

## **Evaluasi Sistem Pencahayaan pada SMA XYZ**

### *Evaluation of the Lighting System at XYZ High School*

Najwati Sholihah, Aji Nur Widyanto, Faiz Husnayain, Ismi Rosyiana  
Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia,  
Kampus UI, Kota Depok, Jawa Barat 16424, Indonesia  
[najwati.sholihah@ui.ac.id](mailto:najwati.sholihah@ui.ac.id)

#### **ABSTRAK**

**Abstrak.** Pencahayaan di sekolah berpengaruh terhadap kinerja akademik siswa, di mana pencahayaan yang buruk dapat mengganggu konsentrasi dan menyebabkan masalah penglihatan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi sistem pencahayaan di SMA XYZ sesuai dengan standar SNI 03-6575-2001 terkait tingkat pencahayaan (lux) dan SNI 6197-2011 terkait daya maksimum sistem pencahayaan. Dua tahap yang dilakukan adalah audit pengukuran dan simulasi perbaikan menggunakan perangkat lunak DIALux Evo. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa tingkat pencahayaan gabungan antara pencahayaan alami dan buatan melebihi standar, dengan rata-rata 607% pada pengukuran grid dan 203% pada pengukuran bidang kerja. Sedangkan apabila cahaya buatan saja, nilainya jauh di bawah standar. Untuk mengatasi kurangnya pencahayaan, maka diusulkan tiga skenario. Skenario Kedua, yaitu mengganti lampu tanpa mengubah titik lampu, terbukti paling optimal, memberikan efisiensi energi serta kualitas pencahayaan yang lebih baik dengan biaya operasional yang tidak terlalu tinggi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi bagi sekolah lain dalam meningkatkan sistem pencahayaan untuk mendukung efektivitas belajar dan efisiensi energi.

**Kata kunci:** Audit pencahayaan, efisiensi energi, tingkat pencahayaan, pendidikan, DIALux Evo, SMA

#### **ABSTRACT**

**Abstract.** *Lighting in educational environments significantly impacts students' academic performance, as inadequate lighting can impair concentration and lead to vision issues. This study aims to assess the lighting system at SMA XYZ under SNI 03-6575-2001 standards concerning illumination levels (lux) and SNI 6197-2011 related to the maximum power usage of the lighting system. The research was conducted in two phases: an audit of current lighting conditions and a simulation of improvements using DIALux Evo software. The audit results indicate that the combined natural and artificial lighting levels exceeded the standard, averaging 607% in grid measurements and 203% on work surfaces. However, when only artificial lighting was considered, the levels fell significantly below the required standard. Three scenarios were proposed to address the lack of lighting. The second scenario, involving the replacement of lamps without altering the existing light points, was found to be the most optimal, offering energy efficiency and improved lighting quality at a lower operational cost. The findings of this study are intended to serve as recommendations for other schools seeking to enhance their lighting systems, thereby promoting both learning effectiveness and energy efficiency.*

**Keywords:** *Lighting audit, energy efficiency, lighting levels, education, DIALux Evo, High School*

### **1. PENDAHULUAN**

*Sustainable Development Goals* (SDGs) merupakan himbuan dari PBB (Perserikatan Bangsa-Bangsa) bagi seluruh negara dalam membuat perdamaian serta kemaslahatan untuk umat manusia di muka bumi. Salah satu fokus dari SDGs ialah poin keempat yang menyatakan “Pendidikan Berkualitas” [1]. Poin tersebut mempunyai tujuan untuk memberi kepastian pendidikan yang inklusif serta berkeadilan yang meliputi penyediaan fasilitas

## **Evaluasi Sistem Pencahayaan pada SMA XYZ**

juga sumber daya pendidikan yang sesuai. Hal ini termasuk di dalamnya memberikan perhatian pada lingkungan yang ada pada ruangan sekolah [2]. Mutu lingkungan ruangan, terutama kenyamanan visual yang berkaitan dengan pencahayaan adalah aspek penting dalam upaya memberi dukungan pada performa akademik peserta didik [3], [4]. Dalam upaya meningkatkan efektivitas pembelajaran, pencahayaan yang baik dibutuhkan melalui pengaturan intensitas Cahaya yang ada pada gedung sekolah [5]. Intensitas Cahaya merupakan banyaknya pancaran Cahaya ke arah tertentu guna memberikan penerangan pada sebuah area [6].

*Berdasarkan data yang diterbitkan U.S Energy Information (EIA) terkait Commercial Buildings Energy Consumption Survey yang [7], memperlihatkan jika pengoperasian sistem pencahayaan pada sebuah bangunan memberi sumbangan sekitar 15% sampai 20% dari keseluruhan konsumsi energi listrik. Apabila pencahayaan tidak optimal, hal ini mampu memberikan pengaruh pada efisiensi konsumsi energi pada bangunan tersebut. Pada topik ini, pengimplementasian SDGs poin yang ketujuh memfokuskan diri pada “Energi Terjangkau dan Bersih” memberi dukungan pada pemakaian energi yang efisien, termasuk di dalamnya pada sistem pencahayaan di bangunan sekolah [8], [9]. Efisiennya sistem pencahayaan bisa dipandang dari berbagai aspek, yakni efikasi cahaya serta densitas daya. Efikasi cahaya menjelaskan sejauh mana efektivitas sebuah sumber cahaya memberi perubahan pada daya listrik menjadi cahaya dalam satuan lumen per watt [lm/watt], yang dilakukan pengukuran selaku rasio fluks cahaya atas daya yang dipakai [10]. Kemudian, densitas daya merujuk pada keseluruhan data yang dipakai sistem penerangan per unit area pada sebuah ruangan, sehingga mampu mengukur efisiensi energi pada proses menghasilkan Cahaya [11]. Densitas daya yang maksimal dalam sebuah ruangan perlu mengikuti standar SNI 6197-2011 yang berkaitan dengan konservasi energi pada mekanisme pencahayaan [12].*

