

# OPTIMASI DESAIN PENCAHAYAAN RUANG KELAS SMA SANTA MARIA SURABAYA

**Purnama Esa Dora**

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

## ABSTRAK

Pencahayaan merupakan salah satu faktor penting dalam perancangan sebuah ruang. Sekolah yang baik seharusnya didesain sehingga dapat meningkatkan efektifitas proses belajar mengajar. Standar pencahayaan ruang kelas di Indonesia adalah 250-300 lux. Sedangkan lampu yang dipakai dalam ruang kelas disarankan lampu dengan warna cahaya putih netral yang cahayanya dapat menyatu dengan baik dengan cahaya alami. Beberapa sekolah di Surabaya, yang menggunakan bangunan kolonial Belanda, pada umumnya memiliki masalah pada intensitas cahaya karena tidak sesuai dengan standar. Hasil pengukuran SMA Santa Maria Surabaya pada tanggal 9 Januari 2010 menunjukkan bahwa seluruh kelas (19 kelas) memiliki masalah pencahayaan dalam hal intensitas cahaya. Dari 19 kelas yang diukur, 13 kelas tidak mencapai standar (terlalu gelap) dan 6 kelas lainnya melebihi standar sehingga kelas terlalu silau. Oleh sebab itu dibutuhkan perbaikan desain pencahayaan pada sekolah ini untuk mengatasi masalah tersebut. Penelitian dilakukan dengan metode kuantitatif, dan perbaikan akan dilakukan melalui metode simulasi dan optimasi untuk mencapai standar pencahayaan yang optimum.

**Kata kunci:** Optimasi, desain pencahayaan, ruang kelas, SMA Santa Maria Surabaya.

## ABSTRACT

*Lighting is one of the most important aspect of designing a room. A good school should be designed so that it can increase the effectivity of the learning process. The lighting design standard of classrooms in Indonesia is 250 lux – 350 lux. Meanwhile, the type of lamp recommended in a classroom is one with a neutral white lamp color that could blend well with natural daylight. The schools in Surabaya that occupies old Dutch colonial buildings today generally have problems in lighting intensity. The evaluation result in SMA Santa Maria Surabaya on January 9, 2010 showed that all of the classrooms have lighting problems since they did not fullfil classroom lighting standards. Among 19 classrooms evaluated, 13 classrooms didn't fullfil the standard (too dark) and the other 6 were overbright. Hence, the lighting designs in these schools need to be corrected to solve vision problems. This research was done using the quantitative method of approach, and correction will be performed with simulation and optimization method to achieve the optimum lighting standard.*

**Keywords:** *Optimization, lighting design, classroom, SMA Santa Maria Surabaya.*

## PENDAHULUAN

Proses belajar berlaku bagi setiap manusia selama hidupnya. Proses belajar dapat dilakukan dalam lembaga formal dan informal. Lembaga formal pendidikan yang telah akrab dalam hidup kita sehari-hari adalah sekolah. Sekolah yang baik seharusnya didesain sehingga dapat meningkatkan efektifitas proses belajar mengajar. Selain itu, desain sekolah yang baik dapat membuat setiap warga sekolah termotivasi dan dapat merasa diterima di lingkungan tersebut dan nyaman selama proses belajar mengajar (Perkins, 2001: 179).

Pencahayaan merupakan salah satu faktor penting dalam perancangan sebuah ruang. Sebuah ruangan akan berfungsi maksimal apabila memiliki akses pencahayaan yang baik. Dengan pencahayaan

yang baik, maka benda-benda akan dapat dilihat dengan jelas sehingga aktivitas dalam ruang akan berjalan dengan lancar.

Pencahayaan yang tidak tepat dapat merusak atmosfer ruang sehingga menimbulkan perasaan kurang nyaman, selain itu juga menimbulkan tekanan secara psikologis terhadap pengguna ruang, gangguan penglihatan, dan gangguan kesehatan lainnya. Oleh sebab itu, intensitas cahaya perlu diatur untuk menghasilkan kesesuaian kebutuhan penglihatan di dalam ruang berdasarkan jenis aktivitasnya.

Beberapa sekolah di Surabaya, yang menggunakan bangunan masa kolonial Belanda, pada umumnya memiliki masalah dalam hal pencahayaan. Misalnya, SMA. St. Louis Surabaya, SMAN 9 Surabaya, dan SMA. Santa Maria Surabaya, yang menjadi objek penelitian karya tulis ini.



Sumber: dokumentasi penulis, 2010

**Gambar 1. SMA Santa Maria Surabaya**

Sejak tahun 1998, bangunan Santa Maria telah menjadi bangunan cagar budaya dengan nomor urut 3 berdasarkan Surat Keputusan Walikota Surabaya No. 188.45/004/402.104/1998 yang keberadaannya dilindungi oleh Undang-Undang. Hal ini mengakibatkan perubahan secara fisik pada bangunan sebisa mungkin dilakukan dengan tidak merubah struktur dan bentuk bangunan asli serta mempertahankan material asli semaksimal mungkin.

