

# OPTIMASI SISTEM PENCAHAYAAN PADA RUANG KELAS UNIVERSITAS BUDI LUHUR

Sri Kurniasih

Program Studi Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Budi Luhur  
Jl. Ciledug Raya Petukangan Utara Jakarta Selatan 12260  
E-mail: nkrnsh@gmail.com

**Abstract**— Classroom 4.3.4, 5.3.2 and 6.3.3 is used as a classroom for teaching and learning at Budi Luhur University of unit III. The focus of discussion in this study is the illumination and lighting systems in the classroom. Illumination that occurs in the classroom does not meet standards, illumination for classroom lighting is 250 lux - 300 lux, the amount of light points is not in accordance with the standard calculation, finding some space with lighting installations are not designed in groups. One attempt to correct this condition is to make proposals optimization. The first optimization is to replace the existing types of lamps with 36 watt fluorescent lamp, with the number of lights installed at each point lights (luminaire) by 2 pieces and the number of points of light used is the number of point lights existing condition. The second optimization is to use the same type of lights to the existing condition is a downlight Philips Essential 23W Energy Saver E27 220-240V 50-60 Hz Cool Daylight lamp with a number of points based on standard calculations. The third optimization is to replace the existing types of lamp with 36 watt fluorescent lamp with a number of lights installed at each point lights (luminaire) by 2 pieces and the number of light points in accordance with accounting standards. The study was done by measuring the strong lighting in the classroom by means of a lux meter, analyze case studies on existing conditions with the theory. Then the results of these measurements will be compared with the illumination calculations in accordance with the standard formula, which in turn will get to do some optimization. The results of this study showed a strong improvement of the optimization of the value nearing illumination standards and meet the standards. Optimizations that meet the standards is the third optimization with a illumination value on classroom 4.3.4 is 257 lux , classroom 5.3.2 is 278 lux and classroom 6.3.3 is 317 lux. Values obtained from this optimization are powerful illumination range of 257 lux to 317 lux. It can be concluded that the results of this optimization meet strong standards for classroom lighting.

**KeyWords**— illumination, classroom, optimization, lighting systems

## I. PENDAHULUAN

Sumber pencahayaan yang paling mudah didapat dan tidak mengkonsumsi energi apapun adalah matahari. Perancangan ruangan sebaiknya dikombinasikan dengan usaha memasukkan cahaya matahari ke dalam ruangan. Ironisnya, kekurangan pencahayaan pada sebuah ruangan di siang hari seringkali diantisipasi dengan penggunaan lampu, yang akhirnya akan mengkonsumsi energi listrik. Karena itu, dibutuhkan usaha memasukkan pencahayaan alami ke dalam bangunan untuk meminimalisasi penggunaan energi listrik tersebut.

Setiap pekerjaan memerlukan tingkat pencahayaan pada permukaannya. Pencahayaan yang baik menjadi penting untuk menampilkan tugas yang bersifat visual. Pencahayaan yang lebih baik akan membuat orang bekerja lebih produktif. Membaca buku dapat dilakukan dengan 100 sampai 200 lux. Hal ini merupakan pertanyaan awal perancang sebelum memilih tingkat pencahayaan yang benar. CIE (Commission International de l'Eclairage) dan IES (Illuminating Engineers Society) telah menerbitkan tingkat pencahayaan yang direkomendasikan untuk berbagai pekerjaan. Nilai-nilai yang direkomendasikan tersebut telah dipakai sebagai standar nasional dan internasional bagi perancangan pencahayaan. Pertanyaan kedua

adalah mengenai kualitas cahaya. Dalam kebanyakan konteks, kualitas dibaca sebagai perubahan warna.

Universitas Budi Luhur merupakan sebuah kampus yang hampir semua kegiatannya sudah berbasis teknologi informasi dan multimedia, yang semuanya itu sangat mengandalkan energi listrik terutama untuk kegiatan belajar mengajar. Fenomena yang terjadi adalah sering terjadinya listrik mati yang mengakibatkan terhambatnya atau terhentinya proses belajar mengajar di kelas. Dengan listrik mati secara otomatis pencahayaan di dalam kelas pun menjadi gelap meskipun ada bukaan pada dinding yang berhubungan langsung ke koridor atau ke ruang luar, dengan demikian peran dari bukaan dinding untuk memasukkan cahaya alami pun menjadi percuma. Meskipun demikian usaha untuk pengoptimalan sistem pencahayaan tidak hanya bergantung pada bukaan dinding (pencahayaan alami) maupun pada energi listrik (pencahayaan buatan), perlu adanya suatu kombinasi keduanya agar pengoptimalan sistem pencahayaan berjalan dengan baik dan kenyamanan visual di dalam ruang kelas dapat tercapai yang pada akhirnya dapat meningkatkan kinerja siswa di dalam ruang kelas.

Berdasarkan uraian tersebut perlu adanya suatu penelitian mengenai pencahayaan alami dan buatan dalam mengoptimalkan sistem

pencahayaan di dalam kelas. Adapun objek yang dijadikan studi kasus dalam penelitian ini adalah Ruang Kelas Universitas Budi Luhur di Jakarta.

## II. OPTIMASI PENCAHAYAAN

Tujuan optimasi pencahayaan ruang pendidikan adalah agar pelajar dan pengajar dapat melakukan aktifitas dengan baik di dalam ruangan, efisiensi dalam konsumsi energi listrik serta kenyamanan penglihatan. Penggunaan energi yang baik adalah sesuai dengan kebutuhan. Ada langkah-langkah dalam mencapai efisiensi yaitu pemasangan alat kontrol pada lampu, pengelompokkan titik-titik lampu terhadap sakelar, penggunaan lumener yang sesuai, pemanfaatan cahaya alam, pengoperasian dan perawatan sistem pencahayaan. Desain instalasi pencahayaan untuk ruang pendidikan disesuaikan dengan kebutuhan penggunaan ruangan seperti untuk perpustakaan, laboratorium, studio atau ruang kuliah. Setiap ruangan mempunyai kebutuhan intensitas pencahayaan yang berbeda-beda (Harten P. Van, Setiawan E, 1985; 36-42).

Tabel 1. Pencahayaan yang direkomendasikan untuk sekolah

Nama Ruang	Pencahayaan Standar (lux)	Uniformity Ratio	Limiting Glare Index
Ruang Kelas umum	250 - 300	0,8	19
Ruang Kelas khusus untuk kegiatan detail (mis: ruang seni)	500	0,8	19
Area Sekolah:			
Koridor, tangga	80 - 120	-	19
Lobby, Area tunggu	175 - 250	-	19
Resepsionis	250 - 350	-	19
Atrium	400	-	19

Sumber: Bean, 2004:194

### 2.1. Hubungan Cahaya dan Ruang

Ruang selalu melingkupi keberadaan manusia. Melalui pewadahan ruangnya manusia bergerak, melihat bentuk-bentuk dan benda-benda, mendengar suara-suara, merasakan angin bertiup, dan lain-lain. Pada ruang, bentuk visual, kualitas cahaya, dimensi dan skala ditentukan oleh batas-batas yang telah ditentukan oleh unsur-unsur bentuk.

