

# PERANCANGAN SISTEM PENCAHAYAAN BUATAN PADA TEROWONGAN PEMELIHARAAN PLTA MERANGIN 350MW KERINCI JAMBI

M. Fadly Yudhistira Taufik, Bambang Winardi dan Ajub Ajulian Zahra

Program Studi Sarjana Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof.Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

E-mail: fadlyydhstra@students.undip.ac.id

## Abstrak

Pencahayaan merupakan salah satu faktor penting dalam perancangan ruang untuk menunjang kenyamanan dan keamanan pengguna. Ruang dengan sistem pencahayaan yang baik dapat mendukung aktifitas yang dilakukan didalamnya. Untuk melakukan segala aktifitas yang berada dalam suatu ruangan maka diperlukan suatu intensitas pencahayaan yang cukup memadai yaitu sesuai dengan standar pencahayaan yang telah ditentukan, maka dalam perancangan penerangan suatu ruangan harus dilakukan dengan penuh ketelitian antara lain dalam hal pemilihan lampu, perhitungan jumlah lampu yang dibutuhkan dan pengaturan kondisi lampu dalam menerangi ruangan tersebut. PLTA MERANGIN 350MW KERINCI JAMBI merupakan salah satu project yang sedang dikerjakan oleh PT. SULINDO PUTRA TIMUR. Salah satu tahap pengerjaannya adalah merancang tingkat intensitas pencahayaan buatan pada bangunan MAINTENANCE TUNNEL ADIT 1. Dalam perancangan pencahayaan buatan maka digunakan software DIALux evo 9.0 dan mengacu pada metode lumen dikarenakan perancangan pencahayaan berada di luar ruangan sehingga faktor dimensi dan refleksi sangat mempengaruhi nilai intensitas yang dihasilkan. Pada simulasi tersebut menghasilkan 1 Lampu LED BVP 200 Watt untuk Access Zone, 33 lampu LED BVP174 100 Watt dan LED BVP175 150 Watt untuk Interior Area, 3 lampu LEDBVP174 100 Watt terpasang per Turning Bay Tunnel, dan 29 lampu LED TCW060 1xTL-D18W sebagai Emergency Lamp yang terletak pada Interior Area.

Kata kunci: Pencahayaan, Iluminasi, Dialux evo 9.0

## Abstract

Lighting is one of the important factors in designing a space to support user comfort and safety. A room with a good lighting system can support the activities carried out in it. To carry out activities that are in a room, an adequate lighting intensity is needed, namely in accordance with predetermined lighting standards, in the lighting a room must be carried out with full accuracy, among others in terms of lamp selection, calculation of the lamps needed and setting the condition of the lights in illuminating the room. MERANGIN 350MW KEINCI JAMBI hydropower plant is one of the projects being worked by PT. SULINDO PUTRA TIMUR. One of the stages the process to design the intensity level of artificial lighting in MAINTENANCE TUNNEL ADIT 1 building. In designing artificial lighting, DIALux evo software is used and refers to lumen method because the lighting design is outside the room so dimension and reflection factors greatly affect the intensity produced. This simulation produces 1pcs 200W BVP LED for Access Zone, 33pcs 100W BVP174 LED and BVP175 LED for Interior Area, 3pcs 100W LEDBVP174 installed Turning Bay Tunnel, and 29pcs TCW060 1xTL-D18W LED as an Emergency Lamp located in the Interior Area.

Keywords: lighting, illumination, Dialux evo 9.0

## 1. Pendahuluan

Perubahan sistem kelistrikan yang terjadi dalam dunia industri tidak selalu menggunakan yang serba modern, karena metode yang dinilai baru dalam dunia kelistrikan belum tentu sesuai dengan metode kelistrikan yang sudah ada pada industri tersebut, perubahan – perubahan yang terjadi perlu diperhatikan dampak – dampaknya apabila suatu proses yang sudah ada sebelumnya akan diganti dengan yang baru. Suatu industri harus merencanakan dan

merancang apa yang menjadi kebutuhan dalam lingkungannya sehingga perubahan proses yang terjadi tidak merugikan industri tersebut[1].