*Selaras dengan pengimplementasian SDGs poin keempat dan ketujuh, audit tingkat pencahayaan di SMA XYZ dilangsungkan guna melakukan evaluasi serta mengoptimalkan mekanisme pencahayaan. Hal ini perlu dilakukan dengan tujuan peningkatan efektivitas pendidikan serta menghadirkan solusi bagi efisiensi energi listrik di bangunan sekolah [13]. Audit pencahayaan bertujuan agar dapat melakukan identifikasi kondisi eksisting tingkat pencahayaan pada gedung SMA XYZ serta membandingkannya dengan standar SNI 03-6575-2001 mengenai tingkat pencahayaan atau lux [14]. Pengukuran tingkat pencahayaan dilangsungkan berdasarkan standar SNI 16-7062-2004 yang meliputi proses pengukuran melalui grid serta pada bidang kerja [15]. Rekomendasi perbaikan akan disimulasikan menggunakan perangkat lunak DIALUX EVO. Software DIALux evo merupakan software yang digunakan untuk mensimulasikan penerangan dalam tampilan 3D (pemodelan), memprediksi pencahayaan, dan memberikan perhitungan parameter objektif [16]. Selanjutnya analisis kinerja pencahayaan serta analisis ekonomi pada tiap-tiap skenario dilangsungkan agar menentukan scenario yang terbaik dan paling optimal untuk diterapkan.*

## **2. METODE PENELITIAN**

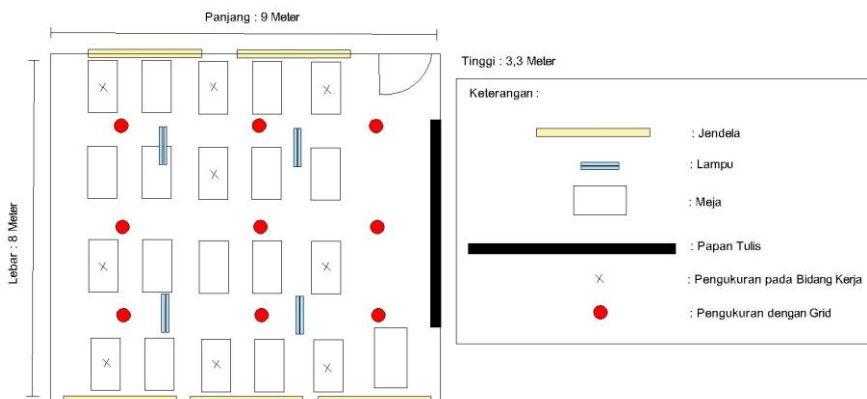
Penelitian ini menggunakan dua jenis audit, yakni audit visual dan audit pengukuran. Audit visual digunakan untuk melakukan pencatatan pada jumlah serta spesifikasi lampu yang ada [17]. Sedangkan audit pengukuran digunakan untuk melakukan evaluasi pada tingkat pencahayaan (lux) memakai Luxmeter. Proses pengukuran dilakukan pada berbagai titik sesuai SNI 16-7062-2004. Hasil pengukuran selanjutnya akan dibandingkan dengan standar pencahayaan SNI 03-6575-2001. Apabila perolehan pengukuran tidak memenuhi standar, dilakukan simulasi perbaikan dengan memakai perangkat lunak DIALux Evo. Software ini menyuguhkan opsi simulasi pencahayaan pada suatu bangunan atau ruangan.

Dalam penelitian ini, SNI 03-6575-2001 digunakan sebagai acuan kesesuaian pencahayaan dalam di lingkungan sekolah [18]. Proses pengukuran dilangsungkan melalui dua skenario, pertama pengukuran di siang hari yang merupakan pencahayaan alami dan buatan. Pengukuran kedua dilakukan pada malam hari yang merupakan pencahayaan buatan saja [19]. Ilustrasi pengukuran tingkat pencahayaan pada ruang kelas diperlihatkan pada Gambar 1.

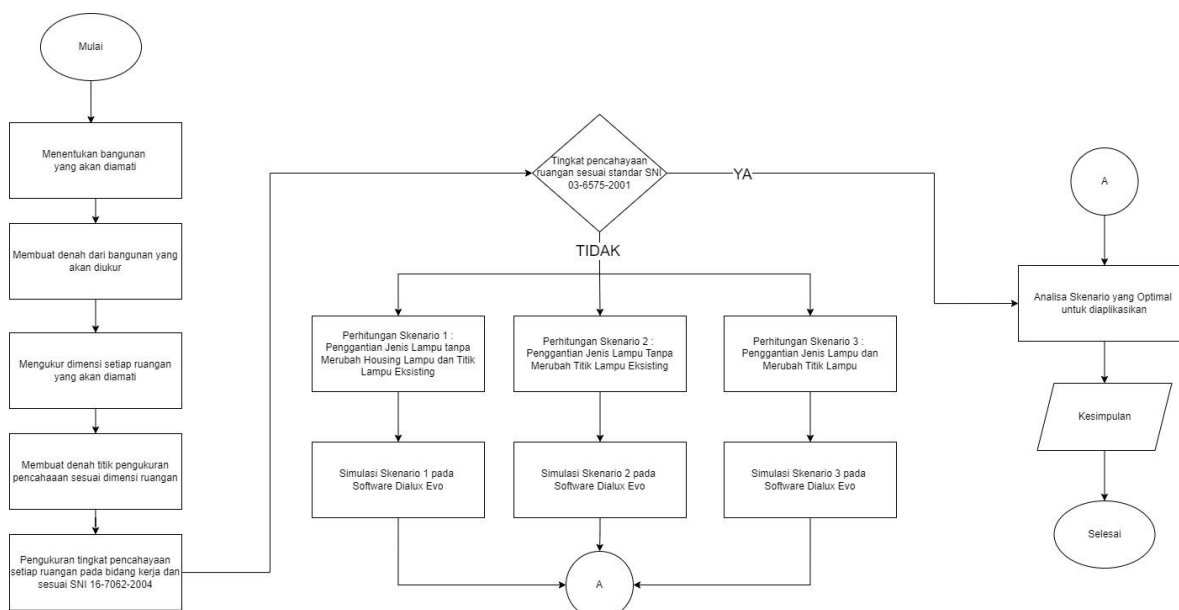
Metode Lumen juga digunakan guna melakukan penghitungan kebutuhan iluminasi serta banyaknya lampu yang sesuai [20]. Untuk mengatasi kurangnya pencahayaan, ditawarkan tiga simulasi skenario penggantian sistem pencahayaan, yakni penggantian lampu tanpa melakukan perubahan pada housing dan titik lampu, penggantian lampu tanpa melakukan perubahan pada titik lampu, serta penggantian titik juga jenis lampu. Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini, mulai dari persiapan, pengambilan data, hingga analisis hasil menggunakan perangkat lunak simulasi pencahayaan DIALuxEvo. Diagram ini dapat membantu pembaca memahami alur proses penelitian secara menyeluruh.