Ruang ada di sebelah dalam dan luar bangunan, di sekitar dan di antara bangunan-bangunan. Itulah elemen dimana manusia bereaksi apabila mengalami lingkungan mereka. Oleh sebab itu, untuk menciptakan pencahayaan yang baik perancang harus mengerti beberapa aspek dari persepsi manusia terhadap cahaya pada ruang, sebagai berikut :

#### 1. *Relativity of Brightness*

Nilai absolut untuk penerangan (*brightness*) adalah luminasi, namun manusia menilai terang dari suatu objek relative dengan penerangan dari sekelilingnya.

#### 2. *Brightness Constancy*

Untuk membuat nalar dari lingkungan visual, otak harus melakukan penyesuaian terhadap apa yang dilihat mata. Kemampuan otak untuk

mengabaikan perbedaan pencahayaan pada kondisi tertentu disebut *brightness constancy*

#### 3. *Colour Constancy*

Kemampuan otak untuk menghapus perbedaan warna yang disebabkan oleh perbedaan pencahayaan disebut *colour constancy*. Kemampuan ini memiliki implikasi yang penting karena jika tidak maka tidak dapat mengenali rumah sendiri bila pulang pada waktu yang berbeda. Namun *colour constancy* tidak dapat digunakan bila lebih dari satu tipe sumber cahaya digunakan secara simultan.

#### 4. Fenomena persepsi warna lainnya

Warna-warna hangat (merah, oranye dan kuning) terlihat lebih dekat pada mata, sementara warna-warna dingin (biru, hijau dan abu-abu gelap) terlihat lebih jauh. Maka pemilihan warna dinding dapat membuat ruang menjadi lebih luas atau lebih sempit.

#### 5. Efek *Foreground*

Otak selalu berusaha untuk memilah sinyal visual dari gangguan visual. Bila hal ini menjadi sulit atau tidak mungkin, maka pemandangan tersebut dirasakan mengganggu.

#### 6. Teori Gestalt

Tujuan melihat adalah untuk mengumpulkan informasi. Otak senantiasa mencari pola-pola yang dimengerti. Pencarian otak terhadap pengertian keseluruhan dari bagian-bagian terpisah merupakan teori gestalt. Sebuah rancangan pencahayaan yang berhasil bukanlah bila setiap bagiannya dirancang dengan baik, namun bila keseluruhan komposisi rancangan merupakan satu kesatuan utuh yang memiliki arti dan tidak mengganggu.

### 2.2. Pencahayaan Buatan

Cahaya hanya merupakan satu bagian berbagai jenis gelombang elektromagnetis yang terbang ke angkasa. Gelombang tersebut memiliki panjang dan frekuensi tertentu, yang nilainya dapat dibedakan dari energi cahaya lainnya dalam spektrum elektromagnetisnya.

Cahaya dipancarkan dari suatu benda dengan fenomena sebagai berikut:

- *Pijar* padat dan cair memancarkan radiasi yang dapat dilihat bila dipanaskan sampai suhu 1000K. Intensitas meningkat dan penampakan menjadi semakin putih jika suhu naik.
- *Muatan Listrik*: Jika arus listrik dilewatkan melalui gas maka atom dan molekul memancarkan radiasi dimana spektrumnya merupakan karakteristik dari elemen yang ada.

- *Electro luminescence*: Cahaya dihasilkan jika arus listrik dilewatkan melalui padatan tertentu seperti semikonduktor atau bahan yang mengandung fosfor.
- *Photoluminescence*: Radiasi pada salah satu panjang gelombang diserap, biasanya oleh suatu padatan, dan dipancarkan kembali pada berbagai panjang gelombang. Bila radiasi yang dipancarkan kembali tersebut merupakan fenomena yang dapat terlihat maka radiasi tersebut disebut *fluorescence* atau *phosphorescence*.

### 2.3. Sumber Cahaya Penerangan Buatan

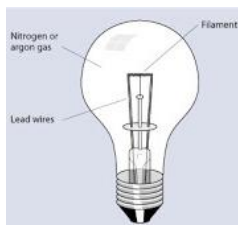
Dalam bangunan digunakan berbagai macam lampu. Secara umum lampu digolongkan atas lampu pijar, lampu fluoresen (Lampu Neon), lampu metal halida, lampu merkuri dan lampu sodium. Lampu-lampu tersebut dibedakan atas:

1. Konstruksi dan cara bekerjanya.
2. Persyaratan untuk mengoperasikannya.
3. Mutu cahaya yang dihasilkan oleh lampu, termasuk warna cahaya.
4. Efisiensi, yang umumnya dinyatakan dalam perbandingan antara lumen dan watt.
5. *Life time* lampu.
6. Depresiasi cahaya yang dipancarkan sesuai dengan usia penggunaan.

Ragam daya lampu (watt) dan konfigurasi pada penggunaan:

#### A. Lampu Pijar

Lampu pijar mempunyai efisiensi yang rendah, sehingga biayanya menjadi tinggi. Namun dari segi arsitektural, lampu pijar dapat menonjolkan unsur dekoratif sehingga sering digunakan sebagai lampu sorot.



Gambar 1. Lampu Pijar

#### B. Lampu Fluorescen



Gambar 2. Lampu Fluorescen

Lampu Fluorescen (Lampu *Tubular/tube Lamp* (TL)/TLD, *PowerLight (PL)*, *Soft Light* (SL)) mempunyai efisiensi tinggi, sehingga biaya rendah. Disamping itu, lampu ini memberikan suasana sejuk dan dapat memantulkan warna benda seperti aslinya. Oleh karenanya, lampu jenis ini baik digunakan untuk penerangan umum. Penggunaan lampu pijar TL lebih disukai dibandingkan lampu pijar, karena:

- Menghasilkan 3 – 5 lumen per watt.
- Usia lampu 7 – 20 kali lampu pijar
- Menghasilkan panas yang lebih kecil
- Dapat tetap beroperasi pada suhu rendah sampai  $-28^{\circ}\text{C}$
- Suhu lampu maksimal  $40^{\circ}\text{C}$

Lampu TL mempunyai daya antara 10 – 60 watt, lampu PL mempunyai daya antara 5 – 36 Watt, Lampu SL mempunyai daya 9, 13, 18 dan 25 watt.

#### C. Lampu Metal Halida, Merkuri, dan Sodium

Lampu jenis ini cocok untuk penerangan di luar bangunan. Banyak digunakan untuk penerangan jalan, tempat parkir, dan penerangan tempat olahraga. Lampu metal *halide* mempunyai daya antara 250 – 2000 watt, lampu merkuri mempunyai daya antara 50 - 1000 watt, lampu sodium tekanan rendah mempunyai daya antara 18 – 180 watt dan sodium tekanan tinggi antara 35 – 1000 watt. Lampu sodium tekanan tinggi sendiri terdapat dua jenis yaitu lampu sodium dengan tabung baur dengan kode SON dan SON-H dan lampu sodium dengan tabung jernih dengan kode SON-T.