Hasil pengukuran SMA Santa Maria Surabaya pada tanggal 9 Januari 2010 menunjukkan bahwa seluruh kelas (19 kelas) memiliki masalah pencahayaan (secara umum 40-120 lux dan pada kisaran 340-470 lux) karena tidak sesuai dengan standar pencahayaan ruang kelas 250-300 lux (Darmasetiawan dan Puspakesuma, 1991: 18; *Good Lighting for School* 46). Dari 19 kelas yang diukur, 13 kelas tidak mencapai standar (terlalu gelap) (kisaran 40-120 lux) dan 6 kelas lainnya melebihi standar sehingga kelas terlalu silau (*glare*) (kisaran 340-470 lux).

Oleh sebab itu perlu diadakan perbaikan dalam pengaturan pencahayaan di SMA. Santa Maria Surabaya untuk mengatasi masalah pencahayaan yang terjadi. Dalam penelitian ini, perbaikan akan dilakukan melalui metode simulasi dan optimasi menggunakan untuk mencapai standar pencahayaan yang optimum. Hasil optimasi menunjukkan, perubahan yang dilakukan tidak hanya semata-mata mengganti lampu dengan intensitas lebih tinggi, tetapi juga pemilihan armatur yang sesuai untuk membantu penyebaran cahaya, mengganti *lamp hanger* untuk mencapai ketinggian dari permukaan kerja yang tepat, dan perubahan material dan warna elemen interior.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 2 (dua) metode yang berbeda. Tahap pertama adalah

metode pengamatan (observasi) dan pengukuran di lapangan. Menurut Hadi (1986), observasi sebagai metode ilmiah diartikan sebagai pengamatan dan pencatatan dengan sistematis fenomena yang diselidiki di lapangan. Hasil yang diperoleh berupa dimensi, perspektif ruang, dan besaran luminasi yang diukur secara manual menggunakan *Lightmeter LX-103*. Pengukuran dilakukan dengan mengambil titik pedoman sebesar 1,0 x 1,0 m<sup>2</sup> pada seluruh area ruang, setinggi bidang kerja yaitu 0,75 m dari atas permukaan lantai.

Tahap kedua adalah metode eksperimental menggunakan program komputer DIALux v.4.6. yaitu sebuah perangkat lunak untuk keperluan simulasi pencahayaan, dalam ruangan maupun luar ruangan, pencahayaan alami maupun buatan. Fungsi utamanya adalah membangun suatu skenario pencahayaan dalam tampilan tiga dimensi (permodelan), memprediksi cahaya, dan memberikan perhitungan parameter obyektif dari skenario tersebut. Program ini digunakan untuk melakukan proses verifikasi terhadap hasil pengukuran besaran luminasi di lapangan dan simulasi optimasi dengan berbagai macam eksperimen desain pencahayaan menggunakan *material library* yang telah disediakan di dalam program tersebut.

## KAJIAN TEORITIS

### Sistem Pencahayaan

Secara umum, sekolah merupakan suatu lembaga tempat untuk menuntut ilmu secara formal. Salah satu ruang yang sangat vital dalam sekolah adalah ruang kelas. Dalam ruang kelas ini, siswa dan guru berinteraksi dalam proses belajar mengajar dan dalam ruang kelas pula, sebagian besar waktu dihabiskan oleh siswa. Sistem dalam belajar mengajar secara umum dibagi dua yaitu *moving class* (siswa berpindah sesuai mata pelajaran) dan *remaining class* (guru berpindah sesuai dengan mata pelajaran).

Pada umumnya, sekolah di Indonesia memakai sistem *remaining class*, sehingga siswa akan menghabiskan waktu cukup banyak di dalam kelas (6-7 jam per hari). Dengan waktu yang cukup panjang tersebut, maka sebaiknya penerangan dalam kelas diatur dengan baik karena penerangan yang baik akan membantu guru untuk berkomunikasi dengan siswa dan siswa dapat menerima materi dengan maksimal.

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.

### Material Ruang Kelas

Bangunan sekolah adalah salah satu jenis bangunan umum yang dipakai dalam jangka waktu yang lama. Tak jarang bangunan tersebut berusia lebih dari 50 tahun. Kebutuhan bangunan sekolah untuk dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama merupakan faktor utama yang harus dipertimbangkan dalam memilih material (Perkins, 2001:147).

**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 detil (mis: ruang seni)	500	0,8	19
Area Sirkulasi:			
Koridor, tangga	80 – 120	-	19
Lobby, Area tunggu	175 – 250	-	19
Resepsionis	250 – 350	-	19
Atrium	400	-	19

Sumber: Bean, 2004:194

**Tabel 2. Pilihan material standar pada ruang kelas**

	Lantai	Dinding	Plafon	Finishing Mebel
Alasan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mudah dibersihkan</li> <li>2. Kuat</li> <li>3. Estetis</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mudah dibersihkan</li> <li>2. Kuat</li> <li>3. Estetis</li> <li>4. Ekonomis</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mudah dibersihkan</li> <li>2. Kuat</li> <li>3. Estetis</li> <li>4. Ekonomis</li> <li>5. Dapat meredam bunyi</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mudah dibersihkan</li> <li>2. Kuat</li> <li>3. Estetis</li> <li>4. Doff</li> <li>5. Tidak beracun</li> </ol>
Contoh material	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keramik</li> <li>• Karpet</li> <li>• Lantai kayu</li> <li>• <i>Sheet flooring</i></li> <li>• Lantai tuangan (beton, <i>terrazzo</i>)</li> <li>• Gabus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinding beton (dicat dinding)</li> <li>• Dinding plaster (fin:cat dinding)</li> <li>• Kayu</li> <li>• Kaca</li> <li>• Keramik</li> <li>• <i>Glass block</i></li> <li>• <i>Gypsum board</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Gypsum board</i></li> <li>• Struktur yang diekspos</li> <li>• Kayu</li> <li>• Metal</li> <li>• Plafon akustik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Natural finishing</i></li> <li>• <i>Polyester paint</i></li> <li>• <i>Vinyl paint coat</i></li> <li>• <i>Melamin</i> hanya pada bagian dalam mebel</li> </ul>