# Evaluasi Sistem Penahayaan pada SMA XYZ



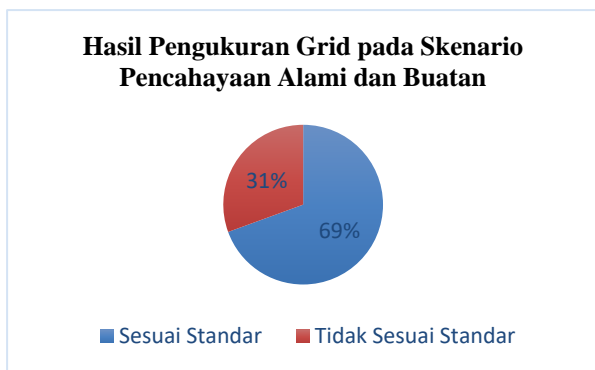
Gambar 1. Ilustrasi Pengukuran Tingkat Pencahayaan pada Ruang Kelas



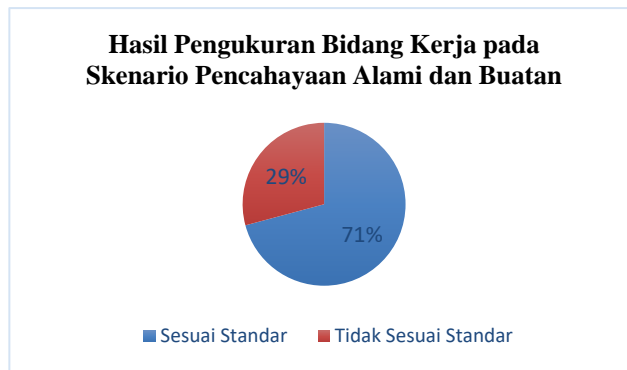
Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil audit pengukuran yang dilakukan, dihasilkan tabel rekapitulasi dengan dua jenis pengukuran, yaitu tabel pengukuran yang dilakukan dengan grid berdasarkan luas ruangan dengan standar SNI 16-7062-2004 dan tabel pengukuran yang dilakukan pada bidang kerja yaitu meja.



Gambar 4. Hasil Pengukuran Grid pada Skenario Pencahayaan Alami dan Buatan



Gambar 3. Hasil Pengukuran Grid pada Skenario Pencahayaan Alami dan Buatan

## Evaluasi Sistem Pencahayaan pada SMA XYZ

Pada Gambar 3. yang menunjukkan hasil distribusi pencahayaan pada siang hari di ruangan sampel dengan menggunakan pencahayaan alami dan lampu eksisting. Setiap titik di ruangan telah memenuhi standar pencahayaan minimum lebih dari 250 lux. Total 36 ruangan yang diukur dengan grid terdapat 11 ruangan yang belum memenuhi standar. Gambar 4 dengan total 24 ruangan pada bidang kerja terdapat 7 ruangan dengan yang belum memenuhi standar SNI 03-6575-2001 pada tingkat pencahayaannya. Untuk mengetahui pencahayaan buatan asli pada ruangan tersebut, dilakukan pengambilan data sampel di beberapa ruangan pada malam hari untuk skenario pengukuran pencahayaan buatan. Sedangkan pada Gambar 4 distribusi pencahayaan buatan pada malam hari dengan lampu eksisting ditampilkan pada gambar ini. Banyak titik di ruangan memiliki pencahayaan di bawah standar, menunjukkan bahwa lampu eksisting tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan ruangan.

Berdasarkan hasil pengukuran pencahayaan buatan pada ruangan sampel, seluruh ruangan tidak sesuai standar pada tingkat pencahayaannya. Hal ini disebabkan oleh kurangnya pencahayaan buatan yang merata pada ruangan-ruangan tersebut. Untuk memenuhi tingkat pencahayaan yang sesuai standar SNI 03-6575-2001, dilakukan rekomendasi perbaikan mengenai sistem pencahayaan pada ruangan tersebut dengan simulasi skenario pada perangkat lunak DIALuxEvo. Sesuai perancangan skenario sebelumnya, lampu eksisting merupakan lampu yang berada pada ruangan yang diteliti dari audit visual pada penelitian sementara lampu pengganti ditentukan berdasarkan perhitungan metode lumen pada masing-masing skenario. Spesifikasi dari lampu eksisting dan lampu pengganti pada masing-masing skenario ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Lampu Eksisting, Skenario 1, Skenario 2, dan Skenario 3

