

# OPTIMASI SISTEM PENCAHAYAAN RUANG KULIAH TERKAIT USAHA KONSERVASI ENERGI

**Evi Puspita Dewi**

Jurusan Desain Interior, Fakultas Seni dan Desain  
Universitas Kristen Petra Surabaya  
e-mail: cornelli@petra.ac.id

## ABSTRAK

Sistem pencahayaan pada ruang kuliah harus diperhatikan secara tepat dan mengoptimalkan pengelolaan energi. Penggunaan sistem pencahayaan yang tidak efektif dan efisien dapat menurunkan produktifitas, kenyamanan, serta menyebabkan pemborosan energi pada ruang. Hasil pengamatan dan simulasi eksperimental menggunakan program *software* DIALux v.4.9 menunjukkan bahwa sistem pencahayaan pada ruang kuliah gedung P Universitas Kristen Petra Surabaya masih belum tepat dan belum mengacu pada konservasi energi sistem pencahayaan pada bangunan gedung di Indonesia (SNI). Dengan melakukan pengaturan ulang elemen interior serta penerapan sistem pengendalian yang disesuaikan dengan waktu dan media ajar ruang kuliah, maka sistem pencahayaan menjadi lebih efektif dan efisien, dengan penghematan energi sebesar 36,4%.

**Kata kunci:** Sistem pencahayaan, ruang kuliah, konservasi energi.

## ABSTRACT

*The lighting system in a classroom has to be considered appropriately in designing buildings and energy management must also be optimized. Bad use of lighting systems can cause low productivity, comfort and also result in waste of energy. Simulation results and experimental observations with DIALux v4.9 program show that the lighting system in the classrooms of the P building in Petra Christian University has not been optimally designed with consideration and does not meet the national standard of lighting system for energy conservation in Indonesia (SNI). By rearranging the interior elements and the implementation of control systems based with the teaching time and media, the lighting systems in the interior space could be improved and also conserve energy upto 36.4%.*

**Keywords:** Illuminating systems, classroom, energy conservation.

## PENDAHULUAN

Apabila dilihat dari penggunaan energi dalam suatu bangunan, maka penggunaan energi dari sistem pencahayaan dalam ruang menempati urutan terbesar kedua setelah sistem tata udara. Sebagaimana diketahui bahwa bahan baku fosil sebagai sumber daya untuk menghasilkan energi sudah sangat terbatas dan bila tidak ditangani dengan baik akan habis. Berdasarkan hal tersebut, kebutuhan sistem pencahayaan dalam suatu bangunan harus diperhatikan secara tepat dan mengoptimalkan pengelolaan energi.

Dalam penelitian ini, obyek yang menjadi studi kasus adalah ruang kuliah pada gedung P Universitas Kristen Petra Surabaya. Ruang kuliah tersebut saat ini sudah mengimplementasikan konsep efisiensi energi melalui penggunaan sistem RFID (*Radio Frequency Identification*). Dengan penggunaan sistem ini, pemborosan energi yang terjadi pada saat ruang kuliah tidak digunakan dapat diminimalisir. Namun agar

konsep efisiensi energi pada saat ruang kuliah digunakan dapat lebih tercapai, maka kebutuhan sistem pencahayaan harus diperhatikan secara tepat. Ketika kebutuhan pencahayaan dapat terpenuhi dengan baik, konsumsi energi dapat dikurangi dengan cara merencanakan sistem pencahayaan dengan lebih efektif. Hasil pengukuran lapangan serta simulasi eksperimental menggunakan program *software* DIALux v.4.9 menunjukkan bahwa sistem pencahayaan pada ruang kuliah tersebut saat ini masih belum tepat serta belum mengacu pada konservasi energi sistem pencahayaan pada bangunan gedung di Indonesia (SNI).

Dengan melakukan pengaturan ulang elemen interior ruang serta penerapan sistem pengendalian yang disesuaikan dengan waktu dan media ajar ruang kuliah, maka turunya produktifitas dan kenyamanan pengguna di dalam ruang kuliah serta penggunaan energi secara berlebihan dapat dihindari.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan terbagi atas 3 (tiga) tahapan yaitu metode pengumpulan data, metode pengolahan data, dan metode analisis data. Metode yang digunakan pada proses pengumpulan data adalah melalui proses studi pustaka, studi lapangan, dan wawancara. Metode pada pengolahan data bersifat kuantitatif. Metode pengumpulan data dari metode penelitian kuantitatif adalah berupa data numerik, variabel, perhitungan dan pengukuran. Sedangkan pada metode analisis data, hasil yang diperoleh dari pengumpulan data lapangan baik melalui proses dokumeter, survei, observasi harus disusun dan dibandingkan dengan data hasil studi pustaka, kemudian diberikan solusi untuk penyelesaian dari permasalahan yang ada.