Sumber: Perkins, 2001:147-148

Secara umum, dalam menentukan material sekolah, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu: ketahanan, fungsi ruang, keamanan, dan ramah lingkungan. Beberapa pilihan material standar yang umum digunakan untuk ruang kelas seperti pada Tabel 2.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Optimasi adalah proses, cara, perbuatan mengoptimalkan (menjadikan paling baik, paling tinggi dan sebagainya) (Kamus Besar Bahasa Indonesia, 2008: 985). Optimasi desain pencahayaan pada penelitian ini dilakukan dengan membuat permodelan ruang, beserta variabel elemen interior dalam ruang tersebut pada DIALux v.4.7. yang diusahakan semirip mungkin dengan kondisi lapangan. Tujuan permodelan awal ini adalah untuk digunakan sebagai objek eksperimen desain pencahayaan. Perubahan yang dilakukan mengacu pada peraturan sekolah untuk

penentuan variabel tetapnya. Variabel tetap meliputi jenis lantai, bentuk dinding, pintu, dan finishing pada mebel kayu.

Penelitian ini difokuskan pada pengujian kualitas pencahayaan berdasarkan standar pencahayaan ideal ruang kelas (250–300 lux). Ruang kelas yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah 4 ruang kelas (sebagai sampel) yang memiliki ukuran ruang yang identik, memiliki arah hadap terhadap sumber cahaya yang berbeda-beda, serta mewakili permasalahan pencahayaan di ruang kelas SMA.

Keempat ruang kelas yang akan digunakan sebagai sampel adalah:

- Kelas X2 yang mewakili kelas yang sumber cahaya alaminya terhalang dinding atau ruang kelas lain sehingga kelas tersebut terlalu gelap.
- Kelas X6 yang mewakili kelas yang menghadap ke taman tengah sekolah sehingga kelas tersebut terlalu silau (*glare*).
- Kelas XI IPS 2 yang mewakili kelas menghadap



Sumber: dokumentasi penulis, 2010

**Gambar 2. Denah SMA Santa Maria Surabaya**

ke Jl. Raya Darmo dengan permasalahan kelas yang kurang terang.

- Kelas XII IPS 2 yang mewakili kelas menghadap ke taman biara dengan permasalahan kelas yang kurang terang.

**Ruang Kelas X.2**

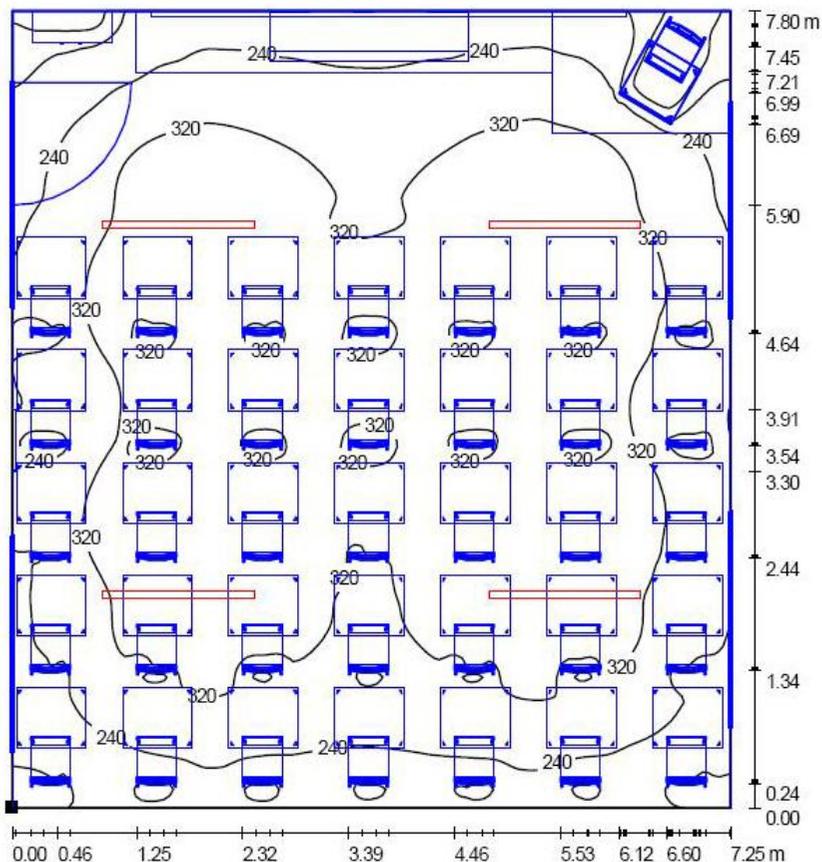
Ruang kelas X2 memiliki spesifikasi ruang (p x l x t): 7,8 x 7,25 x 3,5 m. Lantai menggunakan ubin

abu-abu doff 30 x 30 cm, dinding berupa dinding plaster cat hijau muda dengan *border* keramik hijau muda dan keramik krem pucat di bawahnya, dan plafond *gypsum* putih. Adapun kaca jendela menggunakan kaca *rayband* ( $\pm 40\%$ ) dan kaca bening. Furnitur pada kelas menggunakan kayu jati (diplitur) dan pipa besi (dicat hijau doff).