Ruangan	Eksisting	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Kelas	TL 18 W/54-765	<b>TL 18W/865</b> Keterangan: Dipilih karena menghasilkan pencahayaan yang cukup baik dengan konsumsi daya yang relatif rendah, cocok untuk area yang membutuhkan cahaya terang namun tetap efisien	<b>LED tube 1500mm 36 W T8</b> Keterangan: Dipilih karena memberikan pencahayaan yang lebih terang dengan efisiensi energi tinggi, cocok untuk area yang membutuhkan pencahayaan merata di ruang yang lebih besar.	<b>LED tube 1200mm 26W T5</b> Keterangan: Dipilih karena memiliki efisiensi energi yang baik dan output cahaya tinggi, ideal untuk pencahayaan ruang besar dengan distribusi cahaya yang merata.
Laboratorium	LED Bulb 22W E27	<b>LED BULB 50W E27</b> Keterangan: Dipilih untuk area yang membutuhkan intensitas pencahayaan tinggi. LED ini memiliki umur pakai yang panjang dan konsumsi daya yang efisien untuk output cahaya besar.	<b>LED tube 1500mm 31W T8</b> Keterangan: Dipilih untuk memberikan cahaya yang cukup terang namun tetap hemat energi, ideal untuk area dengan kebutuhan pencahayaan sedang.	<b>LED tube 1200mm 26W T6</b> Keterangan: Dipilih untuk memberikan kualitas pencahayaan yang tinggi dengan daya yang lebih rendah, cocok untuk area yang memerlukan pencahayaan yang konsisten.
Kesenian	TL 18W/54-765	<b>TL 18W/865</b> Keterangan: Dipilih karena menghasilkan pencahayaan yang cukup baik dengan konsumsi daya yang relatif rendah, cocok untuk area yang membutuhkan cahaya terang namun tetap efisien.	<b>LED tube 1200mm 18W T8</b> Keterangan: Dipilih karena cocok untuk ruangan dengan kebutuhan pencahayaan lebih rendah tetapi tetap memberikan distribusi cahaya yang merata dan efisiensi energi yang baik.	<b>LED tube 1200mm 26W T7</b> Keterangan: Dipilih karena kemampuannya untuk menghasilkan cahaya yang lebih cerah dengan konsumsi daya yang efisien, sangat baik untuk ruangan dengan kebutuhan pencahayaan yang lebih intensif.
Aula	Downlight 6W & Downlight 17 W	<b>Downlight LED 7W &amp; Downlight LED 20W</b> Keterangan: Dipilih karena efisiensinya dalam memberikan pencahayaan spot yang merata, serta hemat energi dengan pilihan daya yang sesuai kebutuhan area tertentu (7W untuk area yang	<b>Downlight LED 19W</b> Keterangan: Dipilih karena menghasilkan pencahayaan yang kuat dan 750lux pada area tertentu, memberikan 750lux pencahayaan hemat energi untuk ruang-ruang yang lebih luas.	<b>Downlight LED 15W</b> Keterangan: Dipilih untuk memberikan pencahayaan fokus dan kuat, ideal untuk area yang memerlukan pencahayaan terarah dan menciptakan suasana yang nyaman.

## Evaluasi Sistem Penahayaan pada SMA XYZ

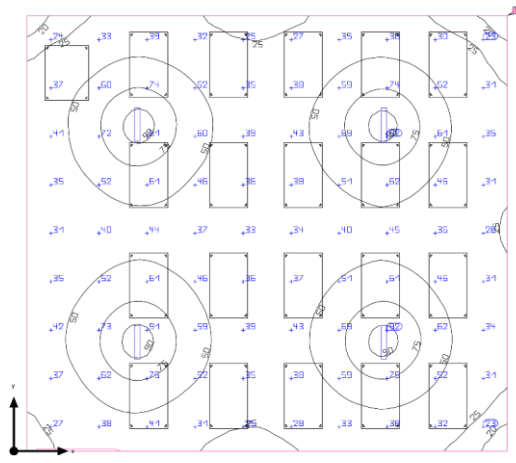
		lebih kecil, 20W untuk area yang lebih luas).		
Koridor	LHE 23W	<b>LED Bulb 19W E27</b> Keterangan: Dipilih karena efisiensi energi dan daya tahan yang tinggi, memberikan pencahayaan yang optimal dengan konsumsi listrik yang rendah. Lampu ini cocok untuk area dengan kebutuhan cahaya yang sedang hingga tinggi.	<b>LEDtube 1200mm 14.7W T8</b> Keterangan: Dipilih karena konsumsi daya rendah dengan pencahayaan yang cukup terang, sangat cocok untuk area koridor atau ruang dengan kebutuhan pencahayaan yang lebih ringan.	<b>LED tube 600mm 8W T8</b> Keterangan: Dipilih karena ukuran yang lebih kecil dan daya yang rendah, sangat cocok untuk area terbatas atau untuk pencahayaan aksesoris yang hemat energi.
Tangga	LHE 23W	<b>LED Bulb 19W E27</b> Keterangan: Dipilih karena efisiensi energi dan daya tahan yang tinggi, memberikan pencahayaan yang optimal dengan konsumsi listrik yang rendah. Lampu ini cocok untuk area dengan kebutuhan cahaya yang sedang hingga tinggi.	<b>LEDtube 1200mm 16W T8</b> Keterangan: Dipilih untuk area yang membutuhkan pencahayaan merata dengan efisiensi tinggi, memberikan keseimbangan antara efisiensi energi dan output cahaya yang cukup.	<b>LED tube 600mm 8W T8</b> Keterangan: Dipilih karena kemampuannya untuk menghemat energi tanpa mengorbankan kualitas cahaya, dapat digunakan di berbagai aplikasi pencahayaan dengan efisiensi yang tinggi.

