

## EVALUASI SISTEM PENERANGAN DAN PEMAKAIAN ENERGI PADA KANTOR KESATUAN BRIMOB TALANG KELAPA PALEMBANG

H. Alwani<sup>1</sup>, A. Sofijan<sup>1</sup>, F. Ariati<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Teknik Elektro, Universitas Sriwijaya, Palembang

Corresponding author: hairulalwani57@gmail.com

**ABSTRAK:** Di Indonesia banyak kantor-kantor yang berdiri dan ditambah lagi dengan meningkatnya pembangunan infrastruktur baru. Hal ini juga dapat menyebabkan peningkatan dalam konsumsi energi. Salah satu penyebab meningkatnya konsumsi energi listrik adalah sistem penerangan pada kantor yang tidak sesuai dengan *Standar Nasional Indonesia* (SNI). Bukan hanya dapat meningkatkan konsumsi energi tetapi juga dapat menyebabkan ketidaknyamanan. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sistem penerangan pada kantor serta menghitung besarnya pemakaian energi listrik yang terpakai pada kantor sebelum dan sesudah di evaluasi. Penelitian ini dilakukan di Kantor Kesatuan BRIMOB Talang Kelapa Palembang. Pada Kantor Kesatuan BRIMOB Talang Kelapa terdapat 17 ruangan yang menggunakan jenis lampu CFL (*Compact Fluorescent Lamp*) dengan daya lampu 45 watt, 20 watt, 24 watt, 32 watt, 27 watt, 25 watt dan jenis lampu TL (*Tube Luminescent*) dengan daya 36 watt. Setelah melakukan penelitian di setiap ruangan pada kantor yang sistem penerangannya sesuai dengan *Standar Nasional Indonesia* (SNI) ada 5 ruangan yaitu ruangan pasimin dengan intensitas penerangan 1048,20 lux, ruangan tunggu tamu sebesar 635,34 lux, koridor 1 sebesar 144 lux, koridor 2 sebesar 115 lux, teras sebesar 61 lux. Total pemakaian energi listrik oleh sistem penerangan sebelum dilakukan evaluasi sebesar 775,05 kWh/bulan dan setelah direncanakan ulang dengan menggunakan lampu LED sebesar 601,32 kWh/bulan. Penelitian ini juga menggunakan Aplikasi *Dialux* dengan jenis lampu *Coreline Downlight* tipe DN130B, *GreenSpace* DN472B dan *GreenSpace* DN463B pemakaian energi listrik yang didapat sebesar 460,14 kWh/bulan.

**Kata Kunci:** Energi Listrik, Intensitas Penerangan, Standar Nasional Indonesia (SNI), LED, Aplikasi *Dialux*

**ABSTRACT:** In Indonesia, there are many offices that are established and added with the increase of new infrastructure development. This can also cause an increase in energy consumption. One of the causes of the increase in electricity consumption is the lighting system in the office that is not in accordance with the Indonesian National Standard (SNI). Not only can it increase energy consumption but it can also cause discomfort. In this study aims to evaluate the lighting system in the office and calculate the amount of electricity used in the office before and after the evaluation. This research was conducted at the BRIMOB Talang Kelapa Unity Office in Palembang. At the BRIMOB Talang Kelapa Unity Office, there are 17 rooms that use CFL (*Compact Fluorescent Lamp*) types with 45 watt, 20 watt, 24 watt, 32 watt, 27 watt, 25 watt and TL (*Tube Luminescent*) lamps with 36 power watt. After conducting research in every room in an office whose lighting system is in accordance with the Indonesian National Standard (SNI) that there are 5 rooms, namely pasimin room with lighting intensity of 1048.20 lux, guest waiting room of 635.34 lux, corridor 1 of 144 lux, corridor 2 at 115 lux, terrace at 61 lux. The total usage of electrical energy by the lighting system prior to evaluation is 775.05 kWh / month and after being re-planned using an LED lamp of 601.32 kWh / month. This study also uses the *Dialux* Application with the type of *Coreline Downlight* lamps type DN130B, *GreenSpace* DN472B and *GreenSpace* DN463B the use of electrical energy obtained is 460.14 kWh / month.

**Keywords:** Electric Energy, Lighting Intensity, Indonesian National Standard, LED, *Dialux* Application

## PENDAHULUAN

Di Indonesia dapat dilihat begitu banyak kantor-kantor yang berdiri dan ditambah lagi dengan meningkatnya pembangunan infrastruktur baru dan kemungkinan dampaknya dapat mempengaruhi lingkungan. Hal ini juga dapat menyebabkan peningkatan dalam konsumsi energi. Salah satu faktor meningkatnya dalam konsumsi energi yaitu sistem penerangan pada kantor. Sistem penerangan pada suatu kantor dapat memberikan 20% ± 30% dari total beban listrik (Li dan Lam 2001).

Pencahayaan pada suatu ruangan jika dilihat dari kualitas adalah berupa kuat penerangan atau tingkat iluminasi yang dibutuhkan dimana untuk jenis kegiatan yang berbeda akan memerlukan tingkat iluminasi yang berbeda pula. Penggunaan pencahayaan bukan hanya dilihat dari kuantitas tetapi juga kualitas (Atmam dan Zulfahri 2016)

Sistem penerangan yang Standar Nasional Indonesia dibutuhkan pada setiap kantor untuk menambah kenyamanan karyawan dalam bekerja sehingga tidak membuat karyawan kelelahan mata, kelelahan mental, kerusakan alat penglihatan dan keluhan pegal disekitar mata (Widiyantoro et al. 2017). Bukan hanya itu saja dampak dari sistem penerangan yang tidak Standar Nasional Indonesia (SNI), adapun dampak lain seperti pemborosan penggunaan energi listrik.