Permasalahan pencahayaan yang muncul pada ruang kelas X2 adalah kurang terang. Pencahayaan di ruang kelas ini tidak memenuhi standar yang ada

**Tabel 3. Material yang digunakan pada kelas X2, hasil verifikasi dan optimasi**

Elemen Ruang	Kelas X2 (eksisting)	Verifikasi	Optimasi
Lantai	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cat dinding hijau muda</li> <li>• Keramik krem pucat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Standard wall</i> 59% (<i>Pastel Green - 6019</i>)</li> <li>• <i>Standard wall</i> 61% (<i>Daisy 71%</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Standard floor</i> 20%</li> <li>• (<i>Pepper grey</i>)</li> </ul>
Dinding	Ubin abu-abu doff 30x30 cm	<i>Standard floor</i> 20% ( <i>Pepper grey</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Standard wall</i> 82% (<i>Light Ivory - 1015</i>)</li> <li>• <i>Standar wall</i> 12% (<i>Olive Brown - 8008</i>)</li> <li>• <i>Standard wall</i> 40% (<i>Daisy</i>)</li> </ul>
Jenis kaca jendela	Kaca <i>rayband</i> 40%	<i>Solar control glass</i> 50 %	Kaca <i>rayband</i> 40%
Plafon	<i>Gypsum standard</i> putih	<i>Standard ceiling</i> 80%	<i>Gypsum standard</i> putih
Perabot	Kayu jati (fin. Plitur), besi (fin.cat hijau muda doff)	<i>Cherry maroon</i> dan <i>Pastel Green - 6019</i>	Kayu jati (fin. Plitur), besi (fin.cat hijau muda doff)
Lampu	Lampu TL 40W	Philips TMX400 +GMX570 C-NB 1xTL5-28W/830	Philips TMX400 +GMX450 +GGX450 D6 2xTLD58W/830
Intensitas Cahaya Rata-rata		117 lux	297 lux



**Gambar 3. Model layout penyebaran cahaya pada ruang kelas X2**

bahkan saat lampu dinyalakan, akibatnya ruang menjadi remang-remang (saat lampu dimatikan: 20-50 lux, saat lampu dinyalakan: 60-140 lux). Penyebabnya antara lain sumber cahaya alami terhalang oleh kelas lain atau dinding galeri, jendela memakai kaca *rayband* sehingga suasana kelas menjadi lebih gelap, material lantai yang berwarna abu-abu membuat suasana kelas menjadi suram, dan warna perabot coklat tua (*cacao brown*) menambah suasana suram walaupun coklat juga memberi kesan hangat dalam ruang.

Simulasi terlebih dahulu dilakukan dengan membuat permodelan ruang dalam *software* yang kondisinya dibuat semirip mungkin dengan kondisi lapangan (verifikasi) untuk selanjutnya dilakukan optimasi. Tabel 3 adalah material verifikasi dan optimasi pemodelan ruang dalam *software*.

Total Luminous Flux:	40000 lm			
Total Load:	428.0 W			
Light loss factor:	0.80			
Boundary Zone:	0.000 m			

Surface	Average illuminances [lx]			Reflection factor [%]	Average luminance [cd/m <sup>2</sup> ]
	direct	indirect	total		
Workplane	251	46	297	/	/
Floor pepper grey	115	28	142	20	9.07
Ceiling	0.00	47	47	80	12
Wall 1	55	38	93	82	24
Wall 2	21	25	46	82	12
Wall 3	0.00	3.65	3.65	82	0.95
Wall 4	20	23	43	82	11
Wall 4_1	15	23	37	82	9.76

Uniformity on the working plane  
 $u_0$ : 0.099 (1:10)  
 $E_{min} / E_{max}$ : 0.073 (1:14)

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: -, Ceiling / Working Plane: -

Specific connected load:  $7.57 \text{ W/m}^2 = 2.55 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Ground area:  $56.55 \text{ m}^2$ )

Grid: 128 x 128 Points

$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$u_0$	$E_{min} / E_{max}$
297	29	402	0.099	0.073

Gambar 4. Daftar hasil perhitungan luminasi pada ruang kelas X2



Gambar 5. Visualisasi 3D ruang kelas X2

Gambar 3 memperlihatkan kontur cahaya, hasil perhitungan, dan permodelan 3D DIALux v.4.7. Hasil kontur cahaya ini menjelaskan bahwa intensitas cahaya paling besar pada *workplace* di area sekitar sumber cahaya (320 lux). Sedangkan area disekitarnya, dengan perubahan pada armatur, jenis lampu, dan material dapat dioptimalkan sehingga berada pada standar yang diharapkan (240 lux). Adapun rata-rata intensitas cahaya pasca optimasi dalam ruang adalah 297 lux (Gambar 4).