### A. Analisis Peta Persebaran pada Simulasi Penggantian Sistem Pencahayaan

#### 1) Peta Persebaran Cahaya Simulasi Skenario 1



Gambar 5. Peta Persebaran Cahaya Kelas Skenario 1 pada Siang Hari



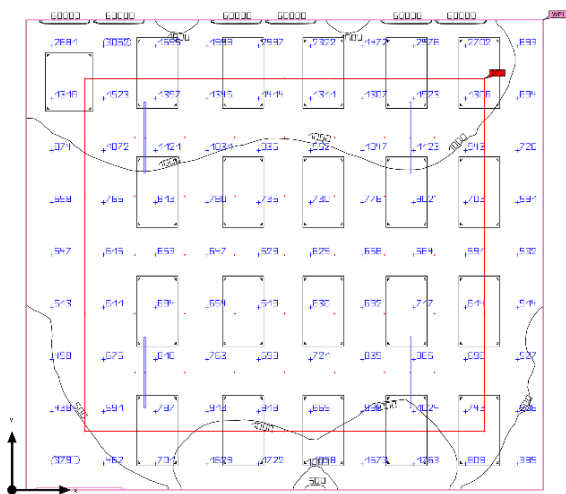
Gambar 6. Peta Persebaran Cahaya Kelas Skenario 1 pada Malam Hari

Dapat dilihat dari Gambar 5, distribusi pencahayaan pada simulasi siang hari telah memenuhi standar pada setiap titiknyai yaitu lebih dari 250 lux dimana kuat pencahayaan dekat jendela sangat tinggi karena paparan pencahayaan alami. Pada Gambar 6 yang merupakan peta persebaran cahaya pada malam hari yang dimana belum memenuhi standar pencahayaan buatan. Distribusi pencahayaan pada tiap titik juga jauh dibawah standar. Hal ini dikarenakan fluks cahaya pada lampu yang belum sesuai dengan memenuhi perhitungan metode lumen dan tidak adanya pencahayaan alami.

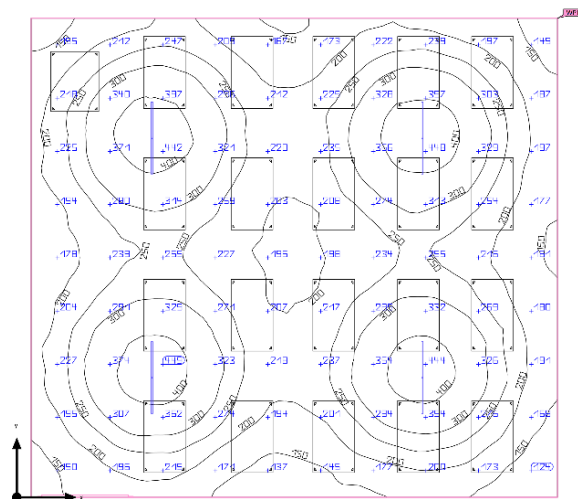
#### 2) Peta Persebaran Cahaya Simulasi Skenario 2

Pada Gambar 7, distribusi pencahayaan pada siang hari juga telah memenuhi standar pada tiap titiknyai. Pencahayaan dekat jendela menjadi kuat pencahayaan yang paling tinggi karena adanya pencahayaan alami. Sedangkan pada Gambar 8 yang merupakan peta persebaran cahaya pada malam hari yang dimana secara keseluruhan telah memenuhi standar pencahayaan buatan. Tetapi dapat dilihat bahwa distribusi pencahayaan buatan yang belum merata dimana pada beberapa titik masih memiliki kuat pencahayaan di bawah 250 lux.

## Evaluasi Sistem Penahayaannya pada SMA XYZ

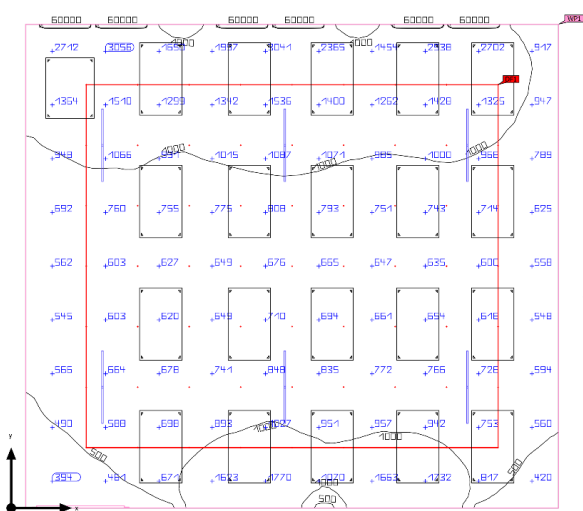


Gambar 7. Peta Persebaran Cahaya Kelas Skenario 2 pada Siang Hari

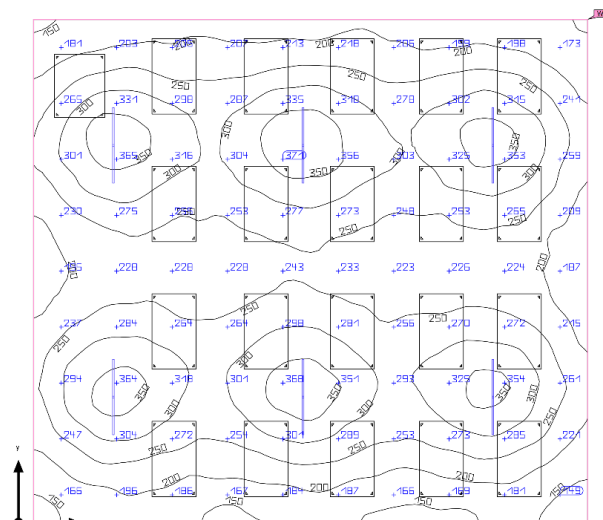


Gambar 8. Peta Persebaran Cahaya Kelas Skenario 2 pada Siang Hari

### 3) Peta Persebaran Cahaya Simulasi Skenario 3



Gambar 9. Peta Persebaran Cahaya Kelas Skenario 3 pada Siang Hari



Gambar 10. Peta Persebaran Cahaya Kelas Skenario 3 pada Siang Hari

Pada Gambar 9, distribusi pencahayaan pada siang hari juga telah memenuhi standar pada tiap titik. Pencahayaan dekat jendela menjadi kuat pencahayaan yang paling tinggi karena adanya pencahayaan alami. Pada Gambar 10 yang merupakan peta persebaran cahaya pada malam hari dengan secara keseluruhan telah memenuhi standar pencahayaan buatan. Pada beberapa titik terdapat kuat pencahayaan yang masih dibawah standar tetapi persebaran pencahayaan lebih merata karena adanya penambahan jumlah titik lampu pada Skenario 3.