Perhitungan hasil illuminasi data lapangan akan disajikan lewat gambar dan grafik untuk kemudian dibandingkan dengan standar illuminasi bangunan gedung di Indonesia (SNI). Dengan bantuan *software* DIALux v.4.9 (<http://www.dialux.com>) ruangan akan disimulasikan untuk kemudian dihitung besaran cahaya rata-rata serta pola penyebaran cahaya didalam ruang. Di dalam proses verifikasi, jenis material serta warna yang digunakan dalam permodelan harus dibuat semirip mungkin dengan kondisi yang ada di lapangan. Setelah melalui proses verifikasi, model akan dioptimasi menggunakan *software* DIALux v.4.9, hal ini bertujuan untuk memberikan solusi dari permasalahan yang ada. Pada proses optimasi akan ditetapkan beberapa variabel bebas maupun variabel tetap guna menghasilkan sistem pencahayaan yang lebih tepat serta efisien dalam penggunaan energi. Variabel tetap yang dimaksud disini adalah jenis sampel yang tidak mengalami perubahan (apa yang ada pada data lapangan tidak diubah/diganti), sedangkan variabel bebas disini berarti jenis sampel yang diubah-ubah atau diganti guna mendapatkan hasil sistem pencahayaan yang lebih tepat dan efisien dalam penggunaan energi.

## KAJIAN TEORITIS

### Sistem Pencahayaan

Sistem pencahayaan dalam desain interior pada dasarnya dapat dibedakan menjadi 2 (dua), yang pertama berkaitan dengan aspek penglihatan, Kenyamanan sedangkan yang kedua berkaitan dengan suasana dan dekorasi (Suptandar, 1999:217). Agar kedua aspek tersebut dapat terakomodasi dengan baik maka diperlukan perhatian yang cermat dalam perancangan sistem pencahayaan di dalamnya.

Disamping memperhatikan kedua aspek diatas, hal lain yang juga perlu diperhatikan oleh desainer interior adalah masalah penggunaan energi dalam sistem pencahayaan. Seorang desainer interior yang baik tidak hanya berusaha mewujudkan kenyamanan dan keindahan dalam ruang, namun juga berusaha untuk meminimalkan penggunaan energi dan biaya pemeliharaannya (Pilatowicz, 1995:52). Salah satu upaya untuk meminimalisasi penggunaan energi dalam ruang adalah dengan memasukan cahaya matahari semaksimal mungkin ke dalam ruang. Namun hal itu saja masih belum cukup, karena untuk mencapai hasil yang optimal diperlukan penggabungan yang cermat antara penggunaan cahaya alami dengan cahaya buatan dalam ruang (Suptandar, 1999:219).

Menurut Chen (1999:2), efisiensi energi sebuah sistem pencahayaan dapat tercapai dengan mengetahui standar kebutuhan pencahayaan sesuai dengan kegunaan di dalam ruang, memilih sumber cahaya yang hemat energi, menggunakan peralatan yang sesuai untuk menunjang sistem tersebut, serta mengoptimalkan sistem kontrol pencahayaan dan memasukan sinar matahari semaksimal mungkin.

### Efisiensi Energi dalam Desain Sistem Pencahayaan

Kebutuhan pencahayaan di dalam ruang harus direncanakan secara tepat dan mengoptimalkan pengelolaan energi (Chen, 1999:20). Menurut Darmasetiawan dan Puspakesuma (1991:1) untuk merencanakan kebutuhan pencahayaan di dalam ruang, terdapat 5 (lima) kriteria yang perlu diperhatikan dalam mendapatkan pencahayaan yang baik. Kelima kriteria tersebut yaitu kuantitas atau jumlah cahaya pada permukaan tertentu (*lighting level*) atau tingkat kuat penerangan, distribusi kepadatan cahaya (*luminance distribution*), pembatasan agar cahaya tidak menyilaukan mata (*lumination of glare*), arah pencahayaan dan pembentukan bayangan (*light directionality and shadows*), serta warna cahaya dan refleksi warnanya (*light colour and colour rendering*). Kelima kriteria ini saling mempengaruhi dan tidak dapat berdiri sendiri secara terpisah karena masing-masing bergantung satu sama lain dalam menghasilkan kualitas pencahayaan yang optimal. Namun disamping kelima kriteria tersebut terdapat kriteria keenam yang juga cukup mempengaruhi tercapainya pencahayaan yang optimal, yaitu kondisi dan iklim ruangan. Ketika kebutuhan pencahayaan dalam suatu ruangan dapat ditentukan, konsumsi energi yang diperlukan dapat dikurangi dengan cara merencanakan sistem pencahayaan dengan lebih selektif.