Penerangan yang didapatkan pada suatu ruangan dibagi menjadi dua yaitu penerangan alami ialah penerangan yang berasal dari sinar matahari yang didapat pada kondisi siang hari dan penerangan buatan yaitu lampu. Terkadang penerangan buatan (lampu) pada suatu ruangan dapat redup dikarenakan pengaruh rendahnya intensitas penerangan yang disebabkan kecilnya lumen lampu yang digunakan dan kurangnya cahaya matahari masuk ke dalam ruangan tersebut. Faktor lainnya yang membuat suatu ruangan itu redup yaitu kurangnya pemeliharaan pada lampu atau pada armatur lampu. Ada kemungkinan faktor lain juga yaitu pemilihan lampu yang salah atau juga umur lampu yang telah melebihi 2 tahun pemakaian.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Sistem Penerangan

Dalam melakukan evaluasi sistem penerangan pada suatu kantor salah satu hal yang perlu diperhatikan adalah sistem penerangan yang ada di kantor tersebut. Sistem penerangan yang berdasarkan sumbernya terbagi menjadi dua yaitu :

### Penerangan alami

Penerangan alami merupakan penerangan yang bersumber dari cahaya matahari. Dalam sistem penerangan, sinar matahari dapat memberikan keuntungan salah satunya dapat menghemat energi listrik. Kuat penerangan dari sumber – sumber cahaya ditunjukkan pada tabel 1. Untuk mendapatkan intensitas cahaya pada suatu ruangan yang bersumber dari penerangan alami diperlukan jendela-jendela yang sekiranya 1/6 dari luas lantai. Penerangan alami dapat dikatakan kurang efektif dibandingkan penerangan buatan karena intensitas cahaya yang dipancarkan oleh sinar matahari tidak tetap dan hanya menghasilkan panas pada saat siang hari. Adapun aspek-aspek yang dapat memberikan keuntungan dalam penggunaan penerangan alami yaitu sebagai berikut ini:

1. Ragam intensitas cahaya matahari
2. Distribusi dari terangnya cahaya
3. Pengaruh dari pemantulan cahaya, jarak antar bangunan, tempat
4. Letak geografis dan kegunaan bangunan gedung (Untad dan Amin 2011)

Tabel 1 Kuat penerangan beberapa sumber cahaya.

Sumber Cahaya	E lux
Siang hari yang cerah di tempat terbuka	100.000
Siang hari yang cerah di dalam ruangan dekat jendela	2500
Selama matahari terbit	500
Terang bulan yang cerah pada malam	0,25

### Penerangan buatan

Penerangan buatan ialah penerangan yang didapatkan suatu ruangan dari sumber lain. Biasanya penerangan buatan ini diperlukan untuk ruangan yang posisinya tidak efektif untuk mendapatkan sinar matahari (penerangan alami). Secara umum penerangan buatan yang kerap dipergunakan dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu :

1. Sistem Pencahayaan Merata

Pencahayaan ini dikatakan merata dikarenakan iluminasi cahaya pada ruangan tersebar secara merata. Dan biasanya pencahayaan ini cocok untuk ruangan yang tidak begitu banyak aktifitas yang terkhusus. Pada sistem ini sejumlah armatur ditempatkan secara teratur di seluruh langit-langit (Karyanta dan Santoso 2015).

2. Sistem Pencahayaan Terarah

Pada sistem ini pencahayaan yang didapat dari salah satu arah tertentu untuk seluruh ruangan. Pencahayaan

ini tepat untuk ruangan pameran disebabkan cahaya yang dibutuhkan terarah pada suatu objek yang akan tampak lebih jelas atau lebih menonjol. Peran dari pencahayaan terarah ini sebagai sumber cahaya sekunder untuk ruangan sekitar, dengan melalui mekanisme pemantulan cahaya. Sistem ini dapat juga digabungkan dengan sistem pencahayaan merata karena bermanfaat mengurangi efek jemu yang mungkin ditimbulkan oleh pencahayaan merata.

### 3. Sistem Pencahayaan Setempat

Pencahayaan ini diutamakan untuk ruangan atau pada suatu objek tertentu misalnya tempat kerja yang memerlukan tugas visual (Karyanta dan Santoso 2015).

#### Intensitas Penerangan

Intensitas penerangan bisa disebut juga iluminasi yang dapat diartikan sebagai jumlah flux cahaya yang jatuh pada  $1 m^2$  dari bidang kerja. Satuan dari intensitas penerangan ini yakni lux (lx) yang lambangnya adalah E sehingga  $1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen per } m^2$  maka apabila suatu bidang kerja yang luasnya dimisalkan  $A m^2$ , yang diterangi dengan  $\phi$  lumen, maka didapatkan suatu persamaan 1 dan persamaan 2 intensitas penerangan secara matematis yaitu:

$$E = \phi/A \quad (1)$$

$$E_{\text{(rata-rata)}} = \phi/A \quad (2)$$

Untuk menghitung jumlah lampu yang akan di rencanakan dengan tinggi bidang dengan persamaan 3

$$n = (E \times A)/(\phi \times \eta \times d) \quad (3)$$

#### Keterangan :

E = Intensitas penerangan (lux)

A = Luas ruangan ( $m^2$ )

$\eta$  = Efisiensi penerangan

d = Faktor depriasi

$\phi$  = Flux (lumen, lm)

n = Jumlah lampu

Area adalah area kerja yang akan diterangi, output lumen dari setiap lumener adalah yang diberikan dalam spesifikasi pabrikan dan dapat ditemukan oleh tabel referensi.

#### Indeks Ruangan

Indeks ruangan ( $k$ ) merupakan suatu perbandingan antara ukuran-ukuran ruangan yang berbentuk bujur

sangkar. Pada indeks ruangan yang tergantung pada tinggi rendahnya suatu lampu terhadap bidang kerja seperti pada persamaan 4 :

$$k = (p \cdot l)/(h (p + l)) \quad (4)$$

#### Keterangan :

$k$  = Indeks ruangan

p = panjang ruangan dalam (m)

l = lebar ruangan dalam (m)

h = tinggi sumber cahaya di atas bidang kerja dalam (m)

Indeks ruangan diperlukan untuk menghitung efisiensi penerangan. Pada indeks ruangan pada umumnya bidang kerja horizontal khayalan yang diketahui 0,80 m di atas lantai (Atmam dan Zulfahri 2016).

#### Energi Listrik

Menurut Eugene C. Lister yang diartikan oleh Hanapi Gunawan (1993), energi merupakan efisiensi dalam melakukan kerja, energi juga dapat diartikan kerja yang tersimpan.

