

---

## SUBMISSION 66

# Optimasi Kuat Pencahayaan Lampu *Philips Hue* Dengan Memanfaatkan Cahaya Alami Untuk Ruang Kuliah Lantai 8 STTP-LN

Juara Mangapul Tambunan, Albert Gifson,  
Dosen Tetap Teknik Elektro, STT-PLN

**Abstrak.** Lokasi Menara STTPLN berada wilayah Jakarta Barat, tepatnya di Duri Kosambi, Cengkareng. Gedung STTPLN lantai 8 memiliki delapan ruang perkuliahan yang digunakan sebagai sampel, terdiri dari : ruang kelas 801 sampai dengan 808. Diawali dengan menghitung jumlah lampu yang terpakai dan menghitung daya per satuan luas ruang. Dilanjutkan dengan pengukuran lux meter pada kondisi lampu dihidupkan dan dimatikan pada beberapa luminaire. Disini penulis membahas tentang bagaimana pengaturan pencahayaan natural melalui jendela sisi sekitar ruang dengan pengaturan kuat pencahayaan menggunakan lampu philips lighting L1800 A30 LED48S, Power: 47.0 W, dengan Luminous efficacy: 100.6 lm/W, agar dapat dipakai secara merata (seimbang) dan bisa mendekati standar antara 250 hingga 300 lux, dengan tingkat kesilauan hilang sama sekali. Sehingga mahasiswa mendapatkan kenyamanan dalam belajar. Dari kajian penelitian penulis, sebagai Optimasi pencahayaan ruang kelas/lokal menggunakan Software (Dialux evo 7.1) lebih presisi, dan mampu membaca semua permukaan, dan sangat mudah untuk digabungkan dengan perencanaan dengan kondisi waktu pada siang hari dengan tingkat kecerahan kondisi matahari yang bisa diatur (light scene for daylight condition). Hasil optimasi memperlihatkan bahwa pada saat siang hari, penggunaan cahaya buatan (lampu) tidak menyebabkan tingkat kesilauan. Hal ini diharapkan agar rata-rata total lumen diberbagai point area kerja sesuai target yaitu sekitar 275 lux.

**Kata kunci:** Optimasi, Pencahayaan Alami, Ruang Perkuliahan, Philips Hue, DIALux evo 7.1

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu wilayah kepulauan yang berada diantara garis katulistiwa dengan keadaan iklim tropis yang memancarkan sinar matahari yang melimpah di setiap waktu. Maka dari itu, memberikan kesempatan besar bagi sipengguna cahaya dalam memanfaatkan pencahayaan alami melalui jendela ruang yang memberikan pengaruh terhadap berkurangnya beban listrik untuk penerangan dalam ruang.

Umumnya jendela sering digunakan sebagai pencahayaan ruang, biasanya pada sekolah dan rumah tinggal, dengan kondisi rumah dengan lahan yang luas maupun keadaan rumah dengan lahan terbatas, dengan pemilihan material kaca yang lebih dominan antara kaca hitam dengan kaca bening. Walaupun tidak melihat aspek yang tepat menurut ukuran jendela, apakah sudah memiliki kualitas pencahayaan yang sesuai dengan standar SNI-03-6197-2000 dengan kuat pencahayaan antara 120 hingga 250 lux. Jendela memberi peranan yang terpenting dalam melewatkan cahaya alami dalam ruang. Bila ukuran jendela semakin besar mengakibatkan semakin banyak cahaya alami yang menyerap ke dalam ruang yang berakibat menimbulkan kesilauan, sehingga dapat menyebabkan gangguan fisik, penglihatan mata dan menjadi tidak nyaman (Baharuddin, 2011).

Dalam penelitian lain berkaitan jendela, telah dijelaskan oleh (Daryanto, 2012) yang berjudul “Jendela Hemat Energi Pada Fase Rumah Susun di Jakarta”, yang menyebutkan bahwa jendela merupakan faktor komponen bangunan yang penting dalam sudut pencahayaan ruang. Begitu pula dalam penelitian yang dijelaskan (Baharuddin, 2011) tentang “Pengaruh Bukaannya Jendela Terhadap Penetrasi Cahaya Alami dan Radiasi Matahari dalam Ruang” yang menyebutkan luas ukuran jendela sangat mempengaruhi terhadap penetrasi cahaya alami dengan radiasi matahari di dalam ruangan. Semakin luas ukuran jendela, maka semakin besar penetrasi cahaya alami dan radiasi matahari yang masuk dalam ruangan. Disinilah yang mengakibatkan efek pencahayaan alami menjadi tidak optimal pada saat menggunakan energi listrik pada siang hari. Setiap ruangan memerlukan kuat pencahayaan yang berbeda-beda sesuai penggunaan dan aktifitasnya dalam ruang (Chairul G Irianto, 2006).