Desain pencahayaan yang optimal pada ruang kelas X2 dapat diwujudkan dengan beberapa perubahan meliputi perubahan pada warna dinding yang memiliki faktor reflektansi lebih tinggi, jenis kaca diubah menjadi kaca bening biasa, dan perubahan jenis lampi dengan intensitas lebih tinggi.

**Ruang Kelas X6**

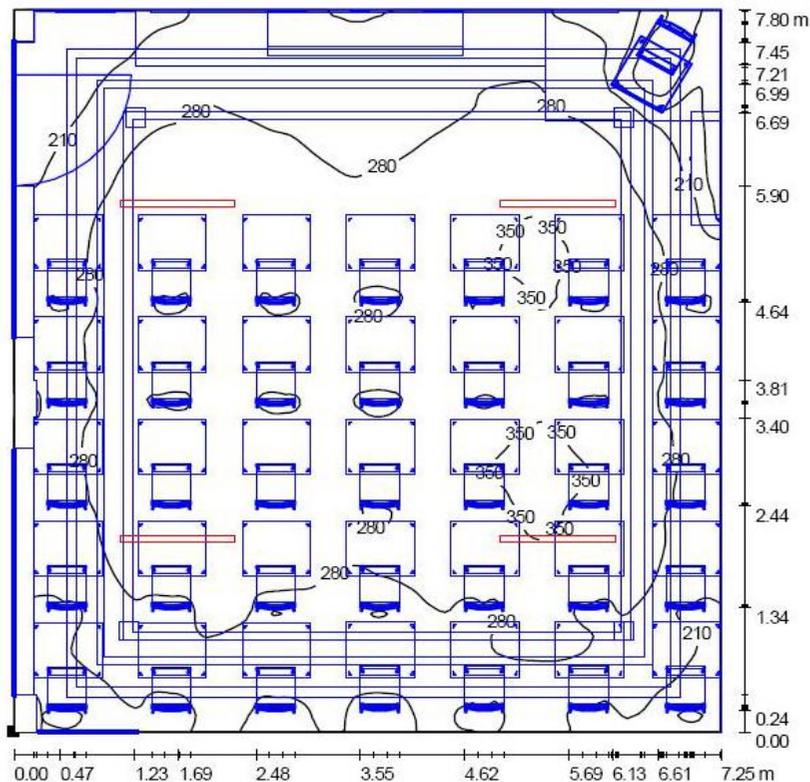
Kelas X6 memiliki spesifikasi ruang (p x l x t): 7,8 x 7,25 x 3,5 m. Lantai ruang kelas menggunakan ubin abu-abu doff, dinding menggunakan dinding plaster cat hijau muda dengan *border* keramik hijau muda dan keramik krem pucat di bawahnya, serta plafond menggunakan *gypsum* putih. Kaca jendela menggunakan kaca nako dan kaca bening. Furnitur pada kelas menggunakan kayu jati (diplitur) dan pipa besi (dicat hijau doff).

Permasalahan pencahayaan yang muncul pada ruang kelas X6 adalah terlalu terang (*glare*). Dengan permasalahan kelas yang silau ini, pihak sekolah belum menyediakan tirai penutup jendela sebagai solusi. Penyebab *glare* pada kelas ini yaitu sumber cahaya alami tidak terhalang oleh kelas lain atau dinding galeri sehingga cahaya alami menjadi berlimpah, dan jendela menggunakan kaca bening sehingga cahaya dapat menembus sempurna.

Oleh karena keterbatasan program DIALux v.4.7. yang tidak bisa mengkalkulasi cahaya alami,

**Tabel 4. Material yang digunakan pada XI IPS2 hasil verifikasi dan optimasi**

Elemen Ruang	Kelas XI IPS2 (eksisting)	Verifikasi	Optimasi
Lantai	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat dinding hijau muda</li> <li>Keramik krem pucat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standard wall 59% (Pastel Green - 6019)</li> <li>Standard wall 61% (Daisy 71%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standard floor 57% (Dessert Rose)</li> <li>Standard floor 22% (Balmoral)</li> </ul>
Dinding	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ubin <i>terrazzo</i> krem doff 30x30 cm</li> <li>Border <i>terrazzo</i> merah doff</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standard floor 57% (Dessert Rose)</li> <li>Standard floor 22% (Balmoral)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standard wall 82% (Light Ivory - 1015)</li> <li>Standar wall 12% (Olive Brown - 8008)</li> <li>Standard wall 40% (Daisy)</li> </ul>
Jenis kaca jendela	Kaca bening	Typical glass material 70%	Typical glass material 90%
Plafon	Gypsum standard putih	Standard ceiling 80%	Standard ceiling 80%
Perabot	Kayu jati (fin. Plitur), besi (fin.cat hijau muda doff)	Cherry maroon dan Pastel Green - 6019	Cherry maroon dan Pastel Green - 6019
Lampu	Lampu TL 40W	Philips TMX400 +GMX555 WB 1xTL5-35W/830	Philips TMX400 +GMX550 RP +GGX550 M5 2xTL5-54W/830
Intensitas Cahaya Rata-rata		123 lux	275 lux