Pada dasarnya, energi hanya dapat berubah ke bentuk energi yang lainnya. Hal ini dinyatakan dalam hukum kekekalan energi bahwa energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnakan. Dengan begitu energi listrik adalah energi yang dihasilkan dari energi mekanik (gerak). Penggunaan energi listrik pada kehidupan sehari-hari adalah sebagai penerangan, pemanas, motor-motor listrik dan lain sebagainya (Zakeri dan Syri 2015). Energi juga dapat diartikan yaitu daya listrik yang terpakai pada alat-alat listrik dalam waktu tertentu. Untuk itu dapat dirumuskan secara matematis pada persamaan 5 yaitu:

$$W = V \times I \times t \quad (5)$$

#### Keterangan :

W = Energi Listrik (joule)

V = Tegangan (volt)

I = Kuat Arus (ampere)

t = Waktu (detik)

Watt jam (watthour = Wh) merupakan energi yang dikeluarkan jika 1 watt digunakan selama satu jam.

#### Daya Listrik

Daya listrik adalah energi yang mengalir pada suatu rangkaian listrik yang terhitung oleh waktu. Watt merupakan satuan dari daya listrik. Maka untuk daya sebesar 1 watt = 1 joule/detik. Daya listrik seperti pada persamaan 6 (Dwindra 2017) :

$$P = W/t \quad (6)$$

Keterangan :

- P = Daya Listrik (watt)
- W = Energi Listrik (joule)
- t = Waktu (detik)

Tingkat Penerangan Minimum yang direkomendasikan

Sebelum mengevaluasi sistem penerangan pada suatu ruangan ada baiknya diketahui terlebih dahulu tingkat penerangan minimum yang direkomendasikan berdasarkan Peraturan Instalasi Listrik SNI 03-6575-2001 tahun 2001 sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) seperti pada tabel 2

Tabel 2 Rekomendasi tingkat penerangan minimum.

Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (lux)	Kelompok renderasi warna	Keterangan
<b>Rumah Tinggal :</b>			
Teras	60	1 atau 2	
Ruang tamu	120 ~ 250	1 atau 2	
Ruang makan	120 ~ 250	1 atau 2	
Ruang kerja	120 ~ 250	1	
Kamar tidur	120 ~ 250	1 atau 2	
Kamar mandi	250	1 atau 2	
Dapur	250	1 atau 2	
Garasi	60	3 atau 4	
<b>Perkantoran :</b>			
Ruang direktur	350	1 atau 2	
Ruang kerja	350	1 atau 2	
Ruang komputer	350	1 atau 2	Gunakan amartur berkisi untuk mencegah silau akibat pantulan layar monitor.
Ruang rapat	300	1 atau 2	
Ruang gambar	750	1 atau 2	Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar.
Gudang arsip	150	3 atau 4	
Ruang arsip aktif	300	1 atau 2	
<b>Lembaga Pendidikan</b>			
Ruang kelas	250	1 atau 2	
Perpustakaan	300	1 atau 2	

Laboratorium	500	1	
Ruang gambar	750	1	Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar.
Kantin	200	1	
<b>Hotel dan Restoran :</b>			
Lobby, koridor	100	1	Pencahayaan pada bidang vertical sangat penting untuk menciptakan suasana/kesan ruang yang baik.
Ballroom / ruang sidang	200	1	Sistem Pencahayaan harus dirancang untuk menciptakan suasana yang sesuai. Sistem pengendalian "switching" dan "dimming" dapat digunakan untuk memperoleh berbagai efek pencahayaan.
Ruang makan	250	1	
Cafetaria	250	1	
Kamar tidur	150	1 atau 2	Diperlukan lampu tambahan pada bagian kepala tempat tidur dan cermin
Dapur	300	1	
<b>Rumah Sakit/Balai pengobatan</b>			
Ruang rawat	250	1 atau 2	

inap

## Jenis-jenis Lampu

Lampu adalah salah satu alat elektronik yang memproduksi cahaya. Ada beberapa jenis lampu, sebagai berikut ini:

Lampu Fluoresen Ringkas (CFL) dan Tabung Fluoresen (TL)

Lampu ini memancarkan cahaya ketika arus listrik menyebabkan ruang internal yang diisi gas diisi dengan cahaya ultraviolet (UV) yang kemudian dipancarkan sebagai cahaya tampak melalui jenis pelapis khusus pada tabung. Semua lampu neon memerlukan pemberat, komponen yang mengatur arus yang melewati lampu. *Ballast* dapat diintegrasikan ke dalam bohlam seperti halnya untuk sebagian besar CFL (memungkinkan untuk digunakan secara bergantian dengan sebagian besar lampu pijar) atau non-terintegrasi yang mengharuskan ballast untuk menjadi bagian dari *fixture* seperti halnya untuk banyak *fluorescent* tabung digunakan di sekolah dan kantor. *Ballast* ada dalam dua jenis : magnetik (yang lebih tua dan kurang efisien) dan elektronik (yang lebih baru dan jauh lebih efisien). Peningkatan efisiensi untuk lampu tabung fluoresen (TL) memerlukan pertimbangan balas karena mereka memberikan kontribusi yang signifikan terhadap keseluruhan penarikan energi *fixture*. CFL dan tabung fluoresen (TL) memiliki berbagai bentuk, ukuran, dan efisiensi. Mereka umumnya menggunakan energi sebesar 75 persen lebih sedikit daripada bola lampu pijar. CFL menghasilkan antara 50-70 lumen per watt, dibandingkan dengan 10-19 lumen per watt untuk bola lampu pijar. Mereka juga merupakan produk tahan lama, dengan masa hidup 10.000 jam untuk CFL dan masa hidup 7.000-24.000 jam untuk tabung fluoresen (TL). Lampu pijar, sebagai perbandingan, memiliki masa hidup 750-2500 jam (Facts 2011).