Seandainya kebutuhan pencahayaan dalam suatu ruangan tidak dapat ditentukan, maka sistem pencahayaan dapat dibuat lebih merata dengan tetap memperhatikan kontrol secara lokal. Sedangkan bila didalam suatu ruang tidak diperlukan tugas visual berkepanjangan, maka *lighting for emphasis*, estetika, dan keamanan adalah pertimbangan utama dalam sistem pencahayaannya (Chen, 1999:20).

### Kontrol Pencahayaan dan Sinar Matahari

Cara paling efektif untuk menghemat pencahayaan dan sumber cahaya adalah dengan mengintegrasikan keduanya dengan kontrol pencahayaan, dimana cahaya dapat lebih mudah diatur dan disesuaikan dengan keperluan. Kontrol dari sistem pencahayaan haruslah disesuaikan dengan kebutuhan di dalamnya. Hal ini sangatlah penting, agar pencahayaan di dalam ruang dapat dimanfaatkan secara efektif.

Sinar matahari dapat menjadi sumber energi yang sangat baik untuk pencahayaan. Namun, pemanfaatan sinar matahari harus disesuaikan dengan keperluan dan desain suatu ruang. Untuk pemakaian sinar matahari yang efektif pada pengelolaan energi, tingkat dan lama dari ketersediaan sinar matahari harus ditentukan. Cara pendistribusian sinar matahari pada suatu ruang sangat penting. Sinar matahari yang masuk harus dapat dikontrol agar kesilauan dapat dihindarkan. Pemanfaatan sinar matahari yang paling baik adalah dengan memaksimalkan masuknya sinar matahari ke dalam ruang dengan efek negatif seminimal mungkin (Chen, 1999:23).

### Standard Nasional Indonesia (SNI) pada Sistem Pencahayaan

Standar ini memuat ketentuan pedoman pencahayaan pada bangunan gedung untuk memperoleh sistem pencahayaan dengan pengoperasian yang optimal sehingga penggunaan energi dapat efisien tanpa harus mengurangi dan atau mengubah fungsi

bangunan, kenyamanan dan produktivitas kerja penghuni serta mempertimbangkan aspek biaya.

Tingkat pencahayaan minimal yang direkomendasikan untuk ruang kelas tidak boleh kurang dari 250 lux. Selain itu untuk penghematan penggunaan energi dapat dilakukan dengan mengurangi daya terpasang, melalui pemilihan lampu yang mempunyai efikasi (efisiensi perubahan dari energi listrik menjadi cahaya) lebih tinggi dan menghindari pemakaian lampu dengan efikasi rendah. Dianjurkan menggunakan lampu *fluorescent* dan lampu pelepasan gas lainnya. Selain itu, melakukan pemilihan armatur yang mempunyai karakteristik distribusi pencahayaan sesuai dengan penggunaannya, mempunyai efisiensi yang tinggi dan tidak mengakibatkan silau atau refleksi yang mengganggu serta melakukan pemanfaatan cahaya alami siang hari.

### Pencahayaan Ruang Kuliah

Ruang kuliah pada umumnya didesain dengan mempertimbangkan aktivitas di seluruh ruangan. Distribusi kuat cahaya yang tidak merata dapat menimbulkan kontras yang terlalu besar. Mata tidak lagi melihat tingkat kuat penerangan (iluminasi) melainkan melihat kepadatan cahaya (*brightness*). Kepadatan cahaya yang harmonis untuk objek pekerjaan visual dengan bidang sekelilingnya harus mempunyai perbandingan maksimum 3:1 dan minimum 1:3. Hal ini berarti diperlukan suatu pemilihan lampu dan armatur lampu yang tepat sehingga kombinasi dalam merefleksikan cahaya di dalam ruang dapat lebih harmonis (Darmasetiawan dan Puspakesuma 1991:30).

### Faktor Reflektansi Ruang Kuliah

Elemen interior ruang kuliah sebaiknya memiliki warna dengan faktor reflektansi 50-60%. Untuk langit-langit sebaiknya berwarna putih dengan faktor reflektansi 90% agar dihasilkan pemantulan cahaya yang lebih baik dan untuk meminimalisir terjadinya

Tabel 1. Tingkat pencahayaan rata-rata, renderansi dan temperatur warna yang direkomendasikan

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (Lux)	Kelompok renderansi warna	Temperatur Warna		
			Warm white <3300 K	Cool white 3300K – 5300K	Daylight >5300K
<b>Lembaga pendidikan</b>					
Ruang kelas	250	1 atau 2		•	•
Perpustakaan	300	1 atau 2		•	•
Laboratorium	500	1		•	•
Ruang gambar	750	1		•	•
Kantin	200	1	•	•	

Sumber: Standar Nasional Indonesia, 2000:4

bayangan. Sedangkan perabot dan perlengkapan lain sebaiknya memiliki faktor reflektansi 30-40% atau 40-50% untuk menciptakan perasaan lega dan daya lawan terhadap pengrusakan dan penyalahgunaan. *Finishing* yang terang dengan daya pantul lebih tinggi hanya dapat digunakan apabila semua area pada ruangan memiliki faktor reflektansi yang sama tinggi. Untuk ruang kuliah, Stein dan Reynolds merekomendasikan:

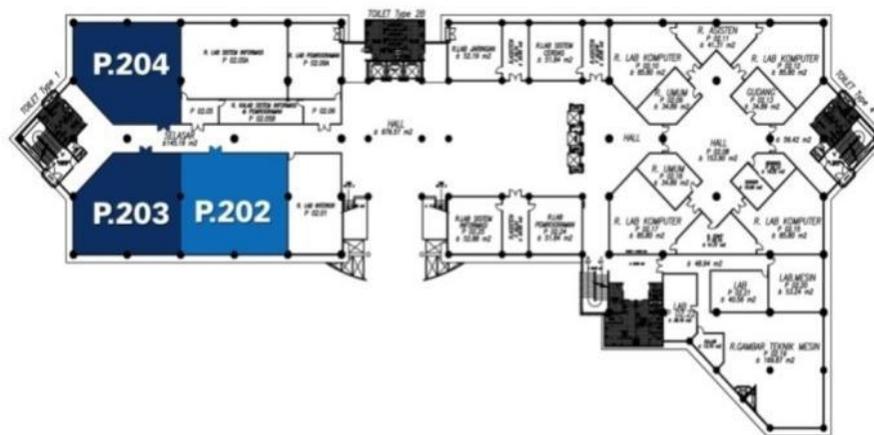
- Faktor reflektansi dinding sebesar : 50-70%
- Reflektansi lantai sebesar : 20-40%

- Faktor reflektansi langit-langit sebesar : 70-90%
- Faktor reflektansi perabot sebesar : 25-45%
- Faktor reflektansi papan tulis sebesar : > 20 %

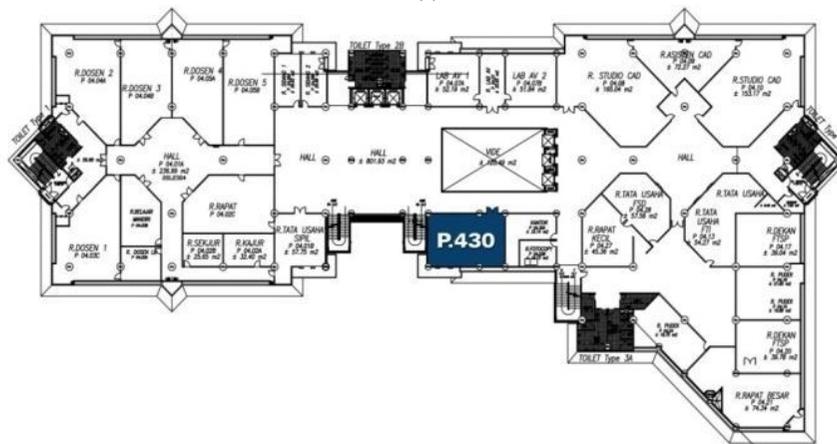
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengukuran Lapangan

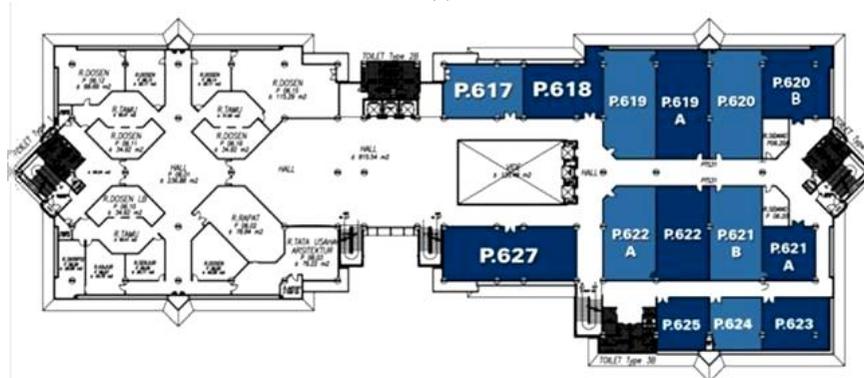
Objek penelitian meliputi 18 ruang kuliah gedung P Universitas Kristen Petra Surabaya, yang terdiri atas 3 ruang kuliah pada lantai 2, 1 ruang kuliah



(a)



(b)



(c)

Sumber: dokumentasi penulis, 2011

Gambar 1. (a) Denah Lantai 2 (b) Denah Lantai 4 (c) Denah Lantai 6, Gedung P Universitas Kristen Petra Surabaya

pada lantai 4, dan 14 ruang kuliah pada lantai 6 dengan luas ruang antara 49 m<sup>2</sup> – 180 m<sup>2</sup>. Spesifikasi ruang kuliah yaitu dinding dan plafon berwarna putih, lantai menggunakan material keramik *glossy* berwarna putih dengan ukuran 30 x 30 cm. Perabot yang digunakan di dalam ruang kuliah berbahan dasar multipleks dan besi dengan dominan warna abu-abu, dan jenis lampu yang digunakan didalam ruang kuliah adalah lampu TL 2x38w Philips TLD 38W/54 lifemax.