Gambar 3. Lampu Halida, Merkuri, dan Sodium

Karakteristik dari berbagai jenis lampu dapat dilihat pada table dibawah ini :

No	Jenis Lampu	Suhu Warna (Kelvin)	Ra/CRI	Tampilan Warna	Usia (Lampujam)	Efisiensi (lumen /watt)	Posisi Nyala	Luminansi (Lumen/m <sup>2</sup> )	Bentuk & Ukuran
1	Pijar	3000	100	Prisma	700	10 - 14	Beban	700	Kecil bulat
2	Halogen	3000	100	Prisma	100 - 3000	22 - 33	Beban	1500	sangat kecil
3	Reflektive		100	Prisma	750	10 - 14	Beban	1000	Kecil Bulat
4	TL/TLD	W : 3000	60 - 90	Prisma	3000	50 - 90	Horizontal	0.4 - 1.2	Kecil
		C : 4000							
		D : 6000							
		W : 3000							
5	PL	C : 4000	60 - 90	Prisma	8000	70 - 90	Beban	2	kecil
		D : 6000							
		Day Light							
6	SL	60 - 90	Prisma	8000	50 - 90	Beban	3.5	kecil	
7	Merkuri	5000	20 - 40	Sedang (ada yang buram)	8000	52 - 57	Beban Keras (Ada yg 12) lampu blanded	400	sedang
8	Metal Halida	5000	65	baik	8000 - 10000	75 - 80	Horizontal	600	sedang
9	Sodium tekanan Rendah	3000	25	buram	10000	180	Horizontal & 130°	10	sedang
10	Sodium tekanan Tinggi	3000	25	Sedang (kuning)	13000	120	Beban	600	besar

Jenis Lampu berdasarkan peruntukkannya :

No	Fungsi Bangunan	Nama Ruangan	Kuat Penerangan(Lux)	Jenis jenis lampu
1	Kantor	R. Kerja	250 - 350	TL, Down Light, L. PL, L. SL
		R. Kerja Computer	500	TL, Down Light.
		R. Gambar R. Serba guna	1000	TL, Down Light.
2	Hunian	R. Makan R. Tamu R. Kerja	120 - 150	TL, Down Light, TL. Bulat, L. Decoratif
		K. Tidur orang tua K. Mandi, Dapur R. Cuci	250	TL, Down Light, TL. Bulat.
		K. Tidur anak	120	TL, Down Light.
		K. Tidur, Restoran	120	TL, Down Light.
		Hall, Lobby Restoran cepat saji Dapur	250 - 350	TL, Down Light. Lampu Pijar Decoratif
3	Hotel	Pameran	250	TL, Down Light.
		R. Penjualan Pusat Perbelanjaan	500	L. Sorot halogen, TL Down Light, L. Merkuri TL, Down Light Lampu Pijar Decoratif
		Etalase toko	1000	Lampu Sorot Halogen TL, Down Light, Merkuri
5	Rumah Sakit	K. Tidur Pasien	120	TL, Down Light.
		Hall, R. Tunggu	250	TL, Down Light, L. Halogen, L. Merkuri
		Laboratorium R. Operasi	1000	TL, Down Light. L. Sorot halogen
6	Umum	Basement, gudang Tangga, teras, WC Koridor	100 - 150	TL, Down Light, L. Pijar, L. Baret
		R. dengan langit2 gantung/miring	150 - 250	Down Light.
		Parkir, penerangan- jalan	150 - 250	L. Halida, Merkuri, Natrium

#### 2.4. Sistem Pencahayaan Ruang Kelas

Pencahayaan yang baik dapat membantu meningkatkan minat dan perhatian serta dapat mendukung siswa untuk melihat ke papan tulis dengan lebih mudah. Walau saat ini jenis lampu telah beragam, namun pencahayaan alami dalam ruang kelas selalu diupayakan karena pencahayaan alami dapat memberi semangat dan menciptakan suasana yang ceria (Bean, 2004:193). Hal ini membuat jenis pencahayaan yang memakai pencahayaan alami dan buatan sering dipakai dalam ruang kelas sekarang ini. Efisiensi energi dan kenyamanan visual adalah kata kunci dalam desain pencahayaan sekolah. Keseimbangan cahaya langsung dan tidak langsung yang tersedia cukup dalam ruang kelas dapat mendukung siswa untuk mengerjakan tugas yang berorientasi pada kertas dan komputer dengan baik (Perkins, 2001: 138). Pada ruang kelas yang memakai media pengajaran papan tulis, harus diperhatikan pencahayaan untuk media tersebut. Hal ini untuk memastikan bahwa refleksi cahaya tidak menimbulkan masalah penglihatan bagi siswa khususnya mereka yang duduk dekat papan tulis. Untuk media *whiteboard* maka kuat pencahayaan yang disarankan adalah 250 lux, sedangkan untuk *blackboard* yang daya pantulnya tidak lebih dari 0,1 maka kuat pencahayaan yang disarankan adalah 500 lux.

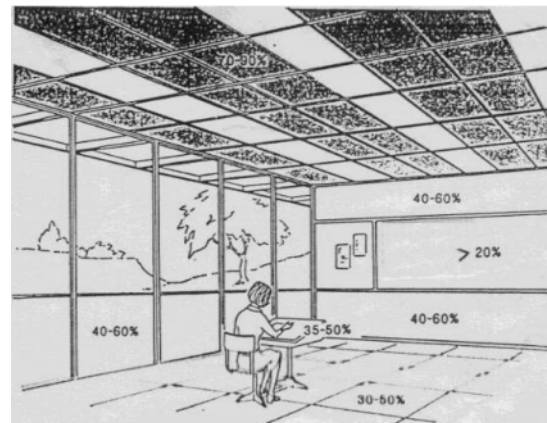
Sedangkan ruang kelas yang menggunakan media LCD, pencahayaan umum yang disarankan adalah 250-300 lux dengan menyediakan *dimmer* untuk mengatasi masalah pencahayaan (*glare*) yang timbul. Menurut Darmasetiawan dan Puspakesuma (1991: 20) dan Bean (2004: 193), lampu yang dipakai dalam ruang kelas sebaiknya lampu dengan warna cahaya putih netral yang

cahayanya dapat menyatu dengan baik dengan cahaya alami, karenanya disarankan lampu dengan temperatur sekitar 4000 K. Jenis lampu yang disarankan untuk ruang kelas dengan tinggi sampai dengan 3 m, menurut Neufert (1984) sesuai DIN 5053 (Darmasetiawan dan Puspakesuma, 1991: 41), adalah lampu TL standar, lampu TL U, HQI kurang dari 250 W, dan HQI 250 W.

#### 2.5 Kuantitas dan Kualitas Iluminasi

Kualitas dan kuantitas iluminasi ditentukan dari tingkat refleksi cahaya dan tingkat rasio iluminasi ruangan.