## B. Analisis Kinerja Parameter Pencahayaan

### 1) Analisis Fluks Cahaya

Fluks cahaya lampu ditentukan dengan perhitungan metode lumen untuk mengetahui fluks lampu minimum yang dibutuhkan [21]. Pada Skenario 1, hanya tangga yang memenuhi fluks cahaya berdasarkan metode lumen. Skenario 2 dan 3 memenuhi perhitungan lumen di semua titik lampu, namun Skenario 2 memiliki kondisi khusus di laboratorium dan ruang kesenian, di mana diperlukan lebih dari satu lampu per titik. Skenario 3 menunjukkan penurunan lumen per lampu karena

## ***Evaluasi Sistem Pencahayaan pada SMA XYZ***

penambahan titik lampu. Kesimpulannya, metode lumen efektif untuk memilih lampu dengan fluks cahaya yang sesuai dengan fungsi dan luas ruangan, meningkatkan kualitas pencahayaan.

### **2) Analisis Tingkat Pencahayaan**

Hasil simulasi sistem pencahayaan dengan perangkat lunak DialuxEvo untuk Skenario 1, 2, dan 3 dengan simulasi dilakukan pada siang hari dan malam hari. Hanya Skenario 1 yang belum memenuhi standar SNI 03-6575-2001 di sebagian besar ruangan, kecuali tangga, terutama pada malam hari dengan pencahayaan buatan. Hal ini disebabkan oleh fluks cahaya lampu yang belum sesuai dengan metode lumen. Skenario 2 dan 3 telah memenuhi standar pada siang dan malam hari, sehingga keduanya lebih cocok untuk diaplikasikan karena sesuai dengan standar pencahayaan SNI.

### **3) Analisis Efikasi Cahaya**

Efikasi cahaya merupakan rasio fluks cahaya lampu terhadap daya yang digunakan dimana biasanya terdapat pada spesifikasi lampu tersebut [22]. Pada Skenario 1 memiliki efikasi cahaya terendah, sementara Skenario 2 memiliki efikasi tertinggi karena pemilihan lampu yang memiliki lumen yang lebih tinggi dengan daya yang besarnya sama.

### **4) Analisis Densitas Daya**

Densitas daya dihitung dengan cara total daya yang digunakan pada suatu ruangan dibagi dengan luas ruangan tersebut [23]. Perhitungan densitas daya ruangan pada Skenario 1, 2, dan 3 berada di bawah nilai daya maksimum pencahayaan yang ditetapkan oleh SNI 6197-2011, sehingga semua skenario memenuhi persyaratan teknis pencahayaan standar tersebut.

### **5) Analisis Konsumsi Energi Listrik**

Perhitungan konsumsi energi listrik menggunakan asumsi pemakaian listrik 10 jam dalam sehari yaitu dari pukul 06.00 hingga 16.00. Pemakaian energi listrik harian pada ruangan dan total konsumsi energi listrik untuk pencahayaan. Laboratorium memiliki konsumsi energi tertinggi di setiap skenario karena jumlah dan daya lampu yang lebih besar. Skenario 3 memiliki konsumsi energi tertinggi sebesar 54,29 kWh per hari, diikuti oleh Skenario 2 dengan 49,65 kWh, dan Skenario 1 dengan 41,81 kWh, karena jumlah dan daya lampu yang lebih rendah.

## **C. Analisis Ekonomi**

### **1) Analisis Biaya Penggantian Jenis Lampu**

Biaya penggantian jenis lampu merupakan biaya yang harus dikeluarkan untuk mengganti lampu pada sistem pencahayaan eksisting menjadi lampu pengganti yang digunakan pada simulasi skenario sistem pencahayaan di SMA XYZ. Skenario 3 adalah yang tertinggi, mencapai Rp 165.413.746, karena jumlah lampu dan rumah lampu yang lebih banyak. Skenario 1 memiliki biaya terendah, yaitu Rp 8.478.100, tanpa tambahan biaya untuk rumah lampu.

### **2) Analisis Biaya Operasional**

Menurut Permen ESDM No. 28 Tahun 2016, SMA XYZ termasuk pelayanan sosial yang memiliki tarif golongan listrik S2/TR dengan harga Rp 900/kWh. Skenario 2 dan 3 menunjukkan peningkatan biaya operasional yang signifikan, masing-masing sebesar 23% dan 34%, sementara Skenario 1 hanya mengalami kenaikan 4%, dimana biaya dipengaruhi oleh konsumsi daya dan jumlah lampu.

## **D. Rekapitulasi Pembobotan Teknis Kinerja Pencahayaan dan Ekonomi**

Pembobotan dilakukan untuk melihat perbandingan masing-masing skenario dari kedua aspek yaitu teknis kinerja pencahayaan dan ekonomi dalam menentukan skenario yang paling optimal untuk diimplementasikan [24]. Pembobotan dibagi menjadi dua jenis yaitu pembobotan pertama dihitung berdasarkan pemenuhan nilai pada standar atau perhitungan yaitu pada parameter Kuat Pencahayaan berdasarkan SNI 03-6575-2001, Densitas Daya berdasarkan SNI 6197-2011, dan Fluks cahaya lampu yang memenuhi perhitungan metode lumen. Apabila parameter memenuhi nilai pada standar atau perhitungan maka diberikan skor 1 dan apabila tidak memenuhi maka diberikan skor 0 pada parameter tersebut.