Hasil penelitian terhadap 18 buah ruang kuliah terdapat 12 ruang kuliah yang belum memenuhi standar illuminasi di dalam ruang. Ruang kuliah tersebut adalah ruang P.202, P.203, P.204, P.430, P.619, P.619A, P.620, P.620A, P.621A, P.621B, P.622, P.622A. Keduabelas ruang tersebut memiliki sistem penyebaran pencahayaan yang tidak merata. Hanya pada bagian tertentu seperti pada area dekat jendela tempat pencahayaan alami dapat masuk yang sudah memenuhi standar minimal illuminasi. Sistem pencahayaan buatan yang ada masih belum mengakomodasi kebutuhan standar illuminasi di dalam ruang, sedangkan keenam ruang kuliah lainnya, yakni ruang P.617, P.618, P.623, P.624, P.625, P.627 memiliki titik-titik bidang kerja yang sudah memenuhi standar minimal illuminasi di dalam ruang (250 Lux). Standar illuminasi pada ruang P.617, P.618, P.627 dapat tercapai dikarenakan posisi ruang yang mendapatkan cahaya alami pada bagian Utara dan Selatan baik secara langsung maupun tidak. Pada ruang P.624, P.625, dan P.627 standar illuminasi dapat tercapai melalui masuknya cahaya alami dari sisi ruangan serta posisi pengaturan titik lampu yang lebih teratur. Namun meskipun demikian, besar illuminasi pada bidang kerja dalam ruangan masih

belum merata, daerah yang dekat dengan jendela tempat sinar matahari masuk memiliki tingkat illuminasi yang sangat besar (> 600 lux).

### Hasil Verifikasi Program DIALux v.4.9

Untuk mempermudah dalam menganalisis sistem pencahayaan pada data lapangan, digunakan program DIALux v.4.9 sebagai alat bantu dalam proses verifikasi. Di dalam proses verifikasi, jenis material serta warna yang digunakan dalam permodelan harus dibuat semirip mungkin dengan kondisi yang ada di lapangan.

Dari hasil verifikasi dapat disimpulkan bahwa lokasi dalam proses verifikasi berada di kota Surabaya dengan posisi *longitude*: 112°45' dan posisi *latitude* 7°14'. Jenis bahan yang digunakan dalam program DIALux v.4.9 untuk material lantai adalah keramik dengan ukuran 30 x 30 cm, berwarna *grey white*, dengan faktor reflektansi 45%. Untuk dinding menggunakan jenis *standard wall* dengan faktor reflektansi 75%, material plafon menggunakan *standar ceiling* 55% dan *polished aluminium* 55%. Untuk perabot menggunakan *finishing* warna *stone grey* (7030) dengan faktor reflektansi 30%. Sedangkan untuk jenis lampu tanpa armatur menggunakan lampu Philips dengan tipe 41S090 2xTL-D 36W/54 O, dan untuk lampu dengan armatur menggunakan lampu Philips dengan tipe TMX204 2xTL-DR 2x36W/840 HFP.

Hasil pola penyebaran cahaya dan hasil perhitungan luminasi rata-rata pada proses verifikasi juga menunjukkan bahwa sistem pencahayaan yang ada masih belum sesuai dengan standar pencahayaan rata-rata pada bangunan gedung di Indonesia (SNI) yaitu 250 lux.

**Tabel 2. Material yang digunakan dalam permodelan ruang**

Jenis	Data Lapangan	DIALux v.4.9
Lokasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kota Surabaya</li> <li>Longitude: 112° 45'</li> <li>Latitude: -7°14'</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kota Surabaya</li> <li>Longitude: 112° 45'</li> <li>Latitude: -7°14'</li> </ul>
Lantai	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keramik <i>glossy</i> warna putih</li> <li>Ukuran 30x30cm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keramik 30x30cm</li> <li>Warna: <i>grey white</i></li> <li>Reflektansi: 45%</li> </ul>
Dinding	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat dinding warna putih</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standard wall</li> <li>Reflektansi: 75%</li> </ul>
Plafon	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat dinding warna putih</li> <li>Balok beton ekspos aluminium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standar <i>ceiling</i> 55%</li> <li>Polised Aluminium 55%</li> </ul>
Perabot	<ul style="list-style-type: none"> <li>Material multipleks dan besi warna abu-abu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Warna: <i>Stone grey</i> (7030)</li> <li>Reflektansi: 30%</li> </ul>
Lampu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Philips TLD 2x38W/54 lifemax (tanpa armatur)</li> <li>Philips TLD 2x38W/54 lifemax (dengan armatur)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Philips 41S090.</li> <li>2xTL-D 36W/54 O</li> <li>Philips TMX204.</li> <li>2xTL-DR 36W/840 HFP</li> </ul>