Menurut standar SNI, kuat pencahayaan minimum yang direkomendasikan khusus ruang kuliah sekitar 250 lux. Pencahayaan ini dapat dicapai dengan menggunakan jenis lampu yang berefikasi tinggi, dengan pemilihan armatur yang sesuai serta pengaturan pencahayaan ruang kuliah yang baik dan tepat untuk pencahayaan dengan sumber buatan.

Ruang kuliah STTPLN yang terdapat pada lantai 8, memiliki delapan ruangan yang terdiri dari R-801, R-802, R-803, R-804, R-805, R-806, R-807 dan R-808 dengan aktifitas utama yaitu baca tulis. Penelitian pencahayaan alami pada ruang kuliah STTPLN disini tidak memerlukan peralatan lain, hanya dengan menambah perangkat elektronik lain seperti proyektor infocus, yang mana telah disediakan di setiap ruang perkuliahan. Fungsi dari proyektor infocus adalah sebuah perangkat yang mengintegrasikan sumber cahaya, sistem optik, elektronik dan display dengan tujuan memproyeksikan video, gambar, atau data dari komputer pada sebuah layar atau sesuatu dengan permukaan datar atau dinding. Biasanya pada saat menggunakan perangkat proyektor infocus, pencahayaan alami seperti pada sinar matahari yang masuk perlu diatur sedemikian rupa agar tidak menimbulkan kesilauan pada mata dan penglihatan baca. Untuk mengetahui intensitas cahaya alami pada suatu ruang, maka perlu dilakukan pengujian pencahayaan alami. Apakah kondisi pencahayaan di dalam ruang tersebut telah sesuai standar baku yang telah ditetapkan atau belum. Pada SNI 03-2396-2001, telah diatur langkah-langkah pengujian pencahayaan alami, yaitu terdiri dari : tingkat pencahayaan dan indeks kesilauan. Dengan kondisi luas ruang kuliah yang berbeda-beda dalam aktifitasnya diharapkan dengan suasana nyaman dan menyenangkan, pencahayaan dapat dicapai.

Untuk memperoleh kualitas pencahayaan yang tepat perlu diatur dengan baik pola bukaan jendela untuk ruang masuk pencahayaan dengan sedemikian rupa. Upaya ini nampaknya sangat mudah, namun tidak sesederhana yang terlihat. Dengan masuknya cahaya bukan semata-mata membuat akses cahaya dari ruang luar ke ruang dalam, dengan memberi ruang selebar-lebarnya atau memasang bidang transparan yang seluas-luasnya agar cahaya dapat masuk dengan leluasa. Cara pandang ini tentu bukan menjadi pendekatan disain yang tepat, karena bukan merupakan kuantitas semata yang menjadi pertimbangan, tapi kualitas cahaya serta berbagai faktor lain yang harus diperhatikan. Dengan penerangan yang baik dan tepat akan membantu mengerjakan dan membuat orang merasa lebih nyaman ketika mengerjakan sesuatu. Walau terkesan sederhana, pernyataan ini merupakan tujuan dari *lighting design*, yaitu menciptakan kenyamanan, suasana yang menyenangkan, dan ruang yang fungsional bagi setiap orang di dalamnya. (Lam, 1977).

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, maka disini penulis mengkaji empat permasalahan pokok, yaitu : Bagaimana cara memilih dan mengoptimalkan kuat pencahayaan dengan lampu philips hue yang tepat agar tercapai pencahayaan yang merata disetiap sisi ruang, sebagaimana yang disesuaikan menurut standar pencahayaan; bagaimana pengaruh instalasi kuat pencahayaan lampu philips hue terhadap interior ruang kuliah, luas ruang dan luas bukaan jendela; bagaimana cara mengatur instalasi kuat pencahayaan lampu philips hue dengan baik dengan memanfaatkan pencahayaan alami dalam ruang secara optimal, agar efektif dan efisien. Penulis melakukan perhitungan dan pengukuran dengan menggunakan software Dialux evo 7.1 secara horizontal dari kulit bangunan hingga ke koridor di bagian tengah ruang, sehingga kuat pencahayaan yang sampai ke koridor harus memenuhi intensitas pencahayaan sesuai standar yang direkomendasikan yaitu 250 Lux; dan berapa banyak lumener yang dipasang dalam ruang perkuliahan harus diperhitungkan dengan tepat supaya dihasilkan iluminansi yang memenuhi standar SNI.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pencahayaan Alami

Untuk mendapatkan pencahayaan yang sesuai dalam suatu ruang, maka diperlukan sistem pencahayaan yang tepat sesuai dengan kebutuhannya. Pencahayaan yang efektif dalam suatu ruang perkuliahan yang sangat tepat diperoleh pada siang hari. Pencahayaan pada siang hari dimaksudkan untuk memperoleh pencahayaan di dalam bangunan pada saat siang hari melalui cahaya alami. Dengan demikian, pengertian pencahayaan alami adalah pencahayaan yang dihasilkan oleh sumber cahaya alami yaitu sinar matahari. Manfaat pencahayaan alami dapat memberikan lingkungan visual yang menyenangkan dan nyaman dengan kualitas cahaya yang mirip kondisi alami di luar bangunan. Sehingga dapat mereduksi bahkan menghindari penggunaan pencahayaan buatan dari penggunaan listrik lain. Selain itu, sinar matahari yang memiliki cahaya yang kuat, yang bervariasi menurut jam, musim dan tempat. Dengan pencahayaan yang bersumber dari sinar matahari masih dirasa kurang efektif bila dibandingkan dengan pencahayaan buatan, hal ini disebabkan oleh karena sinar matahari dapat memberikan intensitas cahaya yang tetap.