## Light Emitting Diode (LED)

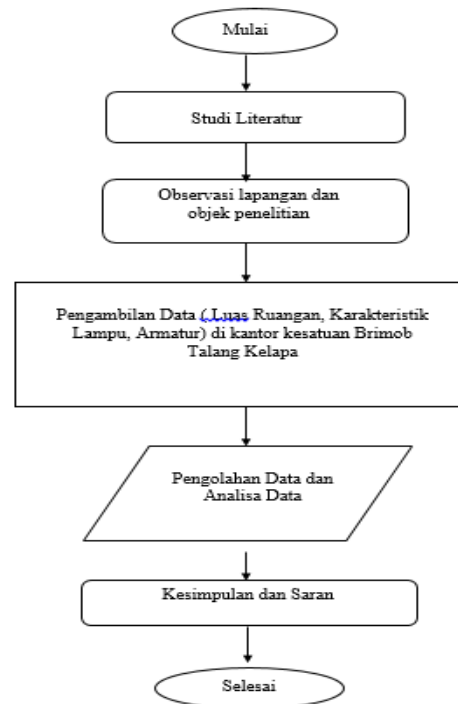
Dalam dioda pemancar cahaya, elektron dan lubang elektron (atom yang kekurangan elektron) bergabung dan melepaskan energi dalam bentuk cahaya. Teknologi ini telah ada selama beberapa decade tetapi banyak aplikasi LED untuk penerangan baru akhir-akhir ini tersedia secara komersial karena rendemen warna yang lebih baik telah dikembangkan dan biaya dikurangi. Perlengkapan LED menggunakan listrik 75 sampai dengan 80 persen lebih sedikit daripada bola lampu pijar, dan dapat memiliki umur 25 kali lebih lama dari bola lampu pijar. Jumlah 16 LED menghasilkan kisaran 27 sampai dengan 150 lumens per watt, tergantung pada jenis LED misalnya 10 LED kecil, bola lampu sangat

terang dan karena ukurannya, perlengkapan LED sering ditemukan dalam aplikasi khusus seperti lampu hias serta lampu fungsional di area yang sulit dijangkau, seperti untuk pencahayaan *strip*, pencahayaan luar, pencahayaan tampilan, pencahayaan tangga dan lain - lain. LED lebih tahan lama daripada kebanyakan alternatif pencahayaan lainnya dan lebih dapat dikontrol karena cahaya dapat difokuskan ke arah tertentu dan LED dapat diredupkan. Gambar 3 menunjukkan komponen LED yang khas (William et al. 2004).

## Desain Sistem Penerangan Untuk Kantor

1. Pekerjaan berbasis kantor yang melibatkan komputer yang juga menggunakan dokumen kertas harus menargetkan pencahayaan di kisaran 200 hingga 500 lux (20-50 kaki-lilin)
2. Bekerja menggunakan komputer saja (tanpa referensi dokumen kertas) harus targetkan kisaran pencahayaan yang lebih rendah pada atau di bawah 200 lux (20 kaki-lilin).
3. Umumnya pencahayaan maksimum tidak boleh melebihi 750 lux. Tingkat pencahayaan yang berlebihan memiliki efek "menutupi" dan menyulitkan operator untuk melihat tampilan di layar (Do et al. 2009).

## METODELOGI PENELITIAN



Gambar 1 Flowchart penelitian

## Metode Pengambilan Data

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode untuk pengambilan data. Penjelasan metodologi penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

### Metode Literatur

Metode Literatur merupakan salah satu metode yang digunakan penulis dalam mengumpulkan data-data dengan cara mengkaji beberapa buku, jurnal dan artikel yang sesuai dengan penelitian. Pada metode ini, penulis mengumpulkan data - data yaitu :

1. Penjelasan materi dan rumus mengenai satuan sistem penerangan seperti fluks cahaya, luminasi, intensitas cahaya, efisiensi penerangan, pemakaian energi.
2. Penjelasan materi mengenai jenis-jenis sistem penerangan berdasarkan sumber (penerangan alami, penerangan buatan).
3. Penjelasan materi tentang jenis-jenis sistem penerangan berdasarkan fluks cahaya
4. Penjelasan tentang tingkat penerangan minimum yang direkomendasikan
5. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan efisiensi penerangan.
6. Penjelasan mengenai aplikasi dialux.

### Metode Observasi

Metode observasi ini dilakukan untuk mengumpulkan data dengan cara pengamatan langsung pada setiap ruangan-ruangan yang ada di Kantor Kesatuan Brimob Talang Kelapa Palembang. Untuk metode ini, penulis mengambil data – data yaitu :

1. Tinggi, lebar, panjang ruangan (luas ruangan)
2. Tinggi bidang kerja
3. Karakteristik lampu yang digunakan

### Metode Wawancara

Metode wawancara ini merupakan suatu proses dalam melakukan penelitian ini. Metode wawancara ini juga dilakukan pada waktu di lapangan dengan pegawai kantor BRIMOB bagian PASI YANMA (Perwira Seksi Pelayanan Markas).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Deskripsi Bangunan

Kantor BRIMOB Talang Kelapa Palembang yang terletak di Jl. HBR Motik Kp. Minterejo Kel. Karya Baru Kec. Alang-alang Lebar, Palembang, Sumatera Selatan

30961. Pada kantor ini hanya satu lantai yang terdiri dari 17 ruang. Ruang - ruang tersebut adalah Ruang Danyon, Ruang Wadanyon, Ruang Pasi Ops 1, Ruang Pasi Ops 2, Ruang Tunggu Tamu, Ruang Penjagaan, Ruang Pasi Yanma, Ruang Tata Usaha Dalam, Ruang Juru Bayar, Ruang Pasimin, Dapur, Teras, Toilet Danyon, WC umum, WC Wadanyon serta Koridor 1 dan Koridor 2. Pada setiap ruang ini memiliki ukuran yang berbeda-beda. Adapun ukuran setiap ruang, jenis lampu dan jumlah lampu dapat dilihat pada tabel matriks penelitian.