**Gambar 6. Model layout penyebaran cahaya pada ruang kelas XI IPS 2**

maka untuk permasalahan *glare* tidak bisa disimulasikan. Namun, sebagai solusi atas permasalahan ruang tersebut, dapat dilakukan salah satu solusi berikut ini:

1. Menggunakan tirai pada jendela ruang kelas X.6. Tirai yang dapat digunakan yaitu dengan kain yang cukup tebal (sekitar 3 lapis dalam kain) tanpa *vitrage*. Penggunaan *vitrage* pada ruang kelas kurang lazim. Warna netral dapat dipilih sebagai alternatif, antara lain putih, *ivory*, dan *light ivory* menyesuaikan dengan warna ruang.
2. Menggunakan tipe kaca *rayband* 40%. Penggunaan tipe kaca ini dapat mereduksi cahaya alami yang masuk dalam ruang. Solusi ini lebih baik daripada solusi 1 karena penggunaan tirai dalam ruang kelas kurang lazim. Selain itu, solusi ini tidak membutuhkan perawatan sebanyak solusi 1 (misalnya mencuci tirai).

## Ruang Kelas XI IPS 2

Kelas XI IPS 2 memiliki spesifikasi ruang (p x l x t): 7,8 x 7,25 x 3,5 m. Lantai menggunakan ubin *terazzo* krem doff dengan border *terazzo* merah doff, dinding menggunakan dinding plaster cat hijau muda dengan border keramik hijau muda dan keramik krem pucat di bawahnya, sedangkan plafond menggunakan *gypsum* putih. Kaca jendela menggunakan kaca bening. Furnitur pada kelas menggunakan kayu jati (*diplitur*) dan pipa besi (*dicat hijau doff*).

Permasalahan pencahayaan yang muncul pada ruang kelas XI IPS 2 adalah ruang kelas yang kurang terang. Pencahayaan di ruang kelas ini tidak memenuhi standar yang ada bahkan saat lampu dinyalakan. Penyebabnya antara lain letak jendela pada dinding cukup tinggi sehingga cahaya yang masuk ke

Total Luminous Flux:	35600 lm
Total Load:	472.0 W
Light loss factor:	0.80
Boundary Zone:	0.000 m

Surface	Average illuminances [lx]			Reflection factor [%]	Average luminance [cd/m <sup>2</sup> ]
	direct	indirect	total		
Workplane	203	72	275	/	/
Floor pepper grey	78	36	114	57	21
Ceiling	18	74	92	70	20
Wall 1	80	61	141	82	37
Wall 2	37	37	74	82	19
Wall 3	0.00	4.08	4.08	82	1.06
Wall 4	5.43	15	21	82	5.40
Wall 4_1	32	23	55	82	14

Uniformity on the working plane  
 $u_0$ : 0.162 (1:6)  
 $E_{min} / E_{max}$ : 0.122 (1:8)

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: - , Ceiling / Working Plane: -

Specific connected load:  $8.35 \text{ W/m}^2 = 3.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Ground area:  $56.55 \text{ m}^2$ )

Grid: 128 x 128 Points

$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$u_0$	$E_{min} / E_{max}$
275	44	365	0.162	0.122

Gambar 7. Daftar hasil perhitungan luminasi pada ruang kelas XI IPS 2



Gambar 8. Visualisasi 3D ruang kelas XI IPS 2

dalam kelas terhalang sebagian oleh dinding, dan sumber cahaya hanya berasal dari satu sisi dinding sehingga semakin jauh dari dinding tersebut pencahayaan semakin berkurang.

Simulasi terlebih dahulu dilakukan dengan membuat permodelan ruang dalam *software* yang kondisinya dibuat semirip mungkin dengan kondisi lapangan (verifikasi) untuk selanjutnya dilakukan optimasi. Material yang digunakan untuk verifikasi dan optimasi seperti pada XI IPS2 seperti Tabel 4.

Gambar 6 menunjukkan kontur cahaya, hasil perhitungan, dan permodelan 3D DIALux v.4.7. Hasil kontur cahaya ini menjelaskan bahwa intensitas cahaya paling besar pada *workplace* di area sekitar sumber cahaya (280-350 lux). Walaupun ada beberapa titik dengan intensitas 350 lux sangat berpotensi menjadi *glare* saat hari cerah. Sedangkan area disekitarnya, dengan perubahan pada armatur, jenis lampu, dan material dapat dioptimalkan sehingga berada pada standar yang diharapkan (210 lux). Adapun rata-rata intensitas cahaya pasca optimasi dalam ruang adalah 275 lux (Gambar 7)