Pada dasarnya sumber cahaya memiliki dua jenis, yaitu cahaya alami (*natural lighting*) dan cahaya buatan (*artificial lighting*). Kedua sumber cahaya ini mempunyai kelebihan dan kekurangan, antara lain : sumber cahaya alami memiliki sifat tidak menentu, tergantung pada iklim, musim dan cuaca. Sinar *ultraviolet* (UV) yang terkandung dalam cahaya alami dapat merusak struktur permukaan material. Sedangkan cahaya buatan membutuhkan biaya tertentu, namun peletakan dan kestabilan cahaya dapat diatur.

## 2.2. Peranan Pencahayaan Alami Pada Manusia

Salah satu peranan pencahayaan alami yang diberikan pada manusia adalah dalam hal kenyamanan. Peranan ini diberikan tidak hanya di dalam bangunan/ruangan, tetapi juga di luar bangunan/ruangan. Ada dua macam kenyamanan yang dipengaruhi cahaya alami pada diri manusia, yaitu kenyamanan visual dan kenyamanan thermal. Kenyamanan *visual* yang terkait dengan cahaya alami yang membantu manusia dalam mengakses informasi *visual* manusia. Kondisi *visual* yang terlalu gelap akibat kurangnya cahaya akan menciptakan ketidaknyamanan bagi indera *visual*. Ketidaknyamanan ini juga akan mempengaruhi persepsi *visual* manusia terhadap lingkungan *visualnya*. Dengan penerangan yang baik akan membantu kita mengerjakan pekerjaan dan membuat kita merasa nyaman ketika mengerjakannya. Walaupun terkesan sederhana, pernyataan ini merupakan tujuan dari *lighting design* (desain pencahayaan), yaitu untuk menciptakan kenyamanan, suasana yang menyenangkan dan ruangan yang fungsional bagi setiap orang didalamnya (Lam, 1977).

Sinar Matahari yang senantiasa disertai energi panas harus mampu dimaksimalkan sesuai dengan kebutuhan ruang dan kegiatan di dalamnya. Kurangnya akses terhadap cahaya alami, menurut para ahli dapat menyebabkan depresi dan stress. Hal ini terkait dengan peran cahaya alami sebagai katalisator bagi keluarnya beberapa jenis hormon. Dengan kekurangan cahaya alami akan mengurangi jumlah hormon tersebut yang pada gilirannya akan menyebabkan depresi dan stress.

## 2.3. Aspek Desain Jendela Ruang

Bukaan atau jendela sebaiknya menghadap ke utara atau ke selatan untuk memperkecil kemungkinan sinar langsung matahari masuk ke dalam ruangan. Ingat pula bahwa menghindari sinar langsung matahari bukan berarti kita tidak boleh menghadap ke langit. Tatapan ke langit biru dan awan-awannya pada saat tertentu amat diperlukan untuk melepas pandangan dan mendekatkan pada alam. Membuat jendela selebar-lebarnya akan lebih menguntungkan dari pada jendela sempit. Bila terlalu banyak cahaya, dapat digunakan tirai untuk menutup sebagai jendela agar didapat penerangan sesuai dengan yang dikehendaki. Jendela timur dan barat perlu dilindungi tirai (di sisi luar) agar panas dan sinar matahari pagi dan sore hari yang tajam tidak mengganggu.

## 2.4. Optimasi Pencahayaan

Tujuan dari optimasi pencahayaan suatu ruang perkuliahan adalah agar dicapai kualitas pencahayaan secara nyaman, berguna dan efektif serta efisien dalam penggunaan energi listriknya, baik dengan segala aktifitas yang dikerjakan di dalam ruang perkuliahan serta tidak menimbulkan kelelahan fisik pada mata. Penggunaan energi yang baik yang sesuai dengan kebutuhan. Ada beberapa langkah-langkah dalam mencapai efisiensi, yaitu dengan pemasangan alat kontrol pada lampu, pemakaian jumlah luminaire sesuai kebutuhan, penggabungan titik-titik luminaire terhadap sakelar, pemanfaatan dengan cahaya alami serta perawatan dan pengoperasian sistem pencahayaan. Dalam merencanakan desain instalasi pencahayaan untuk sarana pendidikan disesuaikan dengan kebutuhan penggunaan ruang, seperti pada laboratorium, bengkel, auditorium, perpustakaan, studio gambar atau ruang kuliah. Setiap ruangan memiliki kebutuhan serta intensitas cahaya yang berbeda-beda (Harten P. Van, E, Setiawan, 1985; 36-42).