### Pengolahan Data Intensitas Penerangan

Untuk mengetahui kuat penerangan pada setiap ruangan maka dilakukan perhitungan sebagai berikut :

#### Ruang 1 (Ruang Danyon)

Data-data ruang 1 sebagai berikut ini :

Panjang ruang (p)	= 7,64 m
Lebar ruang (l)	= 4,92 m
Tinggi ruang (hr)	= 3 m
Tinggi bidang kerja	= 0,8 m
Jenis lampu	= Cool Day light Watt/ Putih Hangat
Jumlah lampu (n)	= 6 buah
Lumen (Ø)	= 2850 lm per lampu
Faktor depresiasi (d)	= 0,8 (Pengotoran Ringan) 2 tahun

#### a. Faktor refleksi sebagai berikut:

Faktor refleksi langit-langit (rp) (Warna Putih)	:	0,7
Faktor refleksi dinding (rw) (Warna Cream)	:	0,5
Faktor refleksi lantai (rm) (Warna Putih)	:	0,1

#### b. Penentuan indeks ruangan (k)

Untuk menentukan indeks ruangan dilakukan perhitungan tinggi sumber cahaya di atas bidang kerja dalam (h) seperti berikut ini:

$$\begin{aligned}
 h &= hr - hk \\
 &= 3 \text{ m} - 0,8 \text{ m} \\
 &= 2,2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{sehingga, } k = \frac{p \times l}{h(p+l)} = \frac{7,64 \times 4,92}{2,2(7,64 + 4,92)} = \frac{37,61}{27,61} = 1,36$$

#### c. Penentuan efisiensi penerangan

Untuk menentukan efisiensi maka digunakan ketentuan nilai-nilai  $k$ ,  $r_p$ ,  $r_w$ , dan  $r_m$ :

$$\text{Untuk } k_1 = 1,2 \quad : \quad \eta_1 = 0,52$$

Untuk  $k_2 = 1,5 : \eta_2 = 0,56$

$$\eta = \eta_1 + \frac{k - k_1}{k_2 - k_1} (\eta_2 - \eta_1)$$

$$\eta = 0,52 + \frac{1,36 - 1,2}{1,5 - 1,2} (0,56 - 0,52)$$

$$\eta = 0,52 + \frac{0,16}{0,3} (0,04)$$

$$\eta = 0,52 + 0,53 (0,04)$$

$$\eta = 0,52 + 0,021$$

$$\eta = 0,541$$

d. Perhitungan Intesitas Penerangan/ Kuat Penerangan

Dalam menghitung intensitas penerangan, sebelumnya dihitung luas ruangan seperti berikut ini:

$$\begin{aligned} A &= p \times l \\ &= 7,64 \text{ m} \times 4,92 \text{ m} \\ &= 37,61 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$E = \frac{n \times \phi \times \eta \times d}{A}$$

$$E = \frac{6 \times 2850 \times 0,541 \times 0,8}{37,61}$$

$$E = \frac{7400,88}{37,61}$$

$$E = 196,77 \text{ lux} \approx 197 \text{ lux}$$

Dari perhitungan intensitas penerangan pada Ruang 1 (Ruang Danyon) didapatkan sebesar 197 Lux. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-6575-2001) besar intensitas penerangan atau kuat penerangan pada ruangan direktur (kepala) adalah 350 lux sehingga sesuai perhitungan tersebut sistem penerangan pada ruangan kepala/direktur belum sesuai dengan standar. Untuk data perhitungan di tiap ruangan selanjutnya dapat dilihat di gambar 2 menggunakan cara perhitungan yang sama.



Gambar 2 Grafik hasil perhitungan intensitas penerangan yang terpasang di kantor Kesatuan BRIMOB

e. Perencanaan Ulang Jenis Lampu

Sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-6575-2001) ruangan direktur atau kepala adalah 350 lux. Dalam hal ini direncanakan ulang jenis lampu untuk ruangan direktur atau kepala dengan lampu LED Bulb 27 watt.

Dengan menggunakan  $\phi = 3000$  lumen per lampu

sehingga, jumlah lampu  $n = \frac{E_{SNI} \times A}{\phi \times \eta \times d}$

$$n = \frac{350 \times 37,61}{3000 \times 0,541 \times 0,8}$$

$$n = \frac{13163,5}{1298,4}$$

$$n = 10,13 \approx 10 \text{ lampu}$$

Pemilihan jenis lampu LED Bulb 27 watt dikarenakan besarnya intensitas penerangan telah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia 03-6575-2001. Untuk membuktikannya dilakukan perhitungan sebagai berikut ini:

$$E = \frac{n \times \phi \times \eta \times d}{A}$$

$$E = \frac{10 \times 3000 \times 0,541 \times 0,8}{37,61}$$

$$E = \frac{12984}{37,61}$$

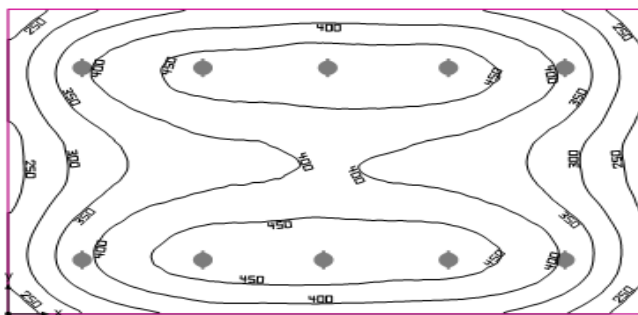
$$E = 354,22 \text{ lux}$$

Dapat dilihat dari pembuktian perhitungan tersebut, maka ruangan direktur atau kepala telah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia. Untuk data perhitungan di tiap ruangan selanjutnya pada gambar 3 karena cara perhitungan yang sama.



Gambar 3 Grafik hasil perencanaan dengan jenis lampu LED pada kantor BRIMOB.

Setelah itu, perhitungan intensitas penerangan dilakukan dengan cara simulasi di aplikasi *Dialux* dengan jenis lampu yang digunakan *Coreline Downlight* tipe DN130B dan *GreenSpace* DN472B, dan *GreenSpace* DN463B



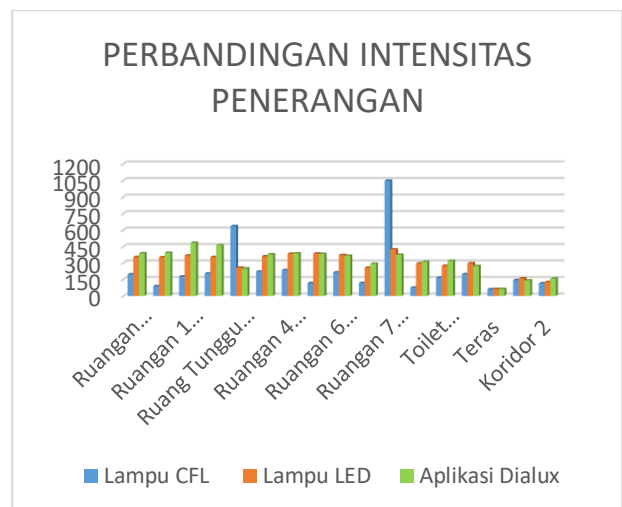
Gambar 4 Penyebaran cahaya pada ruang Danyon di kantor BRIMOB.

