,80 x 1,65).

**Tabel 4. Hasil Strategi Desain Orientasi Timur**

Nama Ruang	Luas (m <sup>2</sup> )	Strategi -WWR	Bukaan Pencahayaan Alami	Tingkat Pencahayaan (lux)		
				Mar	Jun	Des
Ruang Keuangan (lantai 2)	75,6	1 - 20%	1,80 x 1,65 (2)	352	338	358
		2 - 25%	2,00 x 1,40 (2)	395	383	415
		3 - 30%	2,00 x 1,65 (2)	441	430	465
Ruang Seminar (lantai 4)	75,6	1 - 20%	1,80 x 1,65 (2)	351	331	344
		2 - 25%	2,00 x 1,40 (2)	388	372	367
		3 - 30%	2,00 x 1,65 (2)	447	431	461
Ruang Kelas (lantai 6)	75,6	1 - 20%	1,80 x 1,65 (2)	365	358	384
		2 - 25%	2,00 x 1,40 (2)	413	405	432
		3 - 30%	2,00 x 1,65 (2)	477	468	499

### 3.4.2 Strategi Rekomendasi Desain dengan Orientasi Bangunan Barat

Pada bangunan dengan orientasi timur terbagi pada 3 sample ruang yaitu pada lantai 2 (R. KTU), lantai 4 (R. Guru Besar) dan lantai 6 (R. Kelas). Sampel ruang tersebut disimulasikan pada 3 strategi desain (Tabel 5). Cahaya yang masuk paling merata dan optimal pada bangunan orientasi Barat yaitu menggunakan strategi 3 dengan WWR 30% (2,00 x 1,65).

**Tabel 5. Hasil Strategi Desain Orientasi Barat**

Nama Ruang	Luas (m <sup>2</sup> )	Strategi -WWR	Bukaan Pencahayaan Alami	Tingkat Pencahayaan (lux)		
				Mar	Jun	Des
Ruang KTU (lantai 2)	37,8	1 - 20%	1,80 x 1,65 (1)	219	255	211
		2 - 25%	2,00 x 1,40 (1)	291	336	279
		3 - 30%	2,00 x 1,65 (1)	345	385	414
Ruang Guru Besar (lantai 4)	37,8	1 - 20%	1,80 x 1,65 (1)	262	392	256
		2 - 25%	2,00 x 1,40 (1)	298	336	292
		3 - 30%	2,00 x 1,65 (1)	354	391	421
Ruang Kelas (lantai 6)	37,8	1 - 20%	1,80 x 1,65 (1)	229	260	226
		2 - 25%	2,00 x 1,40 (1)	317	357	313
		3 - 30%	2,00 x 1,65 (1)	333	352	317

### 3.4.3 Strategi Rekomendasi Desain dengan Orientasi Bangunan Barat dengan Lingkungan Sekitar

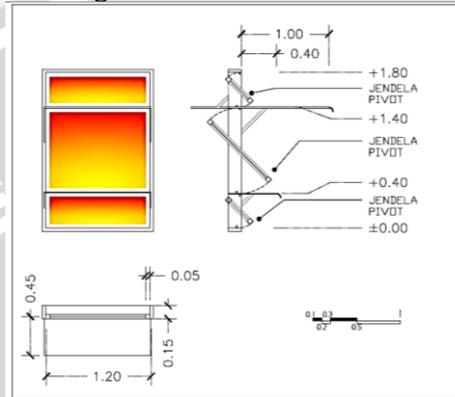
Pada bangunan dengan orientasi barat yang bersinggungan dengan bangunan luar disimulasikan pada 1 sample ruang yaitu pada lantai 2 (R. KTU). Sampel ruang tersebut disimulasikan pada 4 strategi desain (Tabel 6). Cahaya yang masuk paling merata dan optimal pada bangunan orientasi Barat dengan elemen luar yaitu menggunakan strategi 4 dengan WWR 35% (2,00 x 1,80).

**Tabel 6. Hasil Strategi Desain Orientasi Barat dan Lingkungan Sekitar**

Nama Ruang	Luas (m <sup>2</sup> )	Strategi -WWR	Bukaan Pencahayaan Alami	Tingkat Pencahayaan (lux)		
				Mar	Jun	Des
Ruang KTU (lantai 2)	37,8	1 - 20%	1,80 x 1,65 (1)	229	258	225
		2 - 25%	2,00 x 1,40 (1)	293	332	288
		3 - 30%	2,00 x 1,65 (1)	310	349	305
		4 - 35%	2,00 x 1,80 (1)	348	378	332

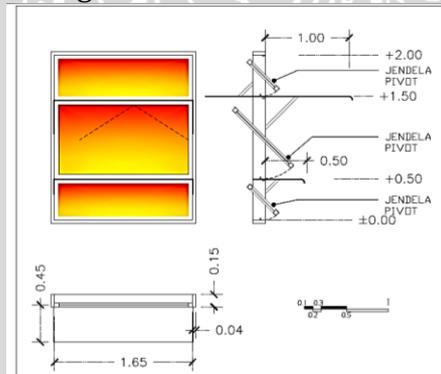
**4. Kesimpulan**

- a. Pencahayaan alami paling optimal pada bangunan FPIK dengan orientasi bangunan Timur : Strategi Rekomendasi Desain 1 – WWR 20%.



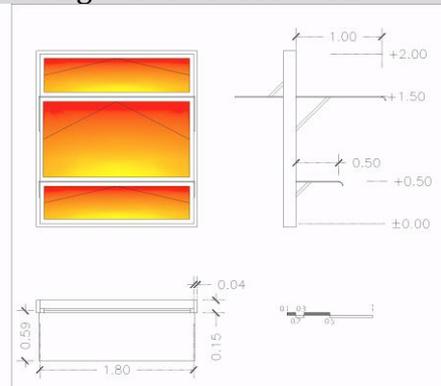
Gambar 5. Strategi 1 – WWR 20%

- b. Pencahayaan alami paling optimal pada bangunan FPIK dengan orientasi bangunan Barat : Strategi Rekomendasi Desain 3 – WWR 30%.



Gambar 6. Strategi 3 – WWR 30%

- c. Pencahayaan alami paling optimal pada bangunan FPIK dengan orientasi bangunan Barat : Strategi Rekomendasi Desain 4 – WWR 35%.



Gambar 7. Strategi 4 – WWR 35%

## Daftar Pustaka

- Acosta *et al.* 2015. *Analysis of the Accuracy of the Sjy Component Calculation in Datlighting Simulation Programs*. Solar Energy Volume 119. *Science Journal*.
- Badan Standardisasi Nasional. 2011. *SNI-6197: 2011: Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan*. Jakarta.
- Groat, Linda & Wang, David. 2002. *Architectural Research Methods*. New Jersey: Wiley.
- Gw, Ode Rapija; Kusumo, Beta Suryo (2011). *Studi Evaluasi Pencahayaan Alami pada Gedung Kuliah Bersama III Universitas Muhammadiyah Malang*.
- Neufert, E. 2002. *Data Arsitek*. Jakarta: Erlangga.
- Sukawi & Agung D. 2013. *Kajian Optimasi Pencahayaan Alami pada Ruang Perkuliahan, Studi Kasus Ruang Kuliah Jurusan Arsitektur FT-UNDIP*. *Jurnal Ilmiah Arsitektur*. Vol 2 (1): 2 & 7.
- Thojib, Jusuf dan Adhitama, Muhammad Satya. 2013. *Kenyamanan Visual Melalui Pencahayaan Alami pada Kantor (Studi Kasus Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang)*. *Jurnal Ruas*. Volume 11' No 2. 2013.