## 2.5. Hubungan Antara Ruang dan Cahaya

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 memiliki sisi-sisi yang bervariasi bentuk. Ada yang persegi panjang, ada yang persegi, melingkar, bahkan ada yang berbentuk trapesium sesuai keinginan si pengguna.

## 2.6. Standar Peraturan Sistem Pencahayaan

Dalam perencanaan sistem pencahayaan buatan tidak boleh melebihi daya pencahayaan terpasang maksimum per SNI 03-6197-2011, seperti pada tabel dibawah ini. Harap dicatat bahwa daya pencahayaan (watt) untuk keseluruhan bangunan/ruang tidak boleh melebihi daya pencahayaan yang diijinkan. Lihat tabel dibawah ini.

Tabel 1. Tingkat Pencahayaan Lampu menurut Standar SNI

Standard Lumen (SNI 03-6197-2001)

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (Lux)
Rumah tinggal	
Teras	60
Ruang tamu	120 - 150
Ruang makan	120 - 250
Ruang Kerja	120 - 250
Kamar tidur	120 - 250
Kamar mandi	250
Dapur	250
Garasi	60

## 2.7. Persyaratan Teknis

Dalam persyaratan teknis pencahayaan alami, ada beberapa klasifikasi berdasarkan kualitas pencahayaan, diantaranya adalah :

- a. Kualitas pencahayaan yang harus dan layak disediakan, ditentukan oleh penggunaan ruangan. Lamanya waktu aktivitas yang memerlukan daya penglihatan yang tinggi dan sifat aktifitasnya.
- b. Klasifikasi kualitas pencahayaan, yaitu :
  1. Kualitas A : kerja halus sekali, pekerjaan secara cermat terus menerus, seperti menggambar detil, menggravir, menjahit kain warna gelap, dan sebagainya.
  2. Kualitas B : kerja halus, pekerjaan cermat tidak secara intensif terus menerus, seperti menulis, membaca, membuat alat atau merakit komponen-komponen kecil.
  3. Kualitas C : kerja sedang, pekerjaan tanpa konsentrasi yang besar dari si pelaku, seperti pekerjaan kayu, merakit suku cadang yang agak besar, dan sebagainya.
  4. Kualitas D : kerja kasar, pekerjaan dimana hanya detil-detil yang besar harus dikenal, seperti pada gudang, lorong lalu lintas orang, dan sebagainya.

## 2.8. Pencahayaan Ruang Perkuliahan

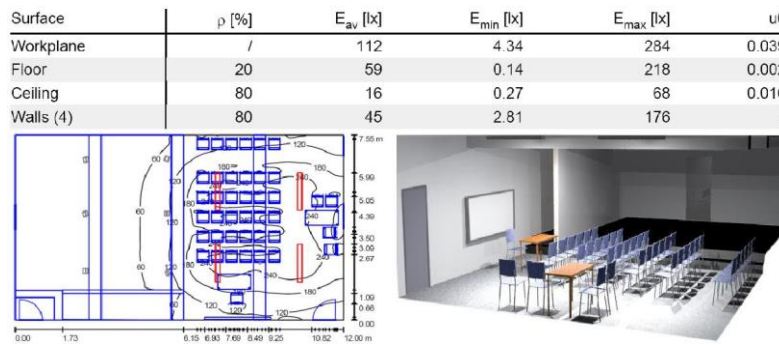
Pencahayaan yang baik membantu minat dan perhatian serta dapat mendukung mahasiswa untuk lebih memperhatikan papan tulis dengan lebih mudah. Meskipun saat ini jenis lampu telah beragam, namun pencahayaan alami dalam ruang kuliah selalu diupayakan karena dengan pencahayaan alami dapat memberikan semangat belajar dan menciptakan suasana yang ceria (Bean, 2004:193). Efisiensi energi dan kenyamanan visual merupakan kunci dalam desain pencahayaan ruang kuliah. Keseimbangan cahaya langsung dan tidak langsung yang tersedia cukup dalam ruang kuliah dan dapat mendukung mahasiswa dalam mengerjakan tugas/quiz yang berorientasi pada kertas dan meja tulis dengan baik (Perkins, 2001:138). Untuk media whiteboard kuat pencahayaan yang disarankan adalah 250 lux. Sedangkan ruang kuliah yang menggunakan media LCD, pencahayaan umum disarankan adalah 250-300 lux. Jadi fluks cahaya pada bidang kerja, adalah :

$$\Phi = E \cdot A \text{ (lumen) } \dots\dots\dots(2.1)$$

Menghitung banyaknya luminaire pada suatu ruang ditentukan dengan rumus :

$$N = \frac{E \times l \times w}{\phi \times LLF \times CU \times \eta} \dots\dots\dots(2.2)$$

Contoh hasil simulasi perhitungan pencahayaan pada ruang kuliah dengan Dialux evo :