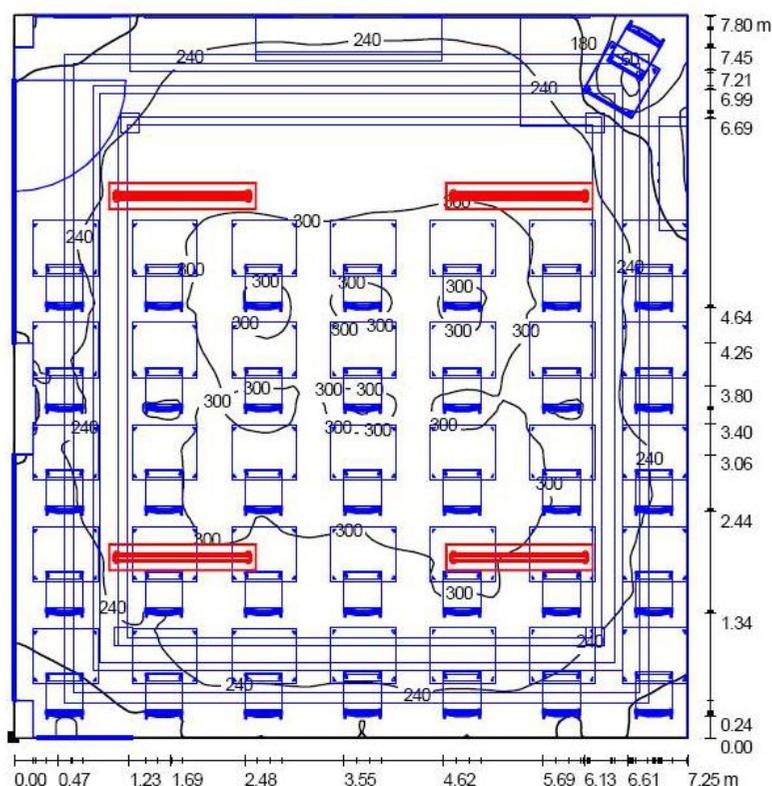
Desain pencahayaan yang optimal pada ruang kelas XI IPS 2 dapat diwujudkan dengan beberapa perubahan meliputi warna dinding yang menggunakan faktor reflektansi lebih tinggi, perubahan pada jenis kaca diubah menjadi kaca bening biasa, dan

perubahan pada jenis lampu dengan intensitas lebih tinggi.

## Ruang Kelas XII IPS 2

Kelas XII IPS 2 memiliki dimensi ruang (p x l x t): 7,8 x 7,25 x 5 m. Lantai menggunakan ubin *terazzo* krem doff dengan border *terazzo* merah doff, dinding menggunakan dinding plaster cat hijau muda dengan *border* keramik hijau muda dan keramik krem pucat di bawahnya, serta plafond menggunakan *gypsum* putih. Kaca jendela menggunakan kaca *rayband* dan kaca bening. Serta furnitur pada kelas menggunakan kayu jati (diplitur) dan pipa besi (dicat hijau doff).

Permasalahan pencahayaan yang muncul pada ruang kelas ini adalah ruang kelas yang kurang terang. Pencahayaan di ruang kelas ini tidak memenuhi standar yang ada bahkan saat lampu dinyalakan (saat lampu mati: 18-27 lux, saat lampu nyala: 40-70 lux). Penyebabnya antara lain jendela ruang kelas mayoritas memakai kaca *rayband* sehingga mengurangi intensitas cahaya yang masuk, arah hadap ruang kelas terhadap taman biara membuat sinar matahari terhalang pepohonan biara yang rimbun, sumber cahaya hanya berasal dari 2 unit lampu TL di samping ruang yang menggunakan teknik pencahayaan *sidelight*, dan tinggi ruang mencapai 5m yang me-



Gambar 9. Model *layout* penyebaran cahaya pada ruang kelas XII IPS 2

nyulitkan untuk pengaturan pencahayaan yang sesuai dengan kebutuhan ruang.

Simulasi terlebih dahulu dilakukan dengan membuat permodelan ruang dalam *software* yang kondisinya dibuat semirip mungkin dengan kondisi lapangan (verifikasi) untuk selanjutnya dilakukan optimasi. Tabel 5 menunjukkan material yang digunakan pada XII IPS2, verifikasi dan optimasi

Gambar 9 menunjukkan kontur cahaya, hasil perhitungan, dan permodelan 3D DIALux v.4.7. Hasil kontur cahaya ini menjelaskan bahwa intensitas cahaya paling besar pada *workplace* di area sekitar sumber cahaya (300 lux). Sedangkan area disekitarnya, dengan perubahan pada armatur, jenis lampu, dan material dapat dioptimalkan sehingga berada pada standar yang diharapkan (240 lux). Adapun rata-rata

intensitas cahaya pasca optimasi dalam ruang adalah 257 lux (Gambar 10).

Desain pencahayaan yang optimal pada ruang kelas XI IPS 2 dapat diwujudkan dengan beberapa perubahan seperti perubahan pada warna dinding yang memiliki faktor reflektansi yang lebih tinggi, jenis kaca diubah menjadi kaca bening biasa, perubahan jenis lampu dengan intensitas cahaya lebih tinggi, serta perubahan tipe pencahayaan dari *sidelight* menjadi *pendant light* yaitu lampu digantung (*suspended*) sejauh 2 m dari plafon sebagai solusi atas ketinggian ruang 5 m.

Setelah dilakukan optimasi dapat diketahui terdapat peningkatan nilai lux pada masing-masing kelas sehingga memenuhi standar yang ada. Gambar 12 memperlihatkan diagram hasil optimasi masing-masing kelas.