Sumber: analisis pribadi, 2010

### Hasil Optimasi Program DIALux v.4.9

Kegiatan optimasi bertujuan untuk memberikan solusi dari permasalahan yang terjadi seperti yang telah dipaparkan pada data lapangan dan proses verifikasi. Didalam proses optimasi sistem pencahayaan digunakan bantuan program DIALux v.4.9, dimana dalam proses ini akan ditetapkan beberapa variabel bebas maupun variabel tetap guna menghasilkan sistem pencahayaan yang lebih tepat serta efisien dalam penggunaan energi.

Guna menghasilkan sistem pencahayaan yang tepat serta efisien dalam penggunaan energi maka dilakukan beberapa alternatif percobaan, antara lain:

#### Alternatif 1

Pada alternatif ini, posisi titik lampu yang ada pada data lapangan tetap, tidak ada yang diubah kecuali jenis lampu. Jenis lampu diubah menggunakan lampu dengan armatur lampu berkisis-kisi yang mampu membantu menyebarkan cahaya. Jenis lampu yang digunakan adalah lampu Philips dengan tipe TBS160 2xTL-D 36W/840 HFP C6-1000.

#### Alternatif 2

Ruangan yang sebelumnya mengekspos balok beton ditutup oleh plafon warna putih dan jenis lampu yang digunakan adalah jenis lampu tanpa armatur yang ada pada data lapangan (TLD 2x38W/54 lifemax).

#### Alternatif 3

Ruangan yang sebelumnya mengekspos balok beton ditutup oleh plafon warna putih, dan jenis lampu yang digunakan adalah jenis lampu dengan armatur yang ada pada data lapangan (TLD 2x38W/54 lifemax).

#### Alternatif 4

Ruangan yang sebelumnya mengekspos balok beton ditutup oleh plafon warna putih, kaca jendela diberi lapisan kaca film yang mampu mereduksi sinar matahari sampai 50%, dan jenis lampu yang digunakan adalah lampu Philips dengan tipe TBS160 2xTL-D 36W/840 HFP C6-1000.

#### Alternatif 5

Ruangan yang sebelumnya mengekspos balok beton ditutup oleh plafon warna putih dan jenis lampu yang digunakan adalah lampu Philips dengan tipe TBS160 2xTL-D 36W/840 HFP C6-1000.



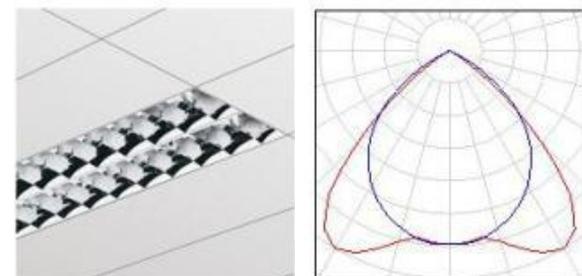
(a)



(b)

Sumber: dokumentasi penulis, 2010

**Gambar 2. (a) Jenis Lampu TLD 2x38W/54 lifemax tanpa armatur (b) Jenis Lampu TLD 2x38W/54 lifemax dengan armatur**



Philips TBS160 2xTL-D36W HFP C6-1000  
Article No.:  
Luminaire Luminous Flux: 6700 lm  
Luminaire Wattage: 36.0 W  
Luminaire classification according to CIE: 100  
CIE flux code: 68 100 100 99 68  
Fitting: 2 x TL-D36W/840 (Correction Factor 1.000).

Sumber: DIALux v.4.9.

**Gambar 3. Jenis Lampu Philips dengan tipe TBS160 2xTL-D 36W/840 HFP C6-1000**

Hasil optimasi 11 sampel dari 18 ruang menunjukkan bahwa terdapat 1 ruang yaitu ruang P.621A memiliki sistem pencahayaan yang paling optimal dengan menggunakan alternatif ke-3. Ke-7 ruang lain yaitu ruang P.202, P.203, P.204, P.430, P.622, P.621B dan P.622A menggunakan alternatif ke-5. Sedangkan 10 ruang lainnya yaitu ruang P.617, P.618, P.619, P.619A, P.620A, P.620B, P.627, P.623, P.624 dan P.625 memiliki sistem pencahayaan yang paling optimal dengan menggunakan alternatif desain ke-4.