Dari simulasi pada ruangan kepala (ruangan danyon) diperoleh hasil dari penyebaran cahaya lampu rata menyeluruh ke setiap ruang seperti pada gambar 4. Intensitas penerangan yang terhitung dengan menggunakan jenis lampu DN130B 1xLED20S/840 PCS (22 Watt) sebanyak 10 buah pada aplikasi *Dialux* adalah 388 lux. Untuk melihat hasil intensitas penerangan pada ruangan yang lainnya dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Grafik hasil perencanaan dengan aplikasi dialux pada kantor BRIMOB.

Grafik perbandingan pada gambar 6 menunjukkan bahwa lampu yang terpasang pada kantor BRIMOB, ada intensitas penerangan yang melebihi dari standar yang dapat merusak mata karena cahaya yang masuk terlalu terang dan ada juga yang intensitas penerangannya tidak baik untuk di perkantoran karena kurangnya perawatan.



Gambar 6 Grafik perbandingan intensitas penerangan berdasarkan jenis lampu.

### Perhitungan Pemakaian Energi pada Sistem Penerangan Yang Terpasang di Kantor Brimob

#### Ruangan Kepala (Ruang Danyon)

Lampu penerangan dengan daya sebesar 45 watt sebanyak 6 buah yang rata-rata dinyalakan selama 12 jam dan apabila asumsi 1 bulan sama dengan 30 hari maka

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian energi (W) per hari} &= P \times t \\ &= (45 \text{ watt}/1000) \times 12 \text{ jam} \\ &= 0,045 \text{ kW} \times 12 \text{ jam} \end{aligned}$$



$$= 0,540 \text{ kWh}$$

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian energi (W) per bulan} &= 0,540 \text{ kWh} \times 30 \\ &= 16,2 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian energi (W) untuk 6 buah lampu} &= 6 \times 16,2 \text{ kWh} \\ &= 97,2 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Cara perhitungannya yang digunakan sama hanya perbedaan tiap jangka waktu energi yang digunakan pada setiap ruang di kantor BRIMOB. Hasil pemakaian energi pada ruang lain seperti ditunjukkan tabel 3.

Tabel 3 Hasil perhitungan pemakaian energi pada sistem penerangan yang terpasang di kantor BRIMOB.

No.	Nama Ruangan	Jumlah Waktu Energi yang Terpakai (jam)	Jenis Lampu (Watt)	Jumlah Lampu	Energi yang terpakai (kWh)
1.	Ruangan Kepala ( Ruang Danyon)	12 jam	CFL/ Cool Day Light 45 Watt	6	97.2
2.	Ruang Wakil Kepala (Ruang Wadanyon)	12 jam	CFL/ Cool Day Light 24 Watt	2	17.28
3.	Ruangan I (Ruangan Pasi Yanma)	8 jam	CFL/ Cool Day Light 24 Watt	4	23.04
4.	Ruangan 2 (Ruangan Tata Usaha)	12 jam	CFL/ Cool Day Light 25 Watt	4	36
5.	Ruang Tunggu Tamu	14 jam	TI 36 Watt	12	181.44
6.	Ruangan 3 (Pasi Ops 1)	12 jam	CFL/ Cool Day Light 24 Watt	4	34.56
7.	Ruangan 4 (Pasi Ops 2)	12 jam	CFL/ Cool Day	4	34.56
8.	Ruangan 5 Penjagaan	14 jam	Light 24 Watt	2	22.68
9.	Ruangan 6 (Juru Bayar)	8 jam	CFL/ Cool Day Light 25 Watt	4	24
10.	Dapur	24 jam	CFL/ Cool Day Light 24 Watt	2	34.56
11.	Ruangan 7 (Ruangan Pasimin)	12 jam	TI 36 Watt	8	103.68
12.	Toilet Ruangan Danyon	12 jam	CFL/ Cool Day Light 24 Watt	1	8.64
13.	Toilet Ruangan Wadanyon	12 jam	CFL/ Cool Day Light 20 Watt	2	14.4
14.	WC umum	24 jam	CFL/ Cool Day Light 20 Watt	4	57.6
15.	Teras	14 jam	CFL/ Cool Day Light 45 Watt	1	18.3
16.	Koridor 1	14 jam	CFL/ Cool Day Light 32 Watt	2	26.88
17.	Koridor 2	14 jam	CFL/ Cool Day Light	3	40.23

32 Watt
Total 775.05

Perhitungan Pemakaian Energi Listrik Setelah Menggunakan Lampu LED

Ruang Kepala (Ruang Danyon)

Lampu penerangan dengan daya sebesar 27 watt sebanyak 10 buah yang rata-rata dinyalakan selama 12 jam dan apabila asumsi 1 bulan sama dengan 30 hari maka

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian energi (W) per hari} &= P \times t \\ &= (27\text{watt}/1000) \times 12 \text{ jam} \\ &= 0,027 \text{ kW} \times 12 \text{ jam} \\ &= 0,324 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian energi (W) per bulan} &= 0,324 \text{ kWh} \times 30 \\ &= 9,72 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian energi (W) untuk 10 buah lampu} &= 10 \times 9,72 \text{ kWh} \\ &= 97,2 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Cara perhitungan yang digunakan sama hanya perbedaan tiap jangka waktu energi yang digunakan pada setiap ruangan di kantor BRIMOB. Untuk melihat hasil pemakaian energi pada ruang lain seperti pada tabel 4

Tabel 4 Hasil perhitungan pemakaian energi yang direncanakan dengan jenis lampu LED pada kantor BRIMOB.