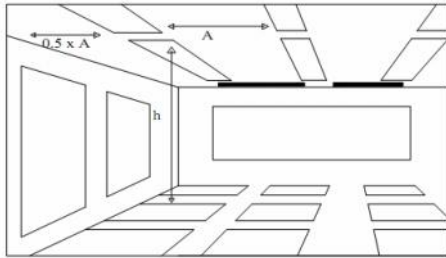
- Refleksi cahaya, terjadi karena adanya bidang yang memantulkan cahaya masuk ke bidang tersebut, faktor refleksi yang terjadi sangat berpengaruh terhadap pemberian warna bidang tersebut. Pada ruangan pendidikan, refleksi cahaya terjadi pada dinding, langit-langit, lantai dan papan tulis. Terdapat tingkatan refleksi yang dibutuhkan yaitu pada langit-langit lebih dari 80%, dinding 80%, papan tulis 40-60%, dan lantai 80%.
- Penentuan tingkat rasio iluminasi dilakukan agar penyebaran cahaya lebih terarah dan tidak menyilaukan (gambar 2). Tingkatan rasio iluminasi yang dibutuhkan ruang pendidikan untuk dinding 40-60%, papan tulis diatas 20%, lantai 30-50%, dan meja belajar 35-50%. Untuk memberikan tingkat rasio yang diinginkan dengan menyesuaikan jenis lampu, luminer, penempatan luminer dan jendela.



Tingkat Rasio Iluminasi Ruang Pendidikan

- Luminer sangat membantu dalam pengoptimalan penggunaan cahaya lampu dengan luminer pendistribusian cahaya lebih terarah. Pendistribusian cahaya luminer tergantung pada konstruksi luminer dan sumber cahaya yang digunakan. Penempatan luminer yang sesuai pada ruangan sangat

berpengaruh terhadap efisiensi pencahayaan yang dihasilkan.



Penempatan lumener terhadap bidang kerja (meja)

- Tujuan dari perhitungan iluminasi pencahayaan adalah untuk mendapatkan hasil yang akurat dan dapat dipakai sebagai perbandingan dengan hasil pengukuran secara langsung sehingga diperoleh instalasi pencahayaan yang paling optimal. Intensitas pencahayaan pada suatu bidang adalah flux yang jatuh pada luasan 1 m<sup>2</sup> dari bidang tersebut. Intensitas pencahayaan ditentukan di tempat mana kegiatan dilakukan. Umumnya bidang kerja diambil 80 cm diatas lantai. Bidang kerja dapat berupa meja atau bangku kerja, atau bidang horisontal khayal.

Intensitas pencahayaan (E) dinyatakan dalam satuan lux atau lumen/m<sup>2</sup>. Jadi flux cahaya yang diperlukan untuk bidang kerja seluas A m<sup>2</sup> ialah:

$$\Phi = E \cdot A \text{ lumen} \quad (1)$$

dimana:

$\Phi$  : flux cahaya (lux.m<sup>2</sup>)

E : intensitas pencahayaan (lux)

A : luas bidang kerja (m<sup>2</sup>)

Flux cahaya yang dipancarkan lampu tidak semuanya mencapai bidang kerja sebagian dipancarkan ke dinding, lantai dan langit-langit sehingga perlu diperhitungkan faktor efisiensi.

$$\mu = \frac{\Phi_g}{\Phi_0} \quad (2)$$

dimana:

$\Phi_0$  : flux cahaya yang dipancarkan sumber cahaya (lux.m<sup>2</sup>)

$\Phi_g$  : flux cahaya berguna (lux.m<sup>2</sup>).

dan

$$\Phi_g = E \cdot A \text{ lumen} \quad (3)$$

didapatkan rumus flux cahaya:

$$\Phi_0 = \frac{E \cdot A}{\mu} \text{ lumen} \quad (4)$$

dimana:

A : luas bidang kerja dalam m<sup>2</sup>

E : intensitas pencahayaan yang diperlukan bidang kerja (lux).

Efisiensi pencahayaan juga dipengaruhi oleh penempatan sumber cahaya pada ruangan dan umur lampu. Jika intensitas pencahayaan lampu menurun hingga 20% dibawahnya maka perlu diganti atau dibersihkan.

Jumlah lampu pada suatu ruang ditentukan / dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$N = \frac{E \times L \times W}{\phi \times LLF \times CU \times \eta} \quad (7)$$

dan

$$\phi = W \times L / w$$

Dimana :

W = Daya lampu,

L/w = Luminous Efficacy Lamp / Lumen per watt (dapat dilihat pada box lampu yang kita beli)

N = Jumlah titik lampu

E = Kuat Penerangan /target kuat penerangan yang akan dicapai (Lux)

L = Panjang Ruang(Meter)

W = Lebar Ruang (Meter)

$\phi$  = Total Lumen Lampu / Lamp Luminous Flux

LLF = Light loss factor / Faktor Cahaya Rugi (0,7-0,8)

CU = Coeffesien of utilization / Faktor Pemanfaatan (50-65 %)

$\eta$  = Jumlah Lampu dalam 1 titik Lampu

### III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Yang dimaksud dengan deskriptif yaitu berupa uraian yang didapat dari data primer yang ada di lapangan dan teori-teori dasar terkait dari beberapa literatur. Sedangkan metode kuantitatif dilakukan dengan melakukan perhitungan-perhitungan secara manual berdasarkan ketentuan rumus yang baku yang sesuai dengan standar. Selain itu dalam penelitian ini juga didukung dengan program komputer *software AutoCad 2008* untuk pembuatan gambar-gambar kerja yang diperlukan.



Adapun urutan metoda yang digunakan secara umum antara lain:

1. Metode Deskriptif dengan mencari data primer di lapangan. Obyek yang diteliti adalah ruang kuliah unit 4, 5 dan 6 yang diambil secara acak dan berfungsi sebagai ruang kuliah. Dalam hal ini yang menjadi obyek penelitian adalah ruang ruang 4.3.4, ruang 5.3.2 dan ruang 6.3.3 Universitas Budi Luhur.
2. Metode Kuantitatif yaitu perhitungan kuat penerangan (lux) pada masing-masing ruang kuliah tersebut yang menjadi objek penelitian. Dari hasil perhitungan ruang objek penelitian tersebut akan didapat hasil pengukurannya, apabila terdapat ketidaksesuaian antara kondisi eksisting (yang sebenarnya) dengan standar penerangan untuk ruang kuliah berdasarkan teori (secara akademis). Kemudian peneliti akan membuat usulan optimasi baik secara desain maupun secara teknis pelaksanaan untuk mencapai kuat penerangan yang optimal dan distribusi cahaya yang merata pada ruang kuliah.

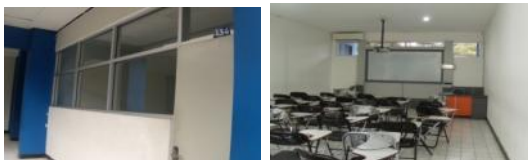
#### IV. DATA DAN ANALISA

##### 4.1 Kondisi Eksisting Ruang Kuliah di

##### Universitas Budi Luhur

###### A. Ruang Kuliah 4.3.4

Ruang kuliah 4.3.4 menghadap ke Timur – Barat dan mempunyai karakteristik dengan pencahayaan alami yang cukup baik pada pagi dan sore hari karena cahaya alami masuk secara langsung melalui jendela yang cukup lebar pada dinding depan dan dinding belakang. Namun pada siang hari ketika matahari sudah berada di atas kepala manusia, maka pencahayaan alami pada ruangan ini kurang baik. Oleh sebab itu untuk mendapatkan pencahayaan yang baik maka dibantu dengan penggunaan lampu sebagai sistem pencahayaan buatan terutama digunakan pada siang hari.