Gambar 1. Hasil simulasi perhitungan Pencahayaan Ruang Kuliah

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode dan tahapan penelitian ini menggunakan sifat penelitian eksperimental yang mengacu pada metode kuantitatif dengan desain deskriptif melalui pendekatan pengukuran dan perhitungan dengan membandingkan hasil tersebut sesuai dengan yang direkomendasikan pada standar sistem pencahayaan yang sesuai dengan persyaratan peraturan, baik dengan pencahayaan alami yang dikendalikan dengan bukaan jendela ruang maupun pencahayaan pada lampu Philips hue dengan daya pencahayaan maksimum pada penggunaan ruang kuliah yang efektif dan efisien dan penggunaan pada kontrol pencahayaan. Langkah-langkah penelitian ini diawali dengan Studi literatur dan pengumpulan data untuk melengkapi teori dasar dan informasi yang berkaitan dengan pencahayaan alami pada ruang perkuliahan STT-PLN khusus lantai 8 secara lengkap. Pengambilan data dilakukan di lapangan/kelas dengan mengamati cahaya luar dan cahaya dalam, pengukuran ruang, pengukuran pencahayaan alami dan pencahayaan dengan lampu Philips hue serta dokumentasi untuk ruang kuliah lantai 8, yang terdiri dari R-801, R-802, R-803, R-804, R-805, R-806, R-807, dan R-808 secara langsung. Dengan mengetahui faktor refleksi ruangan, seperti (langit-langit, dinding, lantai), dan faktor beban disesuaikan dengan standar. Untuk Koefisien penggunaan atau  $K_p$  (*Coefficient of Utilization/CU*) dan Koefisien Depresiasi atau  $K_d$  (*light loss factor/LLF*) ditentukan besarnya  $K_p$  dan  $K_d$  yang dipakai adalah 0,5. Sebagai bahan perhitungan dari hasil pengamatan dan hasil perhitungan dengan software Dialux evo 7.1, sesuai yang direkomendasikan dengan standar SNI 03-2396-2001. Kemudian membuat analisa data hasil pengukuran dan perhitungan. Selanjutnya menarik kesimpulan dari hasil penelitian.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan selama enam bulan. Lokasi berada di Gedung Menara STT PLN lantai 8 ruang perkuliahan R-801, R-802, R-803, R-804, R-805, R-806, R-807, dan R-808, sebagai tempat penelitian di Jalan Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng, Jakarta Barat.

Dibawah ini dilengkapi dengan gambar berupa denah setiap ruang perkuliahan kampus STTPLN, mulai dari lokal R-801 hingga R-808 dan beberapa ruang lainnya yang dilihat berdasar dimensi ruang menurut luas ruang kuliah yang terdiri dari panjang, lebar dan tinggi ruang. Area lainnya tidak di akses dalam penelitian ini.

#### Skema Denah

Dalam Skema Denah dilengkapi data berupa dimensi ruangan, yaitu panjang, lebar dan tinggi ruang serta luas ruang lantai. Gambar denah dapat dilihat pada gambar 2 berikut.





Gambar 2. Denah Ruang Kuliah Lantai 8 STTPLN

Dalam tabel 2 menunjukkan hasil kajian dari perbandingan perhitungan manual dengan software untuk optimasi pencahayaan dalam ruang kuliah dengan tipe lampu yang digunakan adalah *Philips Lighting - 4MX900 L1800 A30 LED48S/- NO, Luminous emittance 1, Fitting: 1xLED48S/840/-, Light output ratio: 100.57%, Lamp luminous flux: 4700 lm, Luminaire luminous flux: 4727 lm, Power: 47.0 W, Luminous efficacy: 100.6 lm/W, Colourimetric data ; CCT 3000 K, CRI 100*. Tipe lampu yang digunakan di setiap ruang kuliah dari R-801 sampai dengan R-808 dengan tipe yang sama. Untuk ruang R-801 dan R-803 lampu yang dipakai sebanyak 5 luminaire, untuk ruang R-802, R-805 dan R-806 menggunakan lampu sebanyak 4 luminaire. Pada ruang R-804, R-807 dan R-808, menggunakan lampu sebanyak 6 luminaire. Untuk LLF (*Light Loss Factor*) dengan nilai sebesar 0,9 dan CU (*Coeffisient Utilization*) sebesar 0,7.

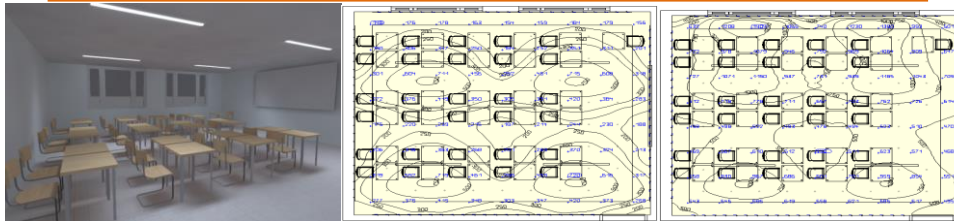
Tabel 2. Perbandingan Perhitungan Manual Dengan Software Untuk Optimasi Pencahayaan