No	Nama Ruangan	Jangka Waktu Energi yang Terpakai (jam)	Jenis Lampu (Watt)	Jumlah Lampu	Energi yang terpakai (kWh)
1.	Ruangan Kepala ( Ruang Danyon)	12 jam	Led Bulb 27 Watt	10	97.2
2.	Ruang Wakil Kepala (Ruang Wadanyon)	12 jam	Led Bulb 14,5 Watt	6	31.32
3.	Ruangan I (Ruangan Pasi Yanma)	8 jam	Led Bulb 19 Watt	5	22.8
4.	Ruangan 2 (Ruangan Tata	12 jam	Led Bulb 19 Watt	5	34.2

Usaha)					
5.	Ruang Tunggu Tamu	14 jam	Led Bulb 18 Watt	12	90.72
6.	Ruangan 3 (Pasi Ops 1)	12 jam	Led Bulb 14,5 Watt	5	26.1
7.	Ruangan 4 (Pasi Ops 2)	12 jam	Led Bulb 14,5 Watt	5	26.1
8.	Ruangan 5 Penjagaan	14 jam	Led Bulb 19 Watt	5	39.9
9.	Ruangan 6 (Juru Bayar)	8 jam	Led Bulb 19 Watt	5	22.8
10.	Dapur	24 jam	Led Bulb 19 Watt	3	41.04
11.	Ruangan 7 (Ruangan Pasimin)	12 jam	Led Bulb 18 Watt	8	51.34
12.	Toilet Ruangan Danyon	12 jam	Led Bulb 14,5 Watt	3	15.66
13.	Toilet Ruangan Wadanyon	12 jam	Led Bulb 18 Watt	2	8.64
14.	WC umum	24 jam	Led Bulb 14,5 Watt	4	41.76
15.	Teras	14 jam	Led Bulb 27 Watt	1	11.34
16.	Koridor 1	14 jam	Led Bulb 19 Watt	2	15.96
17.	Koridor 2	14 jam	Led Bulb 19 Watt	3	23.94
Total					601.32

Perhitungan Pemakaian Energi Listrik Untuk Jenis Lampu LED Pada Aplikasi Dialux

Ruang Kepala (Ruang Danyon)

Lampu penerangan dengan daya sebesar 22 watt sebanyak 10 buah yang rata-rata dinyalakan selama 12 jam dan diasumsikan 1 bulan sama dengan 30 hari.

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian energi (W) per hari} &= P \times t \\ &= (22 \text{ watt}/1000) \times 12 \text{ jam} \\ &= 0,264 \text{ kW} \times 12 \text{ jam} \\ &= 0,264 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian energi (W) per bulan} &= 0,264 \text{ kWh} \times 30 \\ &= 7,92 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian energi (W) untuk 10 buah lampu} &= 10 \times 7,92 \text{ kWh} \\ &= 79,2 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Cara perhitungannya sama hanya ada perbedaan tiap jangka waktu energi yang digunakan pada setiap ruang di kantor BRIMOB. Untuk melihat hasil pemakaian energi pada ruang lain dapat dilihat pada tabel 5

Tabel 5 Hasil perhitungan pemakaian energi listrik yang direncanakan dengan aplikasi Dialux pada kantor BRIMOB Talang Kelapa.

No	Nama Ruangan	Jangka Waktu Energi yang Terpakai (jam)	Jenis Lampu (Watt)	Jumlah Lampu	Energi yang terpakai (kWh)
1.	Ruangan Kepala ( Ruang Danyon)	12 jam	DN130 B 1xLED 20S/840 PCS(22 Watt)	10	79.2
2.	Ruang Wakil Kepala (Ruang Wadanyon)	12 jam	DN472 B PSE-E 1xLED 20S/840 C PCC(16 .8Watt)	4	24.192
3.	Ruangan I (Ruangan Pasi Yanma)	8 jam	DN472 B PSE-E 1xLED 20S/840 C PCC(16 .8Watt)	5	20.16
4.	Ruangan 2 (Ruangan	12 jam	DN472 B PSE-E	5	30.24
5.	Ruang Tunggu Tamu	14 jam	1xLED 21S/840 (19 Watt)	8	63.84
6.	Ruangan 3 (Pasi Ops 1)	12 jam	DN130 B D165 1xLED 10S/840 (11.6 Watt)	5	20.88
7.	Ruangan 4 (Pasi Ops 2)	12 jam	DN130 B D165 1xLED 10S/840 (11.6 Watt)	5	20.88
8.	Ruangan 5 Penjaga an	14 jam	DN472 B PSE-E 1xLED 20S/840 C PCC(16 .8Watt)	4	28.224
9.	Ruangan 6 (Juru Bayar)	8 jam	DN472 B PSE-E 1xLED 20S/840 C PCC(16 .8Watt)	4	16.128
10.	Dapur	24 jam	DN472 B PSE-E 1xLED 20S/840 C PCC(16 .8Watt)	2	24.192
11.	Ruangan 7 (Ruangan Pasimin)	12 jam	BN124 CL600 1xLED 21S 840(19 Watt)	6	41.04
12.	Toilet Ruangan Danyon	12 jam	DN463 B PSED-E 1xLED 20S/840 (9 Watt)	3	9.72
13.	Toilet	12 jam	DN472	2	12.096

	Ruangan Wadanyon		B PSE-E 1xLED 20S/840 C PCC(16 .8Watt)		
14.	WC umum	24 jam	DN463 B PSED-E 1xLED 20S/840 (9 Watt)	4	25.92
15.	Teras	14 jam	DN472 B PSE-E 1xLED 20S/840 C PCC(16 .8Watt)	1	8.148
16.	Koridor 1	14 jam	DN130 B D165 1xLED 10S/840 (11.6 Watt)	2	14.112
17.	Koridor 2	14 jam	DN472 B PSE-E 1xLED 20S/840 C PCC(16 .8Watt)	3	21.168
Total					460.14

#### Analisis Hasil Penelitian

Pada Kantor BRIMOB terdapat 17 ruang dengan sistem penerangan menggunakan lampu CFL *Cool Day Light* dengan daya sebesar 20 watt, 25 watt, 27 watt, 32 watt, 45 watt dan Lampu TL dengan daya sebesar 36 watt. Dari hasil pengolahan data diperoleh lima ruang yang intensitas penerangan telah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan untuk sebagian ruang masih belum memenuhi standar.