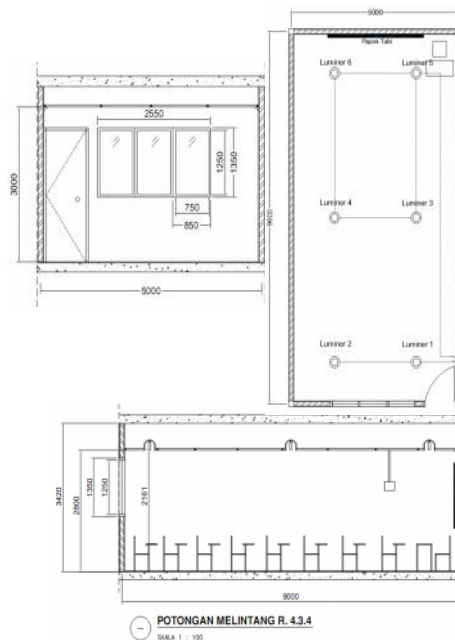


Gambar 4. Ruang 4.3.4

Dinding eksterior dan interior difinishing dengan cat berwarna *whitegrey* (putih keabu-abuan) dengan letak jendela berkelompok di bagian atas dan kaca jendela menggunakan kaca *rayben* dengan tingkat kegelapannya 60%.

Sistem instalasi pencahayaan ruang kuliah 4.3.4 menggunakan tipe lampu *downlight* Philips Essential Energy Saver 23W E27 220-240V 50-60 Hz *Cool Daylight* sebanyak 6 buah dalam 6 lumener yang dipasang pada ketinggian 2,161 meter dan penyalanya diatur melalui 2 sakelar. Sakelar 1 untuk menyalakan lampu pada lumener baris ke 1 yaitu lumener 1 dan 2 sedangkan sakelar 2 untuk lampu pada lumener baris ke 2 dan 3 yaitu lumener 3, 4, 5, 6.

Selain instalasi pencahayaan buatan, sistem pencahayaan juga dipengaruhi oleh interior ruang, bentuk ruang, luas ruang dan luas bukaan jendela. Dari aspek pewarnaan dinding ruang kuliah 4.3.4 mempunyai warna dinding yang cukup terang yaitu *whitegrey* dengan warna plafon putih cerah dan pada lantai menggunakan keramik berwarna putih dengan corak abu-abu muda. Hal ini menunjang refleksi dan distribusi cahaya dalam ruang. Sedangkan jendela yang digunakan pada dinding depan mempunyai luas bukaan cukup luas sehingga intensitas cahaya matahari yang masuk cukup besar, namun kaca jendela yang digunakan adalah kaca *rayben* dengan tingkat kegelapan 60%.



###### B. Ruang Kuliah 5.3.2

Ruang kuliah 5.3.2 mempunyai karakteristik dengan pencahayaan alami yang kurang baik pada pagi dan sore hari. Hal ini disebabkan oleh letak ruangan yang berorientasi Utara – Selatan, penggunaan jendela dengan ukuran jendela yang berbeda serta penggunaan kaca *rayben* yang cukup gelap dengan tingkat kegelapan mencapai 80% pada kaca jendela. Untuk mengoptimalkan system pencahayaan alami maka dibantu dengan menggunakan lampu sebagai pencahayaan buatan.



Pintu masuk R.Kuliah 5.3.2



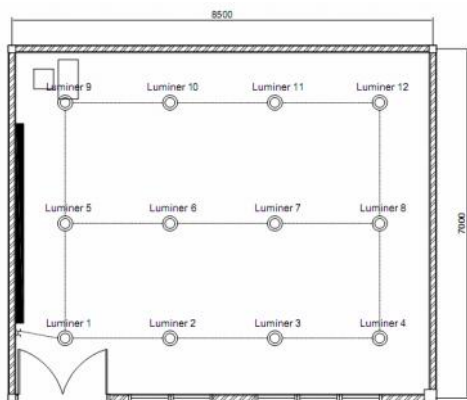
Tampak depan R.Kuliah 5.3.2



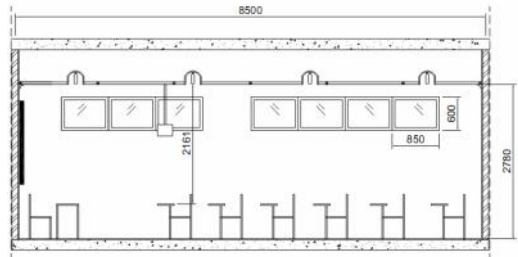
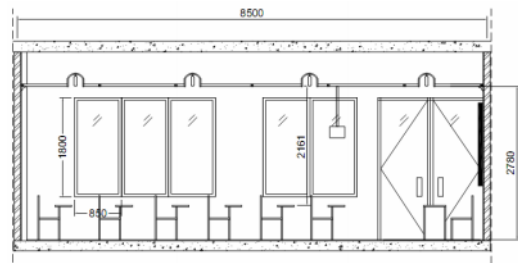
Suasana Dalam R.Kuliah 5.3.2

Sistem instalasi pencahayaan ruang kuliah 5.3.2 menggunakan tipe lampu *downlight* Philips Essential Energy Saver 23W E27 220-240V 50-60 Hz *Cool Daylight* sebanyak 12 buah dalam 12 luminer yang dipasang pada ketinggian 2,161 meter dan penyalannya diatur melalui 1 sakelar meskipun sakelar yang tersedia ada 2 buah. Sakelar yang ke 1 tidak dapat berfungsi (rusak) dan sakelar yang ke 2 untuk menyalakan semua lampu pada 12 luminer.

Aspek pewarnaan dinding ruang kuliah 5.3.2 mempunyai warna dinding yang cukup terang yaitu *whitegrey* dengan warna plafon putih cerah dan pada lantai menggunakan keramik berwarna putih dengan corak abu-abu muda. Hal ini menunjang refleksi dan distribusi cahaya dalam ruang. Sedangkan jendela yang digunakan pada dinding depan mempunyai luas bukaan cukup luas sehingga intensitas cahaya matahari yang masuk cukup besar, namun pada kenyataannya cahaya yang masuk tetap tidak dapat menerangi ruangan dengan maksimal hal ini disebabkan kaca jendela yang digunakan adalah kaca *rayben* dengan tingkat kegelapan mencapai 80%.