Jumlah Lampu (Formula standar)										Tipe lampu dengan proyeksi software EVO 7.1 (Philips Lighting - 4MX900 L1800 A30 LED48S/- NO, Luminous emittance 1, Fitting: 1xLED48S/840/-, Light output ratio: 100.57%, Lamp luminous flux: 4700 lm, Luminaire luminous flux: 4727 lm, Power: 47.0 W, Luminous efficacy: 100.6 lm/W, Colourimetric data ; CCT 3000 K, CRI 100				
$N = \frac{E \times l \times w}{\phi \times LLF \times CU \times \eta}$														
E (Intensitas penerangan) - Target SNI	A (Luas bidang) = l x w	θ (Lux lampu)	LLF (Light loss factor / Kd)	CU (Coefficient of Utilization / Kp)	η (Jumlah lampu dalam satu kemasan)	n (Jumlah lampu)	Daya / Watt	Total daya	Target (SNI)	Lux (lampu)	n (Jumlah lampu)	Daya / Watt	Total daya	
250	60.75	4700	0.9	0.7	1	5	47	241	250	4700	4	47	188	
250	51.75	4700	0.9	0.7	1	4	47	205	250	4700	4	47	188	
250	58.50	4700	0.9	0.7	1	5	47	232	250	4700	4	47	188	
250	66.96	4700	0.9	0.7	1	6	47	266	250	4700	6	47	282	
250	49.68	4700	0.9	0.7	1	4	47	197	250	4700	4	47	188	
250	49.68	4700	0.9	0.7	1	4	47	197	250	4700	4	47	188	
250	69.12	4700	0.9	0.7	1	6	47	274	250	4700	6	47	282	
250	65.61	4700	0.9	0.7	1	6	47	260	250	4700	6	47	282	
Total						40		1873			38		1786	

Dalam tabel 2, menunjukkan jumlah lampu dalam ruang, besar arus fluks lampu 4700 Lux, LLF (*Light Loss Factor*) 0,9 dan CU (*Coefficient of Utilization*) 0,7 serta total daya. Susunan tabel, gambar ruang kuliah beserta gambar distribusi pencahayaan ruang kuliah ditunjukkan dalam gambar berikut tabel optimasi pencahayaan ruang kelas 801, ruang kelas 802, ruang kelas 803, ruang kelas 804 hingga ruang kelas 808 dibawah ini.

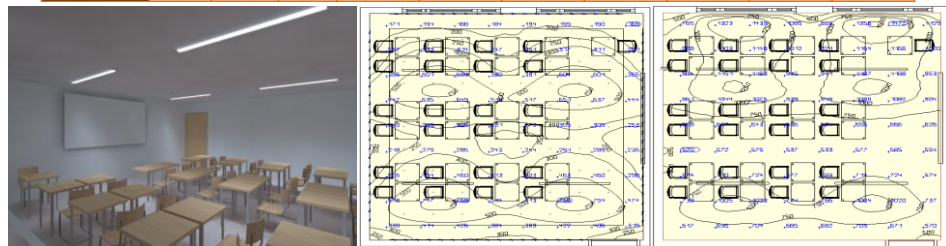
Tabel 3. Optimasi Pencahayaan Ruang Kelas 801, 802, 803, 804

OPTIMASI PENCAHAYAAN RUANG KELAS 801										
Permukaan	Jarak Dari Dasar (M)	Faktor Refleksi (p %)	Target (Lx)	Total Pencahayaan Malam Hari (A)			Total Pencahayaan Siang Hari - Cerah (Standar Software EVO DIALUX 7.1 2018 ) (B)			
				E Rata-rata (Lx) - A	E Minimal (Lx) - A	E Maksimal (Lx) - A	Daylight Factor (%) B	E Rata-rata (Lx) - B	E Minimal (Lx) - B	E Maksimal (Lx) - B
Bidang Kerja	0,8	-	300	329	126	776	2,3	731	313	1441
Langit-langit	0	70	30	169	127	212	1	387	354	464
Dinding	0	86	0	168	0	297	6,6	487	0	839



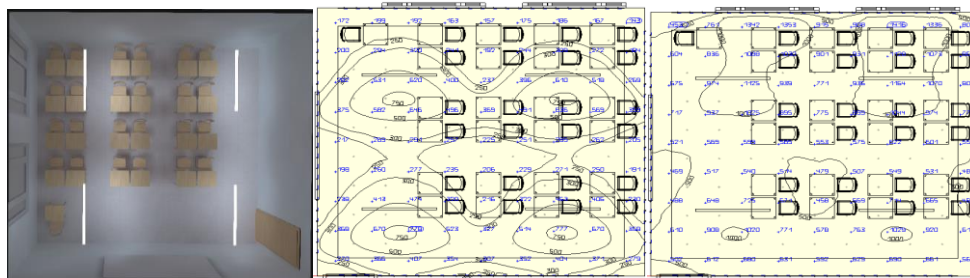
Gambar 3. Gambar dan Tabel Ruang Kuliah dan Distribusi Pencahayaan R-801