Dari pengolahan data, salah satu ruang yang belum memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) adalah Ruang Danyon (Ruang Kepala). Menurut SNI nomor 03-6575-2001 untuk Ruang Kepala intensitas penerangan yang sesuai adalah sebesar 350 lux. Akan tetapi, hasil dari pengolahan data didapatkan intensitas penerangan pada Ruang Danyon dengan lampu CFL/ *Cool Day Light* 45 watt adalah sebesar 197 lux. Hal ini dapat terjadi karena lumen yang dihasilkan dari lampu ialah kecil dan

juga kurangnya perawatan pada penerangan sehingga adanya pengotoran atau faktor depresiasi.

Oleh sebab itu, penulis melakukan perencanaan sistem penerangan dengan dua metode yaitu metode perencanaan manual dan metode menggunakan aplikasi sehingga ruangan pada kantor BRIMOB Talang Kelapa dapat memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 03-6575-2001. Pada metode perencanaan manual penulis menyarankan menggunakan lampu LED (*Light Emitting Diode*) Bulb dan LED (*Light Emitting Diode*) Tube sedangkan pada metode yang menggunakan aplikasi *Dialux*, penulis menggunakan lampu *Coreline Downlight* tipe DN130B dan *GreenSpace* DN472B dan *GreenSpace* DN463B.

Penggunaan simulasi pada aplikasi *Dialux* dapat memudahkan dalam mendesain suatu penerangan dari mulai penyusunan tata letak lampu dan pemilihan lampu yang tepat hanya saja pada saat pendesainan ada salah satu parameter yang terlewatkan yaitu warna dinding, langit dan lantai sehingga kurang akuratnya perhitungan intensitas penerangan yang didesain contohnya Ruang Kepala (Ruang Danyon) pada saat simulasi intensitas penerangan sebesar 388 lux tetapi saat dihitung ulang secara manual dengan memasukan parameter warna dinding, langit dan lampu intensitas penerangan sebesar 287 lux. Warna dinding, langit dan lantai dapat mempengaruhi sistem penerangan pada ruangan tersebut.

Pemilihan lampu *Light Emitting Diode* (LED) karena besarnya lumen yang dihasilkan oleh lampu *Light Emitting Diode* (LED) cukup besar dengan keluaran kapasitas daya yang kecil. Oleh karena itu, dengan adanya lampu *Light Emitting Diode* (LED) dapat mengurangi pemakaian energi listrik yang awalnya sebesar 775,05 kWh/bulan menjadi 601,32 kWh/bulan sehingga dapat menghemat daya sebesar 173,73vKWh/bulan dan intensitas penerangan juga sesuai dengan Standar Nasional Indonesia. Untuk lampu yang kedua yaitu lampu *Coreline Downlight* tipe DN130B dan *GreenSpace* DN472B dan *GreenSpace* DN463B yang terdapat pada simulasi aplikasi *Dialux* pemakaian energi yang terhitung sebesar 460,14 kWh/bulan.

#### KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang sudah dilakukan yaitu :

1. Sebagian ruang pada kantor BRIMOB Talang Kelapa belum memenuhi syarat hanya lima ruang yang memenuhi syarat yaitu ruang pasimin intensitas penerangan sebesar 1048,20 lux, ruang tunggu tamu intensitas penerangan sebesar 635,34 lux, koridor 1 intensitas penerangan sebesar 144

- lux, koridor 2 intensitas penerangan sebesar 115 lux dan teras intensitas penerangan sebesar 61 lux.
2. Jenis lampu yang besar intensitas penerangannya sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk setiap ruangan di kantor BRIMOB adalah Lampu LED Bulb, LED Tube dan Coreline Downlight.
  3. Pemakaian energi yang dihitung dengan keadaan sistem penerangan yang ada sebesar 775,05 kWh/bulan dan pada saat direncanakan dengan menggunakan lampu LED Bulb dan LED Tube sebesar 601,32 kWh/bulan. Untuk pemakaian energi saat simulasi di aplikasi sebesar 460,14 kWh/bulan.
- DAFTAR PUSTAKA
- Atmam and Zulfahri. (2016). "Analisis Intensitas Penerangan dan Penggunaan Energi Listrik di Laboratorium Komputer Sekolah Dasar Negeri 150 Pekanbaru," *J. Sains, Teknol. dan Ind.*, vol. 13, no. 1, pp. 1–8.
- Do, H. O. W. *et al.* (2009)., "Office Lighting," pp. 1–4.
- Dwindra, A. (2017). *Analisa Sistem Penerangan dan Pemakaian Energi Listrik Pada Kantor Dinas Pendidikan Kota Palembang*. Indralaya: Universitas Sriwijaya.
- Facts, Q. (2011). "Lighting Efficiency," no. April, pp. 1–13.
- Karyanta, E. and Santoso, B. (2015) "PERANCANGAN SISTEM PENERANGAN BANGUNAN IRADIATOR GAMMA KAPASITAS 200 kCi .," *Prima*, vol. 12, no. Juni, pp. 38–44.
- Li, D. H. W. and Lam, J. C. (2001) "Evaluation of lighting performance in of ® ce buildings with daylighting controls," vol. 33.
- Untad, M. and Amin, N. (2011) "MEMANFAATKAN CAHAYA ALAMI (STUDI KASUS LAB . ELEKTRONIKA DAN," vol. 1, no. 1, pp. 43–50.
- Widiyantoro, H., Muladi, E. and Vidiyanti, C. (2017) "Analisis Pencahayaan Terhadap Kenyamanan Visual Pada Pengguna Kantor," *J. Arsitektur, Bangunan Lingkungan.*, vol. 6, pp. 65–70.
- William, A., Examiner, P., Crane, S. and Data, P. P. (2004) "(12) United States Patent," vol. 2, no. 12.
- "Lighting design and calculations," no. 11, pp. 1–7.
- Zakeri, B. and Syri, S. (2015) "Electrical energy storage systems: A comparative life cycle cost analysis," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 42, no. August, pp. 569–596.