**Tabel 5. Material yang digunakan pada kelas XII IPS2 hasil verifikasi dan optimasi**

Elemen Ruang	Kelas XI IPS2 (eksisting)	Verifikasi	Optimasi
Lantai	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat dinding hijau muda</li> <li>Keramik krem pucat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standard wall 59% (<i>Pastel Green - 6019</i>)</li> <li>Standard wall 61% (<i>Daisy 71%</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standard floor 57% (<i>Dessert Rose</i>)</li> <li>Standard floor 22% (<i>Balmoral</i>)</li> </ul>
Dinding	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ubin <i>terrazzo</i> krem doff 30x30 cm</li> <li>Border <i>terrazzo</i> merah doff</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standard floor 57% (<i>Dessert Rose</i>)</li> <li>Standard floor 22% (<i>Balmoral</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standard wall 82% (<i>Light Ivory - 1015</i>)</li> <li>Standar wall 12% (<i>Olive Brown - 8008</i>)</li> <li>Standard wall 61% (<i>Daisy</i>)</li> </ul>
Jenis kaca jendela	Kaca <i>rayband</i> 40%	<i>Solar control glass</i> 50 %	Typical glass material 90%
Plafon	<i>Gypsum standard</i> putih	Standard ceiling 80%	Standard ceiling 80%
Perabot	Kayu jati (fin. Plitur), besi (fin.cat hijau muda doff)	<i>Cherry maroon</i> dan <i>Pastel Green - 6019</i>	<i>Cherry maroon</i> dan <i>Pastel Green - 6019</i>
Lampu	Lampu TL 40W	Philips TMX204 1xTL-D58W/830	Philips Carpe Diem TPX795 2xTL5-80W/827/865
Intensitas Cahaya Rata-rata		65 lux	257 lux

Total Luminous Flux: 48000 lm  
 Total Load: 688.0 W  
 Light loss factor: 0.80  
 Boundary Zone: 0.000 m

Surface	Average illuminances [lx]			Reflection factor [%]	Average luminance [cd/m <sup>2</sup> ]
	direct	indirect	total		
Workplane	189	68	257	/	/
Floor	76	37	113	57	21
Ceiling	46	61	107	70	24
Wall 1	51	58	109	82	28
Wall 2	17	43	60	82	16
Wall 3	0.00	3.37	3.37	82	0.88
Wall 4	11	28	39	82	10
Wall 4_1	14	36	49	82	13

Uniformity on the working plane  
 $u_0$ : 0.176 (1:6)  
 $E_{min} / E_{max}$ : 0.140 (1:7)

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: -, Ceiling / Working Plane: - .

Specific connected load: 12.17 W/m<sup>2</sup> = 4.73 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Ground area: 56.55 m<sup>2</sup>)

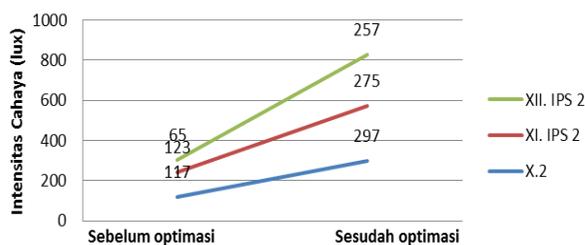
Grid: 128 x 128 Points

$E_{av}$  [lx]       $E_{min}$  [lx]       $E_{max}$  [lx]       $u_0$        $E_{min} / E_{max}$   
 257              45              323              0.176              0.140

**Gambar 10. Daftar hasil perhitungan luminasi pada ruang kelas XII IPS 2**



Gambar 11. Visualisasi 3D ruang kelas XII IPS 2



Gambar 12. Grafik hasil optimasi ruang kelas XI IPS 2

### SIMPULAN

Hasil optimasi pada SMA. Santa Maria Surabaya, dapat disimpulkan bahwa elemen interior yang berpengaruh dalam ketiga ruang kelas (X2, XI IPS 2, XII IPS 2) yang bermasalah dengan kurangnya intensitas cahaya adalah dinding sebab dinding ber-

laku sebagai variabel bebas. Selain elemen interior dinding, perubahan jenis kaca dari kaca *rayband* menjadi kaca bening serta perubahan jenis lampu dengan daya lebih besar juga memberi pengaruh yang cukup tinggi. Hasil yang dicapai adalah naiknya intensitas cahaya rata-rata dari 117 lux menjadi 297 lux (X.2), 123 lux menjadi 275 lux (XI IPS 2), dan 65 lux menjadi 257 lux (XII IPS 2).

Sedangkan untuk ruang kelas X6 yang bermasalah dengan silau, perubahan hanya dilakukan pada jenis jendela yang dipakai. Kaca jendela diganti dari jendela bening menjadi kaca *rayband* 40% untuk mengurangi sinar matahari dalam kelas sehingga dapat mengatasi *glare*.

### REFERENSI

- Bean, Robert. 2004. *Lighting Interior And Exterior*. Massachusetts: Architectural Press.
- Darmastiawan, Christian, Lestari Puspakesuma. 1991. *Teknik Pencahayaan dan Tata Letak Lampu, Jilid: Pengetahuan Dasar*. Jakarta: Grasindo.
- Hadi, Sutrisno. 1986. *Metodologi Research II*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi Keempat*. 2008. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Perkins, Bradford. 2001. *Elementary and Secondary School*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- <http://www.dialux.com> diunduh 1 Juni 2011.