OPTIMASI PENCAHAYAAN RUANG KELAS 802										
Permukaan	Jarak Dari Dasar (M)	Faktor Refleksi (p %)	Target (Lx)	Total Pencahayaan Malam Hari			Total Pencahayaan Siang Hari - Cerah (Standar Software EVO DIALUX 7.1 2018 )			
				E Rata-rata (Lx) - A	E Minimal (Lx) - A	E Maksimal (Lx) - A	Daylight Factor (%) B	E Rata-rata (Lx) - B	E Minimal (Lx) - B	E Maksimal (Lx) - B
Bidang Kerja	0,8	-	300	380	146	804	2,6	837	404	1522
Langit-langit	0	70	30	194	145	224	1,1	447	408	516
Dinding	0	86	0	198	0	331	7,1	566	0	1208



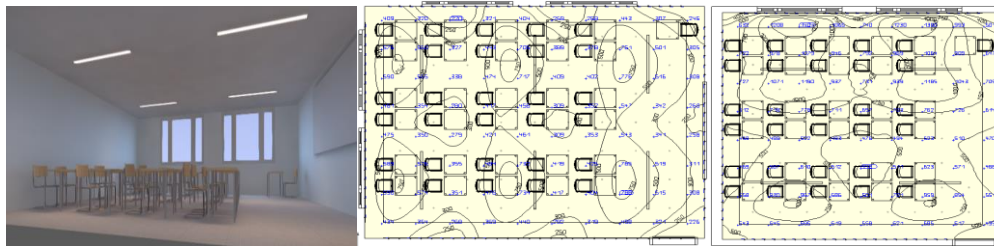
Gambar 4. Gambar dan Tabel Ruang Kuliah dan Distribusi Pencahayaan R-802

OPTIMASI PENCAHAYAAN RUANG KELAS 803										
Permukaan	Jarak Dari Dasar (M)	Faktor Refleksi (p %)	Target (Lx)	Total Pencahayaan Malam Hari			Total Pencahayaan Siang Hari - Cerah (Standar Software EVO DIALUX 7.1 2018 )			
				E Rata-rata (Lx) - A	E Minimal (Lx) - A	E Maksimal (Lx) - A	Daylight Factor (%) B	E Rata-rata (Lx) - B	E Minimal (Lx) - B	E Maksimal (Lx) - B
Bidang Kerja	0,8	-	300	342	32	791	2,4	754	77	1455
Langit-langit	0	70	30	182	124	224	1	413	372	480
Dinding	0	86	0	173	0	318	6,8	496	0	1001



Gambar 5. Gambar dan Tabel Ruang Kuliah dan Distribusi Pencahayaan R-803

OPTIMASI PENCAHAYAAN RUANG KELAS 804										
Permukaan	Jarak Dari Dasar (M)	Faktor Refleksi (ρ %)	Target (Lx)	Total Pencahayaan Malam Hari			Total Pencahayaan Siang Hari - Cerah (Standar Software EVO DIALUX 7.1 2018)			
				E Rata-rata (Lx) - A	E Minimal (Lx) - A	E Maksimal (Lx) - A	Daylight Factor (%) - B	E Rata-rata (Lx) - B	E Minimal (Lx) - B	E Maksimal (Lx) - B
Bidang Kerja	0,8	-	300	433	44	843	4	1131	129	2203
Langit-langit	0	70	30	214	74	244	1,6	556	74	672
Dinding	0	86	0	223	0	362	9	777	0	1301



Gambar 6. Gambar dan Tabel Ruang Kuliah dan Distribusi Pencahayaan R-804

Banyaknya lampu yang dipakai pada saat siang hari dengan mengatur bukaan jendela ruang bersamaan dengan mengurangi jumlah pencahayaan pada lampu Philips hue dengan daya pencahayaan maksimum pada penggunaan ruang kuliah dengan mengurangi tingkat kesilauan, yang dapat dilihat melalui tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Jumlah Lampu Pencahayaan Siang Hari dan Total Daya Ruang

Ruang Kuliah	Optimasi Pencahayaan Ruang				
	Jumlah Lampu Dalam Ruang (Buah)	Jumlah Lampu Philips Hue Siang Hari (Buah)	Total Daya (W)	Total Pencahayaan Siang Hari (Lux)	
				Dinding	Bidang Kerja
R-801	5	2	188	487	731
R-802	4	2	188	566	837
R-803	5	2	188	496	754
R-804	6	3	282	777	1131
R-805	4	2	188	555	860
R-806	4	2	188	580	858
R-807	6	3	282	1753	2964
R-808	6	3	282	668	953