Tabel 3. Hasil alternatif desain optimasi

Nama Ruang	Alternatif
P.621A	Ke-3 (ruangan yang sebelumnya mengekspos balok beton ditutup oleh plafon warna putih, dan jenis lampu yang digunakan adalah jenis lampu Philips dengan tipe TMX204 2xTL-DR 36W/840 HFP).
P. 202 dan P.203 P.204 P.430 P.622, P.621B, P.622A P.617 dan P.618 P.619, P.619A, P.620A P.620B P.627 P.623 P.624 dan P.625	Ke-5 (ruangan yang sebelumnya mengekspos balok beton ditutup oleh plafon warna putih, dan jenis lampu yang digunakan adalah jenis lampu Philips TBS160 2xTL-D 36W/840 HFP C6-1000).  Ke-4 (ruangan yang sebelumnya mengekspos balok beton ditutup oleh plafon warna putih, kaca jendela diberi lapisan kaca film yang mampu mereduksi sinar matahari sampai 50%, dan jenis lampu yang digunakan adalah jenis lampu Philips TBS160 2xTL-D 36W/840 HFP C6-1000).

Tabel 4. Hasil *grouping* berdasar kebutuhan ruang

Ruang	Jumlah Titik Lampu yang digunakan			Total titik lampu	E(av)		
	Pagi/Siang	LCD	Malam		Pagi/Siang	LCD	Malam
P.202	8	9	11	11	262 lux	237 lux	251 lux
P.204	10	8	10	10	262 lux	226 lux	242 lux
P.430	4	4	6	6	255 lux	226 lux	251 lux
P.618	4	4	6	6	255 lux	225 lux	240 lux
P.619A	6	6	8	8	263lux	226 lux	275 lux
P.622	7	6	7	7	270 lux	228 lux	270 lux
P.620B	4	4	6	6	274 lux	226 lux	251 lux
P.621A	3	3	3	4	252 lux	247 lux	252 lux
P.627	5	6	11	11	250 lux	268 lux	274 lux
P.623	3	3	5	5	275 lux	228 lux	261 lux
P.624	3	3	4	4	266 lux	226 lux	263 lux

Ruangan yang sebelumnya memiliki langit-langit dengan balok ekspos dan terdapat titik-titik lampu di dalamnya memiliki sistem pencahayaan yang lebih optimal bila langit-langit ruangan ditutup dengan plafon warna putih, kaca jendela untuk ruang yang mendapat sinar matahari secara berlebihan ditutup dengan kaca film yang mampu mereduksi sinar matahari sebesar 50%, pengaturan titik-titik lampu dibuat lebih teratur dan tidak sejajar dengan arah mata pengguna didalam ruang, serta menggunakan lampu dengan armatur yang mampu membantu menyebarkan cahaya. Untuk menghasilkan sistem pencahayaan yang tepat serta efisien terhadap penggunaan energi maka sistem pengaturan atau *grouping* sistem pencahayaan disesuaikan dengan kebutuhan ruang saat pagi-siang hari atau saat sinar matahari dapat masuk ke dalam ruang, saat penggunaan LCD, dan saat malam hari.

Hasil alternatif desain seperti pada Tabel 3 di atas dapat menghasilkan sistem pencahayaan yang lebih tepat untuk ruang kuliah gedung P Universitas Kristen Petra Surabaya. Disamping itu, hasil optimasi dengan melakukan pembagian *grouping* sistem pencahayaan

yang disesuaikan dengan waktu dan media ajar ruang kuliah (saat pagi-siang hari atau saat sinar matahari dapat masuk ke dalam ruang, saat penggunaan LCD, dan saat malam hari) dapat menghasilkan total penghematan energi sebesar 4.040W.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil data lapangan, proses verifikasi, dan proses optimasi, maka dapat disimpulkan bahwa sistem pencahayaan yang ada pada ruang kuliah belum mengacu pada konservasi energi sistem pencahayaan pada bangunan gedung di Indonesia (SNI). Hal ini terlihat dari hasil pola penyebaran cahaya yang tidak merata serta besar luminasi rata-rata pada ruang kuliah yang masih belum sesuai dengan standar pencahayaan rata-rata pada bangunan gedung di Indonesia (250 lux). Sistem pencahayaan ruang kuliah yang ada sudah menggunakan lampu yang berefikasi tinggi sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu lampu *fluorescent* hanya saja penggunaan armatur lampu masih belum tepat (pemilihan armatur yang disarankan yaitu mempunyai

karakteristik distribusi pencahayaan sesuai dengan penggunaannya, mempunyai efisiensi yang tinggi dan tidak mengakibatkan silau atau refleksi yang mengganggu). Pengendalian sistem pencahayaan/ pengelompokan pencahayaan ruang kuliah yang ada masih belum diatur sesuai dengan letak lubang cahaya yang dapat dimasuki cahaya alami siang hari.