INSTALASI PENCAHAYAAN R. 5.3.2  
SKALA 1 : 100

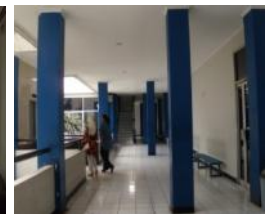


### C. Ruang Kuliah 6.3.3

Ruang kuliah 6.3.3 menghadap ke Utara – Selatan dan mempunyai karakteristik dengan pencahayaan alami kurang baik karena cahaya alami masuk hanya melalui jendela pada dinding belakang, sedangkan dinding depan tidak ada jendela, selain itu ruang ini berada tepat di depan lift sehingga cahaya alami yang masuk terhalangi oleh lift tersebut. Dengan demikian penggunaan sistem pencahayaan buatan semakin dimaksimalkan.



Interior R.Kuliah

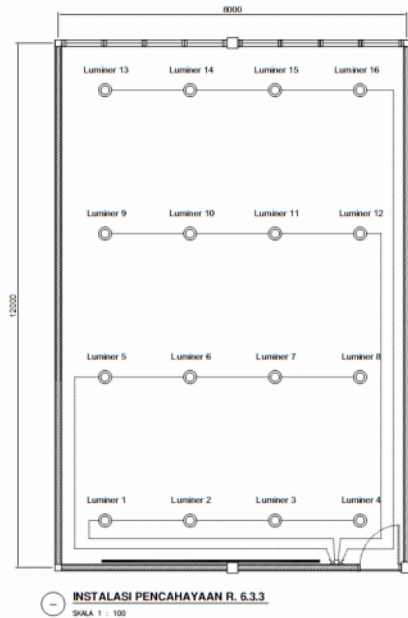


Selasar depan R.Kuliah 6.3.3

Sistem instalasi pencahayaan ruang kuliah 6.3.3 menggunakan tipe lampu *downlight* Philips Essential Energy Saver 23W E27 220-240V 50-60 Hz *Cool Daylight* sebanyak 16 buah dalam 16 luminer yang dipasang pada ketinggian 2,161 meter dan penyalannya diatur melalui 4 sakelar. Sakelar 1 untuk menyalakan lampu pada luminer baris ke 4 yaitu luminer 13, 14, 15, 16. Sakelar 2 untuk menyalakan lampu pada luminer baris ke 3 yaitu luminer 9, 10, 11, 12. Sakelar 3 untuk menyalakan lampu pada luminer baris ke 2 yaitu luminer 5, 6, 7, 8 sedangkan sakelar 4 untuk menyalakan lampu pada luminer baris ke 1 yaitu luminer 1, 2, 3, 4.

Dari aspek pewarnaan dinding ruang kuliah 6.3.3 mempunyai warna dinding yang cukup terang yaitu *whitegrey* dengan warna plafon putih cerah dan pada lantai menggunakan keramik berwarna putih dengan corak abu-abu muda. Hal

ini menunjang refleksi dan distribusi cahaya dalam ruang. Sedangkan jendela yang digunakan pada dinding depan mempunyai luas bukaan cukup luas sehingga intensitas cahaya matahari yang masuk cukup besar, namun kaca jendela yang digunakan adalah kaca *rayben* dengan tingkat kegelapan 60%.



#### 4.2 Data Pengukuran

Pengukuran Intensitas Pencahayaan Ruang Kuliah 4.3.4

- 1 Intensitas Pencahayaan dengan kondisi lampu padam dan lampu menyala pada jam 09.00 WIB.

Tabel 1. Intensitas Cahaya saat Padam Jam 09.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)
Baris 1	130	88
Baris 2	75	49
Baris 3	26	33

Tabel 2. Intensitas Cahaya Lampu Nyala Jam 09.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)
Baris 1	178	184
Baris 2	163	160
Baris 3	85	90

- 2 Intensitas Pencahayaan dengan kondisi lampu padam dan lampu menyala pada jam 12.00 WIB.

Tabel 3. Intensitas Cahaya Lampu Padam Jam 12.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)
Baris 1	85	97
Baris 2	31	35
Baris 3	18	19

Tabel 4. Intensitas Cahaya Lampu Nyala Jam 12.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)
Baris 1	120	149
Baris 2	98	100
Baris 3	61	72

- 3 Intensitas Pencahayaan dengan kondisi lampu padam dan lampu menyala pada jam 15.00 WIB.

Tabel 5. Intensitas Cahaya Lampu Padam Jam 15.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)
Baris 1	38	43
Baris 2	10	23
Baris 3	9	9

Tabel 6. Intensitas Cahaya Lampu Nyala Jam 15.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)
Baris 1	83	95
Baris 2	70	88
Baris 3	52	55

Berdasarkan hasil pengukuran intensitas cahaya pada ruang 4.3.4 dapat disimpulkan bahwa intensitas pencahayaan pada ruangan ini tidak memenuhi standar pencahayaan untuk ruang kelas yaitu 250 – 300 lux. Sistem instalasi pencahayaannya pun tidak diatur dengan baik, hal



ini terbukti dengan penggunaan sakelar yang beban kerjanya tidak terbagi rata meskipun sakelar yang tersedia ada 2 buah. Sakelar ke 1 hanya dapat menyalakan dan mematikan 2 buah lampu yaitu lampu pada luminer 1 dan 2, sedangkan sakelar ke 2 menyalakan dan mematikan 4 buah lampu yaitu lampu pada luminer 3, 4, 5 dan 6.

Pengukuran Intensitas Pencahayaan Ruang Kuliah 5.3.2

- 1 Intensitas Pencahayaan dengan kondisi lampu padam dan lampu menyala pada jam 09.00 WIB.

Tabel 7. Intensitas Cahaya saat Padam Jam 09.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	32	55	27
Baris 2	27	43	22
Baris 3	30	26	17
Baris 4	19	18	15

Tabel 8. Intensitas Cahaya Lampu Nyala Jam 09.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	126	155	140
Baris 2	103	150	121
Baris 3	124	160	136
Baris 4	118	134	123

- 2 Intensitas Pencahayaan dengan kondisi lampu padam dan lampu menyala pada jam 12.00 WIB.

Tabel 9. Intensitas Cahaya Lampu Padam Jam 12.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	35	21	11
Baris 2	29	31	16
Baris 3	27	19	13
Baris 4	18	15	11

Tabel 10. Intensitas Cahaya Lampu Nyala Jam 12.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	51	90	66
Baris 2	78	97	110
Baris 3	81	121	117
Baris 4	76	108	102

- 3 Intensitas Pencahayaan dengan kondisi lampu padam dan lampu menyala pada jam 15.00 WIB.

Tabel 11. Intensitas Cahaya Lampu Padam Jam 15.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	22	25	16
Baris 2	17	13	11
Baris 3	12	10	10
Baris 4	13	8	8

Tabel 12. Intensitas Cahaya Lampu Nyala Jam 15.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	93	105	98
Baris 2	116	110	117
Baris 3	116	119	116
Baris 4	109	104	115

Berdasarkan hasil pengukuran intensitas cahaya pada ruang 5.3.2 dapat disimpulkan bahwa intensitas pencahayaan pada ruangan ini tidak memenuhi standar pencahayaan untuk ruang kelas yaitu 250 – 300 lux. Intensitas pencahayaan yang cukup tinggi pada saat lampu dinyalakan terjadi pada lampu baris ke 3 yaitu lampu pada luminer 3, 7, 11. Sedangkan sistem instalasi pencahayaannya tidak diatur dengan baik, hal ini terbukti dengan penggunaan sakelar yang beban kerjanya bertumpu pada satu sakelar meskipun sakelar yang terpasang ada 2 buah. Satu buah sakelar menyalakan dan mematikan 12 buah lampu sehingga efisiensi penggunaan lampu tidak dapat dilakukan.