Sedangkan pembobotan kedua dihitung berdasarkan urutan nilai. Untuk Efikasi cahaya dilakukan pembobotan pada masing-masing ruangan terlebih dahulu, apabila efikasi cahaya ruangan memiliki nilai tertinggi maka diberikan skor 3, sedang diberikan skor 2, dan terendah diberikan skor 1. Kemudian, ditotalkan dan

## Evaluasi Sistem Pencahayaan pada SMA XYZ

dilakukan pembobotan kembali pada masing-masing skenario. Untuk parameter Konsumsi Energi Listrik, Biaya Penggantian Lampu, dan Biaya Operasional dilakukan pembobotan pada nilai total parameter dengan nilai terendah maka diberikan skor 3, sedang diberikan skor 2, dan tertinggi diberikan skor 1.

Tabel 2. Rekapitulasi Pembobotan Teknis Kinerja Pencahayaan dan Ekonomi

Parameter		Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Kinerja Pencahayaan	Fluks Cahaya	0	1	1
	Kuat Pencahayaan	0	1	1
	Densitas Daya	1	1	1
	Efikasi Cahaya	1	3	2
	Konsumsi Energi Listrik	3	2	1
	<b>Total :</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>6</b>
Ekonomi	Biaya Penggantian Lampu	3	2	1
	Biaya Operasional	3	2	1
	<b>Total :</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
<b>Total Keseluruhan :</b>		<b>11</b>	<b>12</b>	<b>8</b>

Tabel 2 menampilkan pembobotan berdasarkan dua aspek utama, yaitu kinerja teknis pencahayaan dan ekonomi. Setiap parameter diberi skor untuk membandingkan kinerja masing-masing skenario dalam memenuhi standar pencahayaan SNI 03-6575-2001 dan efisiensi ekonomi dari penggunaan lampu pengganti. Analisis yang mendalam atas skenario kedua memperlihatkan apabila dari aspek teknis, skenario kedua jauh lebih unggul jika dibanding skenario yang lain. Pemakaian lampu LED melalui efikasi cahaya yang lebih tinggi serta distribusi pencahayaan yang lebih merata menghasilkan performa yang lebih optimal pada pencahayaan, walaupun konsumsinya lebih tinggi terhadap energi jika dibanding skenario pertama. Kemudian, skenario kedua secara teknis mampu memenuhi standar SNI bagi fluks cahaya, kuat pencahayaan, serta densitas daya pada mayoritas ruangan, khususnya pada malam hari saat pencahayaan buatan begitu diperlukan.

Pada aspek ekonomi, biaya operasional skenario kedua jauh lebih tinggi apabila dibandingkan dengan skenario pertama, tetapi tidak setinggi skenario ketiga. Biaya operasional yang mengalami kenaikan yang diimbangi dengan penghematan dari pemakaian berbagai lampu yang secara teknis lebih efisien, yang membutuhkan penggantian lampu lebih sedikit apabila dibandingkan dengan skenario ketiga. Konteks ini mengindikasikan apabila walaupun skenario kedua membutuhkan investasi yang lebih tinggi di awal, untuk jangka panjang biaya operasional yang dikeluarkan lebih efisien jika dibandingkan skenario ketiga, yang memperlihatkan adanya kenaikan yang substansial pada konsumsi energi dan biaya operasionalnya.

Ketika dibandingkan dengan literatur atau standar pencahayaan yang ada di negara lain, cukup banyak negara yang telah berpindah ke LED guna mencapai efisiensi energi yang lebih baik serta dapat menekan pengeluaran untuk jangka panjang. Sebagai contoh, beberapa standar internasional seperti yang diimplementasikan di Uni Eropa serta Amerika Serikat memfokuskan pemakaian lampu melalui efikasi cahaya yang tinggi serta distribusi pencahayaan yang merata [25]. Skenario kedua melalui pemakaian lampu LED ini sangat sesuai dengan tren global masa kini, yang menekankan pada solusi pencahayaan yang lebih ramah lingkungan juga hemat energi.

Berdasarkan hasil penelitian ini, terdapat beberapa pengembangan yang dapat dilakukan seperti mempertimbangkan kondisi cuaca ketika proses pengukuran dilangsungkan saat siang hari, yang dapat berpengaruh pada banyaknya pencahayaan alami yang masuk ke ruangan [26]. Selanjutnya, umur lampu pun dapat memberikan pengaruh fluks cahaya yang dihasilkan [27]. Apabila berbagai lampu yang dipakai telah mendekati akhir masa pakainya, maka akan berkurang juga fluks cahaya yang dihasilkan, yang mana dapat mengakibatkan perolehan dalam proses mengukur menjadi tidak akurat. Oleh karenanya, perlu untuk mempertimbangkan berbagai aspek berikut guna memperoleh hasil pengukuran yang lebih tepat dan akurat.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan temuan dari penelitian, pengukuran tingkat pencahayaan di SMA XYZ memperlihatkan rata-rata kesesuaian dengan standar SNI 03-6575-2001 pada pengukuran cahaya alami dan buatan mencapai 607% pada pengukuran grid, serta 203% pada pengukuran bidang kerja. Sedangkan untuk pengukuran cahaya buatan saja, rata-rata kesesuaian hanya 17% pada pengukuran grid, serta 16% pada pengukuran bidang kerja. Hal ini menunjukkan penggunaan pencahayaan buatan saja, belum memenuhi standar. Berdasarkan analisis skenario yang