Untuk menghasilkan sistem pencahayaan yang lebih tepat, langit-langit ruang kuliah yang sebelumnya berupa balok ekspos ditutup dengan plafon warna putih, kemudian kaca jendela untuk ruang yang mendapat sinar matahari secara berlebihan ditutup dengan kaca film yang mampu mereduksi sinar matahari sebesar 50%. Titik-titik lampu diletakkan dengan lebih teratur dan tidak sejajar dengan arah

mata pengguna didalam ruang, serta menggunakan lampu berefikasi tinggi dengan armatur yang mampu membantu menyebarkan cahaya. Selain itu, guna menghasilkan sistem pencahayaan yang tepat serta efisien terhadap penggunaan energi, sistem pengendalian atau *grouping* sistem pencahayaan disesuaikan dengan waktu dan media ajar ruang kuliah saat pagi-siang hari atau saat sinar matahari dapat masuk ke dalam ruang, saat penggunaan LCD, dan saat malam hari.

Hasil optimasi dengan melakukan pembagian *grouping* sistem pencahayaan yang disesuaikan dengan waktu dan media ajar ruang kuliah dapat menghasilkan total penghematan energi 4.040 W atau menurun sekitar 36,4% dari total energi awal.

Tabel 5. Hasil penghematan energi

Ruang	Jmlh titik awal (2 lampu /titik)	Jmlh titik optimasi (2 lampu/titik)	Daya Awal (@38W/lampu)	Armatur Tipe Lampu	Daya Optimasi (@36W/lampu)	Armatur Tipe Lampu
P.621A	3	3	228 W	Tanpa armatur 2xTL-D 38W/54	216 W	TMX204 2xTL-D 36W/840
P.202	18	8	1368 W	Tanpa armatur 2xTL-D 38W/54	576 W	TMX204 2xTL-D 36W/840
P.203	18	8	1368 W	Tanpa armatur 2xTL-D 38W/54	576 W	TMX204 2xTL-D 36W/840
P.204	16	10	1216 W	Tanpa armatur 2xTL-D 38W/54	720 W	TMX204 2xTL-D 36W/840
P.430	5	4	380 W	Tanpa armatur 2xTL-D 38W/54	288 W	TMX204 2xTL-D 36W/840
P.622	7	7	532 W	Tanpa armatur 2xTL-D 38W/54	504 W	TMX204 2xTL-D 36W/840
P.621B	7	7	532 W	Tanpa armatur 2xTL-D 38W/54	504 W	TMX204 2xTL-D 36W/840
P.622A	7	7	532 W	Tanpa armatur 2xTL-D 38W/54	504 W	TMX204 2xTL-D 36W/840
P.617	5	4	380 W	Tanpa armatur 2xTL-D 38W/54	288 W	TMX204 2xTL-D 36W/840
P.618	5	4	P.617	Tanpa armatur 2xTL-D 38W/54	288 W	TMX204 2xTL-D 36W/840
P.619	9	6	684 W	Tanpa armatur 2xTL-D 38W/54	432 W	TMX204 2xTL-D 36W/840
P.619A	9	6	684 W	Tanpa armatur 2xTL-D 38W/54	432 W	TMX204 2xTL-D 36W/840
P.620A	9	6	684 W	Tanpa armatur 2xTL-D 38W/54	432 W	TMX204 2xTL-D 36W/840
P.620B	5	4	380 W	Tanpa armatur 2xTL-D 38W/54	288 W	TMX204 2xTL-D 36W/840
P.627	10	5	760 W	Tanpa armatur 2xTL-D 38W/54	360 W	TMX204 2xTL-D 36W/840
P.623	5	3	380 W	Tanpa armatur 2xTL-D 38W/54	216 W	TMX204 2xTL-D 36W/840
P.624	4	3	304 W	Tanpa armatur 2xTL-D 38W/54	216 W	TMX204 2xTL-D 36W/840
P.625	4	3	304 W	Tanpa armatur 2xTL-D 38W/54		TMX204 2xTL-D 36W/840
<b>TOTAL</b>	<b>146</b>	<b>98</b>	<b>11.096 W</b>		<b>7.056 W</b>	
<b>HEMAT</b>		<b>48</b>			<b>4.040 W</b>	

**REFERENSI**

- Chen, Kao. 1999. *Energy Management in Illuminating Systems*. USA: Robert Stern.
- Darmasetiawan, Christian, Lestar Puspakesuma. 1991. *Teknik Pencahayaan dan Tata Letak Lampu*. Jakarta: PT Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Indonesia, Badan Standarisasi Nasional. 2000. *SNI 03-6197-2000 Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan*. Jakarta: BSN.
- Suptandar, J., Pamudji. 1999. *Desain Interior: Pengantar Merencana Interior untuk Mahasiswa Desain dan Arsitektur*. Jakarta: Djambatan.
- [http:// www.dialux.com](http://www.dialux.com), diunduh 10 Oktober, 2010.