Pengukuran Intensitas Pencahayaan Ruang Kuliah 6.3.3

- Intensitas Pencahayaan dengan kondisi lampu padam dan lampu menyala pada jam 09.00 WIB.

Tabel 13. Intensitas Cahaya saat Padam Jam 09.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	93	105	98
Baris 2	116	110	117
Baris 3	116	119	116
Baris 4	109	104	115

Tabel 14. Intensitas Cahaya Lampu Nyala Jam 09.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	93	105	98
Baris 2	116	110	117
Baris 3	116	119	116
Baris 4	109	104	115

- Intensitas Pencahayaan dengan kondisi lampu padam dan lampu menyala pada jam 12.00 WIB.

Tabel 15. Intensitas Cahaya Lampu Padam Jam 12.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	93	105	98
Baris 2	116	110	117
Baris 3	116	119	116
Baris 4	109	104	115

Tabel 16. Intensitas Cahaya Lampu Nyala Jam 12.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	93	105	98
Baris 2	116	110	117
Baris 3	116	119	116

Baris 4	109	104	115
---------	-----	-----	-----

- Intensitas Pencahayaan dengan kondisi lampu padam dan lampu menyala pada jam 15.00 WIB.

Tabel 17. Intensitas Cahaya Lampu Padam Jam 15.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	93	105	98
Baris 2	116	110	117
Baris 3	116	119	116
Baris 4	109	104	115

Tabel 18. Intensitas Cahaya Lampu Nyala Jam 15.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	93	105	98
Baris 2	116	110	117
Baris 3	116	119	116
Baris 4	109	104	115

Berdasarkan hasil pengukuran intensitas cahaya pada ruang 6.3.3 dapat disimpulkan bahwa intensitas pencahayaan pada ruangan ini tidak memenuhi standar pencahayaan untuk ruang kelas yaitu 250 – 300 lux. Intensitas pencahayaan yang cukup tinggi pada saat lampu dinyalakan terjadi pada lampu baris ke 4 yaitu lampu pada luminer 13, 14, 15, 16. Sedangkan sistem instalasi pencahayaannya diatur dengan baik, hal ini terbukti dengan penggunaan sakelar yang beban kerjanya terbagi rata pada 4 buah sakelar.

### 4.3. Perhitungan Intensitas Cahaya

Berdasarkan perhitungan Intensitas Pencahayaan pada tiap ruang kuliah yang dijadikan objek penelitian, didapat nilai Intesitas pencahayaan (E) pada ruang kuliah 4.3.4 adalah 60 lux, pada ruang kuliah 5.3.2 adalah 97 lux dan pada ruang kuliah 6.3.3 adalah 90 lux. Sedangkan standar intensitas pencahayaan untuk ruang kelas (dalam hal ini ruang kuliah) adalah 250 – 300 lux. Dengan demikian maka dapat disimpulkan bahwa kondisi pencahayaan pada ruang-ruang tersebut tidak memenuhi persyaratan dalam Intensitas Pencahayaan untuk ruang kuliah/kelas.

#### 4.4. Jumlah Titik Lampu pada suatu Ruang

Berdasarkan perhitungan jumlah titik lampu pada tiap ruang kuliah yang dijadikan objek penelitian, didapat jumlah titik lampu pada ruang kuliah 4.3.4 adalah 15 titik lampu, pada ruang kuliah 5.3.2 adalah 20 titik lampu dan pada ruang kuliah 6.3.3 adalah 33 titik lampu. Sedangkan jumlah titik lampu pada kondisi eksisting (dapat dilihat pada gambar instalasi pencahayaan), ruang kuliah 4.3.4 mempunyai 6 titik lampu, ruang kuliah 5.3.2 mempunyai 12 titik lampu dan ruang kuliah 6.3.3 mempunyai 16 titik lampu. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa jumlah titik lampu yang dipasang pada tiap ruang kuliah (kondisi eksisting) tidak sesuai dengan jumlah titik lampu pada perhitungan standar. Hal ini merupakan salah satu faktor penyebab tidak terpenuhinya intensitas pencahayaan untuk ruang kuliah.

#### 4.5. Optimasi Pencahayaan

Optimasi pencahayaan yang dimaksud merupakan usaha perbaikan untuk mendapatkan sistem pencahayaan yang lebih baik pada ruang kelas/kuliah. Optimasi yang dilakukan antara lain:

1. Mengganti jenis lampu eksisting dengan lampu TL dengan daya 36 watt, total fluxnya 2350 lumen dan jumlah lampu yang dipasang pada tiap titik lampu (luminer) sebanyak 2 buah. Jumlah titik lampu yang digunakan adalah jumlah titik lampu kondisi eksisting.
2. Dengan menggunakan jenis lampu yang sama dengan kondisi eksisting yaitu *downlight* Philips Essential Energy Saver 23W E27 220-240V 50-60 Hz *Cool Daylight*, untuk meningkatkan intensitas pencahayaan maka perlu ditambahkan jumlah titik lampu pada tiap ruang kuliah, dimana penambahan jumlah titik lampu berdasarkan hasil perhitungan jumlah titik lampu yang telah dilakukan.
3. Mengganti jenis lampu eksisting dengan lampu TL dengan daya 36 watt, total fluxnya 2350 lumen dan jumlah lampu yang dipasang pada tiap titik lampu (luminer) sebanyak 2 buah. Jumlah titik lampu yang digunakan adalah jumlah titik lampu yang sesuai dengan standar perhitungan.
4. Pewarnaan dinding pada kondisi eksisting yaitu *whitegrey* dapat diganti dengan warna tunggal seperti warna putih cerah tanpa campuran warna lain. Warna cerah ini dapat merefleksikan dan mendistribusikan cahaya lebih merata ke area kerja.
5. Jika jenis lampu diganti dengan lampu TL, maka posisi lampu TL sebaiknya horizontal atau sejajar dengan bidang kerja.

6. Instalasi pencahayaan pada tiap ruang diatur secara berkelompok pada titik-titik lampu dengan menggunakan sakelar. Pengelompokannya diatur dengan mempertimbangkan letak bukaan jendela.