## Evaluasi Sistem Pencahayaan pada SMA XYZ

ditawarkan untuk mengatasi kurangnya pencahayaan, maka skenario penggantian system pencahayaan yang sangat direkomendasikan ialah SK 2 (Skenario 2). Skenario ini dipilih berdasarkan nilai pembobotan paling tinggi (12) dibanding skenario lainnya (11 dan 8). Skenario ini juga memperlihatkan tingkat pencahayaan yang memenuhi standar, melalui penggunaan sumber pencahayaan yang ramah lingkungan serta efisien. Meskipun ditemukan adanya kenaikan pada biaya operasional sebesar 23%, namun keuntungan yang signifikan dalam jangka panjang pada konteks mutu pencahayaan serta pengeluaran biaya yang tidak begitu tinggi membuat skenario ini menjadi pilihan yang baik untuk diterapkan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kopnina H. Education for the future? Critical evaluation of education for sustainable development goals. *The Journal of Environmental Education*. 2020 Jul 3;51(4):280-91.
- [2] United Nations. *Goals 4 Ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all*. Accessed: Dec. 04, 2023. [Online]. Available: <https://sdgs.un.org/goals/goal4>
- [3] Kong Z, Jakubiec JA. Instantaneous lighting quality within higher educational classrooms in Singapore. *Frontiers of Architectural Research*. 2021 Dec 1;10(4):787-802.
- [4] Yustikia NW. Pentingnya sarana pendidikan dalam menunjang kualitas pendidikan di sekolah. *Guna Widya: Jurnal Pendidikan Hindu*. 2017 Sep 1;4(2):1-2.
- [5] Lekan-Kehinde M, Asojo AB. Impact of lighting on children's learning environment: a literature review. *WIT Trans. Ecol. Environ*. 2021 Dec 13;253:371-80.
- [6] Zumtobel. *The Lighting Handbook*. Dornbirn. 2018.
- [7] Energy Information Administration (EIA). *Commercial Buildings Energy Consumption Survey final results*. Accessed: Dec. 04, 2023. [Online]. Available: <https://www.eia.gov/consumption/commercial/>
- [8] United Nations. *Goals 7 Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all*. Accessed: Dec. 04, 2023. [Online]. Available: <https://sdgs.un.org/goals/goal7>
- [9] Zailan, R., ISMAIL, M., Albiajawi, Y., Jaafar, M. F. M., Ghazali, N., and Shahid, K. A. *Lighting Audit for Energy Conservation and Safety and Health in the Academic Office Building*. 2023. [Online]. Available: [www.scientific.net](http://www.scientific.net).
- [10] Choudhury, A. *Principles of colour appearance and measurement volume 2*. 2014.
- [11] Naimah K, Rahmatullah A, Tsabit MA, Hidayat N, Alghozi MA, Damara R, Aldhi S, Ardian S. Analisis Sistem Pencahayaan Pada Lantai 3 Gedung Kuliah Umum Institut Teknologi Sumatera. *ENERGI & KELISTRIKAN*. 2023 Jul 8;15(1):24-30.
- [12] Badan Standardisasi Nasional. 6197-2011. *Konservasi energi pada sistem pencahayaan*. Jakarta. Badan Standardisasi Nasional; 2011.
- [13] Sowa S. Lighting control systems using daylight to optimise energy efficiency of the building. In 2019 Progress in Applied Electrical Engineering (PAEE) 2019 Jun 17 (pp. 1-4). IEEE.
- [14] Badan Standardisasi Nasional. 03-6575-2001. *Tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung*. Jakarta. Badan Standardisasi Nasional; 2001.
- [15] Badan Standardisasi Nasional. 16-7062-2004. *Pengukuran intensitas penerangan di tempat kerja*. Jakarta. Badan Standardisasi Nasional; 2004.
- [16] Soebagia H, Adzikri F, Toha MF, Ardiansyah F. PERENCANAAN PENERANGAN LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS PAKUAN DENGAN SOFTWARE DIALux Evo 8.2. *Jurnal Teknik | Majalah Ilmiah Fakultas Teknik UNPAK*. 2023 Dec 20;24(02).
- [17] Buinevich MV, Izrailov KE, Kotenko IV, Kurta PA. Method and algorithms of visual audit of program interaction. *J. Internet Serv. Inf. Secur.*. 2021 Feb;11(1):16-43.
- [18] Jannah MZ. Analisis Pencahayaan Alami Rumah Tinggal Menggunakan Simulasi DIALux. *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*. 2022 Sep 30;11(3):149-52.
- [19] Wiyanto AF. Analisis pencahayaan alami dan buatan pada ruang kantor terhadap kenyamanan visual pengguna. *Jurnal Patra*. 2021 May 2;3(1):33-42.
- [20] Aryani D, Tahir M, Wartapane R. PKM PENINGKATAN PENCAHAYAAN SISTEM INSTALASI PENERANGAN RUANG KELAS UPTD SDN 154 INPRES TUMALIA MAROS. In Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) 2023 (Vol. 9, No. 3, pp. 776-782).
- [21] Sukma IB, Azis A, Pebrianti IK. Perencanaan Lampu Penerangan Jalan Umum Menggunakan Tenaga Surya (Solar Cell) Untuk Alternatif Penerangan Jalan Talang Pete Plaju Darat. *TEKNIKA: Jurnal Teknik*. 2021 Dec 25;8(2):140-6.

## ***Evaluasi Sistem Penahayaan pada SMA XYZ***

- [22] Susilo RA. Perencanaan Penerangan Jalan Umum Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Jalan Ir. H. Nusyirwan Ismail, M. Si Di Kecamatan Samarinda Ulu, Kota Samarinda: Indonesia. *J-ENSITEC (Journal Of Engineering and Sustainable Technology)*. 2023 May 10;9(02):785-93.
- [23] Sihotang L. Analisis densitas stomata tanaman antanan (*Centella asiatica*, L) dengan perbedaan intensitas cahaya. *Pro-Life*. 2017 Jul 12;4(2):329-38.
- [24] Fauziah VN, Isyanto P. Analisis Lingkungan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Hino Motors Manufacturing Indonesia. *PENG: Jurnal Ekonomi dan Manajemen*. 2024 Jul 12;1(2):407-13.
- [25] Rea, Mark Stanley .*The IESNA lighting handbook: reference & application, 9th ed.* New York: Illuminating Engineering Society of North America. 2000.
- [26] Nofriadi N. Sistem penerangan kolam ikan menggunakan solar panel. *Journal of Science and Social Research*. 2021 Feb 20;4(1):43-8.
- [27] Beatrix M, Setyaningsih E, Utama HS, Calvinus Y, Lukita P. Alat Pengukur Umur Lampu Dengan Teknologi Switch Cycles (KLIK). *Journal of Electrical Engineering and Computer (JEECOM)*. 2024 May 1;6(1):158-65.