Pada saat lampu disusun dengan optimasi penerangan malam hari dengan lumen rata-rata seperti pada tabel 3 di atas, untuk optimasi pencahayaan dengan target 250 lux sesuai standar SNI. Sedangkan untuk optimasi pencahayaan di siang hari, pada saat hari cerah memungkinkan untuk tidak menghidupkan semua pencahayaan lampu tersebut dengan rata-rata cukup sebagian lampu dihidupkan. Bila sebanyak 4 lampu atau 5 lampu dalam ruang, yang dihidupkan hanya 2 lampu yang berdekatan dengan dinding. Bila 6 lampu dalam ruang, maka yang dihidupkan cukup 3 buah lampu yang berada dekat dengan dinding saja. Agar dapat mengimbangi penerangan yang berada dekat jendela. Ini disebabkan yang berada dekat jendela itu rata-rata mencapai 1000 lux, yaitu antara 800 hingga 1000 lux. Untuk yang berdekatan dengan dinding yang tidak dinyalakan itu mencapai 200 lux sehingga kurang dari standar, maka sistem instalasinya dibuat seimbang (*balance*).

Hasil dari Optimasi pencahayaan ruang kelas/lokal dengan bantuan Software (*Dialux evo 7.1*) ternyata lebih presisi, mampu membaca semua permukaan, dan sangat mudah untuk digabungkan dengan perencanaan dengan kondisi waktu pada saat siang hari dengan tingkat kecerahan kondisi matahari yang bisa diatur (*light scene for daylight condition*). Kemudian hasil optimasi dapat memperlihatkan bahwa pada saat siang hari, maka penggunaan cahaya buatan (lampu) harus disesuaikan agar tidak menyebabkan tingkat



kesilauan. Atau juga mengurangi tingkat cahaya matahari yang masuk dengan menutup sebagian jendela. Hal ini diharapkan agar rata-rata total lumen yang didapatkan diberbagai point area kerja sesuai dengan target dan ketentuan batas-batas SNI, yaitu antara 250 hingga 300 lux dengan rata-rata sebesar 275 lux.

## 5. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengaturan perangkat pencahayaan alami pada jendela ruang kelas seperti : tirai jendela, jendela, dan lampu penerangan dalam kelas, hasil data didapat dari perhitungan, pengukuran maupun analisis penelitian yang data-datanya kemudian diolah dengan menggunakan Dialux evo 7.1, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Optimasi pencahayaan ruang kelas/lokal dengan menggunakan Software (Dialux evo 7.1) lebih presisi, mampu membaca semua permukaan, dan sangat mudah untuk digabungkan dengan perencanaan dengan kondisi waktu pada saat siang hari dengan tingkat kecerahan kondisi matahari yang bisa diatur (*light scene for daylight condition*).
2. Hasil optimasi memperlihatkan bahwa pada saat siang hari, maka penggunaan cahaya buatan (lampu) harus disesuaikan agar tidak menyebabkan tingkat kesilauan. Atau juga mengurangi tingkat cahaya matahari yang masuk dengan menutup sebagian jendela. Hal ini diharapkan agar rata-rata total lumen yang didapatkan diberbagai point area kerja sesuai dengan target dan ketentuan batas-batas SNI.
3. Bila 4 buah luminaire lampu dalam ruang yang disediakan, maka yang dihidupkan hanya 2 buah lampu yang berdekatan dengan dinding. Bila 6 buah lampu dalam ruangan, maka yang dihidupkan cukup 3 buah lampu yang berada dekat dengan dinding saja. Agar dapat mengimbangi penerangan yang berada dekat dengan jendela. Ini disebabkan yang berada dekat jendela itu rata-rata mencapai 1000 lux, yaitu antara 800 hingga 1000 lux. Untuk yang berdekatan dengan dinding yang tidak dinyalakan itu mencapai 200 lux sehingga kurang dari standar, maka sistem instalasinya dibuat seimbang (*balance*).

## 6. DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Standarisasi Nasional, "Standar Nasional Indonesia tentang Tata Cara Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung", (SNI-03-6575-2001), 2001
2. Badan Standarisasi Nasional, "Standar Nasional Indonesia tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami Pada Bangunan Gedung", (SNI-03-2396-2001), 2001
3. Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta" Buku Sistem Pencahayaan, Berdasarkan peraturan Gubernur No.38/2012, volume 3, 2012
4. Bean, James dan Karlen, Mark, "Dasar-Dasar Desain Pencahayaan", Penerbit Erlangga, Jakarta, 2007
5. E. Setiawan, Ir, Van Harten, P, "Instalasi Listrik Arus Kuat Jilid 2", Penerbit Bina Cipta, Jakarta, 1988
6. Frazier, Mary Claire, "*The Role of Daylighting in Green Building Design*". Proquest Science Journal, Vol.6, No.6, 2003
7. Ander, G, "*Daylighting Performance and Design*", John Wiley & Son, Inc, New York, 2003
8. Heschong L, Wright R, Okura S, "*Daylighting impacts on retail sales Performance*", Conference Proceeding of the Illuminating Engineering Society, 2001
9. Sri Kurniasih, "Optimasi Sistem Pencahayaan Pada Ruang Kelas Universitas Budi Luhur", Jurnal Arsitron Vol.5 No.1 Juni 2014 : Hal 21-33, ISSN 2086-9401