Tabel. 19. Perbandingan Kondisi Eksisting dan Hasil Optimasi

Kondisi	Luas Ruang		Jumlah Titik Lampu	Jenis Lampu	Kuat Penerangan
Eksisting	R. 4.3.4	45 m <sup>2</sup>	6 buah	<i>Downlight</i> Philips Essential Energy Saver 23W E27 220-240V 50-60 Hz <i>Cool Daylight</i> 23 watt	60 lux
	R. 5.3.2	59.5 m <sup>2</sup>	12 buah	<i>Downlight</i> Philips Essential Energy Saver 23W E27 220-240V 50-60 Hz <i>Cool Daylight</i> 23 watt	97 lux
	R. 6.3.3	96 m <sup>2</sup>	16 buah	<i>Downlight</i> Philips Essential Energy Saver 23W E27 220-240V 50-60 Hz <i>Cool Daylight</i> 23 watt	90 lux
Optimasi					
Optimasi 1	R. 4.3.4	45 m <sup>2</sup>	15 buah	<i>Downlight</i> Philips Essential Energy Saver 23W E27 220-240V 50-60 Hz <i>Cool Daylight</i> 23 watt	150 lux
	R. 5.3.5	59.5 m <sup>2</sup>	20 buah	<i>Downlight</i> Philips Essential Energy Saver 23W E27 220-240V 50-60 Hz <i>Cool Daylight</i> 23 watt	162 lux
	R. 6.3.3	96 m <sup>2</sup>	33 buah	<i>Downlight</i> Philips Essential Energy Saver 23W E27 220-240V 50-60 Hz <i>Cool Daylight</i> 23 watt	185 lux
Optimasi 2	R. 4.3.4	45 m <sup>2</sup>	6 buah	Lampu TL daya 36 watt, fluxnya	103 lux

				2350 lumen dan jumlah lampu pada tiap titik lampu (luminer) sebanyak 2 buah	
	R. 5.3.5	59.5 m2	12 buah	Lampu TL daya 36 watt, fluxnya 2350 lumen dan jumlah lampu pada tiap titik lampu (luminer) sebanyak 2 buah	167 lux
	R. 6.3.3	96 m2	16 buah	Lampu TL daya 36 watt, fluxnya 2350 lumen dan jumlah lampu pada tiap titik lampu (luminer) sebanyak 2 buah	154 lux
Optima si 3	R. 4.3.4	45 m2	15 buah	Lampu TL daya 36 watt, fluxnya 2350 lumen dan jumlah lampu pada tiap titik lampu (luminer) sebanyak 2 buah	257 lux
	R. 5.3.5	59.5 m2	20 buah	Lampu TL daya 36 watt, fluxnya 2350 lumen dan jumlah lampu pada tiap titik lampu (luminer) sebanyak 2 buah	278 lux
	R. 6.3.3	96 m2	33 buah	Lampu TL daya 36 watt, fluxnya 2350 lumen dan jumlah lampu pada tiap titik lampu (luminer) sebanyak 2 buah	317 lux

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pengolahan data, analisis dan perhitungan Intensitas Pencahayaan atau Kuat Penerangan (E) pada masing-masing ruang kuliah yang dijadikan objek penelitian yang difungsikan sebagai ruang kuliah, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

### 1. Sistem Pencahayaan Alami

- a. Luas bukaan berupa jendela sudah memenuhi standar sehingga cahaya matahari dapat masuk dengan optimal.

- b. Warna cat dinding kondisi eksisting yaitu *whitegrey* kurang mampu mendistribusikan cahaya secara merata.

### 2. Sistem Pencahayaan Buatan

- a. Intensitas pencahayaan atau kuat penerangan (E) yang terjadi baik berdasarkan pengukuran di lokasi maupun berdasarkan perhitungan dengan rumus baku dapat disimpulkan bahwa ruang-ruang kuliah dengan kondisi eksisting tersebut belum memenuhi standar intensitas pencahayaan untuk ruang kuliah yaitu antara 250 lux – 300 lux.

- b. Penggunaan lampu jenis *downlight* kurang mampu mendistribusikan cahaya ke bidang kerja sehingga intensitas yang diterima tidak maksimal. Hal ini disebabkan oleh tereduksinya cahaya lampu terlebih dahulu di dalam armatur lampu tersebut sebelum menyebar ke area atau bidang kerja.

- c. Jika jenis lampu diganti dengan lampu TL, maka posisi lampu TL sebaiknya horizontal atau sejajar dengan bidang kerja.

### 3. Sistem Instalasi Pencahayaan pada tiap ruang diatur secara berkelompok pada titik-titik lampu dengan menggunakan sakelar. Pengelompokkannya diatur dengan mempertimbangkan letak bukaan jendela.

Saran pada penelitian ini merupakan penekanan pada usaha perbaikan atau optimasi secara teknis maupun usulan desain sistem pencahayaan pada ruang kuliah. Optimasi ini ditujukan bila ruang kuliah akan dimaksimalkan potensinya menjadi ruang kuliah yang nyaman secara visual melalui intensitas pencahayaan yang sesuai standar. Saran atau rekomendasi yang peneliti ajukan yaitu :

1. Peneliti mencoba merekomendasikan untuk mengganti jenis lampu eksisting dengan lampu TL dengan daya 36 watt, total fluxnya 2350 lumen dan jumlah lampu yang dipasang pada tiap titik lampu (luminer) sebanyak 2 buah. Jumlah titik lampu yang digunakan adalah jumlah titik lampu kondisi eksisting.
2. Dengan menggunakan jenis lampu yang sama dengan kondisi eksisting yaitu *downlight* Philips Essential Energy Saver 23W E27 220-240V 50-60 Hz *Cool Daylight*, untuk meningkatkan intensitas pencahayaan maka perlu ditambahkan jumlah titik lampu pada tiap ruang kuliah, dimana penambahan jumlah titik lampu berdasarkan hasil perhitungan jumlah titik lampu yang telah dilakukan.
3. Mengganti jenis lampu eksisting dengan lampu TL dengan daya 36 watt, total fluxnya

2350 lumen dan jumlah lampu yang dipasang pada tiap titik lampu (luminer) sebanyak 2 buah. Jumlah titik lampu yang digunakan adalah jumlah titik lampu yang sesuai dengan standar perhitungan.

4. Mengganti warna dinding eksisting dengan warna tunggal seperti warna putih cerah tanpa campuran warna lain. Warna cerah ini dapat merefleksikan dan mendistribusikan cahaya lebih merata ke area kerja.
5. Jika jenis lampu diganti dengan lampu TL, maka posisi lampu TL sebaiknya horizontal atau sejajar dengan bidang kerja.
6. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai Intensitas pencahayaan dengan sistem pencahayaan alami yang lebih mendetail.
7. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai Intensitas pencahayaan dengan menggunakan software khusus (misalkan *DIA-Lux*) agar hasil yang didapat lebih akurat.

#### REFERENSI

- [1] Lechner, N ; Heating, Cooling, Lighting, Design Methods for Architect, John Willey and Sons nc, 1991
- [2] Lam, William .C ; Perception and Lighting as Formgivers for Architecture, McGraw-Hill Education, 1977.
- [3] Neufert ; *Architects Data*, Second Edition, Blackwell, 2000
- [4] Lippsmeier, George ; *Building in the Tropics*, Callwey Verlag Munchen, 1980
- [5] Satwiko, Prasasto, *Fisika Bangunan 1*, Edisi 2, 2005; hal. 95