Maka dari berkembangnya dunia kelistrikan sudah mengalami kemajuan yang cukup pesat daripada sebelumnya, lalu selanjutnya bisa dirancangnya kelistrikan salah satunya tentang sistem pencahayaan yang dimana bisa membuat perancangan sistem pencahayaan yang secara layak dan aman menggunakan software DIALux

yang memenuhi kebutuhan fasilitas dan kenyamanan penggunaan area, seperti penelitian dari Ivan Vernaldy yang berjudul "Redesain Sistem Pencahayaan Gedung Ikspektorat Jawa Tengah" tahun 2018. [2].

Pada PLTA Merangin 350MW Kerinci, Jambi diperlukan Terowongan Pemeliharaan yang digunakan sebagai jalur untuk para teknisi dalam melakukan maintenance. Dalam rangka memenuhi kebutuhan fasilitas dan kenyamanan penggunaan area, maka diperlukan sistem pencahayaan terowongan secara layak dan aman. Dalam perancangan kali ini akan digunakan *software* DIALux Evo 9.0. dengan merancang pencahayaan yang sesuai dengan standar, maka dalam perancangan penerangan suatu area harus dilakukan dengan penuh ketelitian antara lain dalam hal pemilihan lampu dan perhitungan jumlah lampu yang dibutuhkan untuk menerangi area tersebut[3].

Penempatan titik lampu ataupun pemilihan lampu yang dipilih akan mempengaruhi jumlah lampu yang digunakan, yang pastinya dapat mempengaruhi penggunaan atau konsumsi daya. Dengan adanya sistem penerangan yang sesuai dengan standar tentang perancangan sistem pencahayaan buatan pada area terowongan agar diperoleh sistem pencahayaan buatan yang sesuai dengan syarat kesehatan, kenyamanan, keamanan dan memenuhi ketentuan yang berlaku untuk area terowongan[4].

## 2. Metode

### 2.1. Diagram Alir Tugas Akhir

Gambar 1 merupakan langkah-langkah metodologi Tugas Akhir yang ditempuh. Berikut adalah penjabaran dari langkah-langkah metodologi Tugas Akhir untuk perancangan penerangan Terowongan Pemeliharaan PLTA Merangin 350MW Kerinci, Jambi.

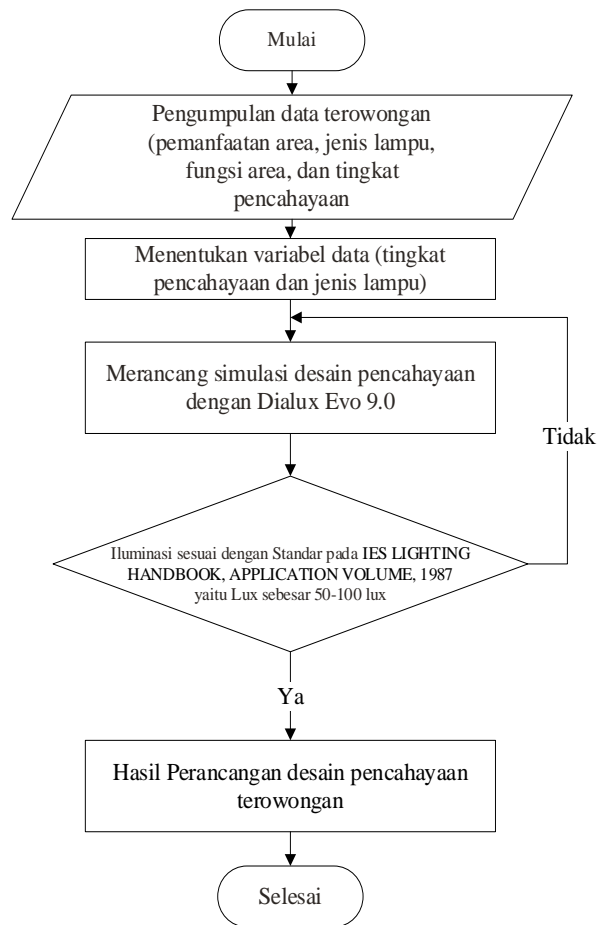
#### 1. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yaitu meliputi ukuran keseluruhan area terowongan pemeliharaan, tata letak lampu, fungsi area terowongan tersebut, jenis lampu, bahan bangunan, serta pengumpulan standar pencahayaan pada setiap area.

#### 2. Menentukan Variabel Data

Penggunaan lampu harus memperhatikan setiap area yang akan diberikan penerangan. Berdasarkan data yang telah diperoleh, Terowongan Pemeliharaan pada PLTA Merangin 350MW Kerinci Jambi memiliki beberapa fungsi ruang yang sehingga dibutuhkan penempatan dan jenis lampu yang memiliki nilai fungsi yang tepat untuk kualitas penerangan yang maksimal. Pada Tugas Akhir ini akan digunakan 1 lampu jenis manufaktur Philips dengan tipe lampu yaitu Floodlight & lampu jenis TL untuk Emergency Lamp.

Penempatan titik lampu berpengaruh pada tingkat pencahayaan gedung, Selain titik lampu, tinggi lampu dengan lantai atau bidang ukur, jenis lampu, dan bahan material bangunan serta furnitur setiap ruang juga berpengaruh pada tingkat penerangan. Oleh karena itu, Tugas akhir ini menggunakan jenis lampu yang disesuaikan dengan fungsi ruang, bahan material tembok yang disesuaikan dengan tekstur dan warna asli pada gedung yaitu jenis tekstur cor-coran (Concrete) dengan warna abu-abu pada tembok yang pas untuk area Terowongan. Kemudian, tinggi lampu dengan bidang ukur atau kerja atau lantai dan luas ruangan disesuaikan dengan setiap lantai bangunan asli yang ingin di simulasikan[5].



Gambar 1. Diagram Alir Tugas Akhir

#### 3. Perancangan Simulasi

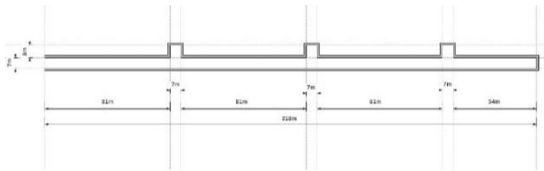
Perancangan simulasi dalam Tugas Akhir ini menggunakan *software* Dialux Evo 9.0, perancangan sistem pencahayaan buatan pada Terowongan Pemeliharaan di PLTA Merangin 350MW Kerinci Jambi dilakukan melalui rancangan per-area secara terpisah. Perancangan mengikuti data bangunan terowongan tersebut serta ditambahkan beberapa desain tambahan seperti pipa blower dan panel-panel yang terpasang pada area terowongan tersebut.

#### 4. Analisa Hasil

Analisa dilakukan berdasarkan hasil dari perancangan sistem penerangan buatan pada terowongan pemeliharaan yang telah dirancang menggunakan software Dialux Evo 9.0. Analisa sistem penerangan yang dilakukan adalah membandingkan hasil simulasi dengan standar pencahayaan yang ada pada area terowongan. Unsur utama yang menjadi bahan analisa adalah nilai iluminasi yang dihasilkan di setiap area terowongan.

### 2.2. Terowongan Pemeliharaan PLTA Merangin 350MW Kerinci, Jambi

Berikut ini adalah gambar layout pada Terowongan Pemeliharaan PLTA Merangin 350MW Kerinci, Jambi. Data didapatkan dengan melakukan pengukuran langsung dan penyesuaian data yang telah didapatkan.



Gambar 2. Layout Area Terowongan Pemeliharaan PLTA Merangin 350MW Kerinci Jambi

Proyek pembangunan terowongan untuk akses PLTA Merangin 350MW Kerinci Jambi ini sudah mulai dilaksanakan pada tahun 2018. Terowongan Pemeliharaan ini menjadi fungsi akses jalan untuk ke Main Tunnel atau terowongan utama saluran air dari PLTA Merangin 350MW Kerinci Jambi ini. Terowongan ini memiliki lebar 7 meter dan tinggi 6 meter serta memiliki panjang terowongan 318 meter, serta memiliki 3 Turning Bay Tunnel yang memiliki ukuran Panjang 8 x Lebar 7 x tinggi 6 meter dengan panjang antar Turning Bay Tunnelnya yaitu 81 meter.

### 2.3. Perancangan Simulasi Area Terowongan

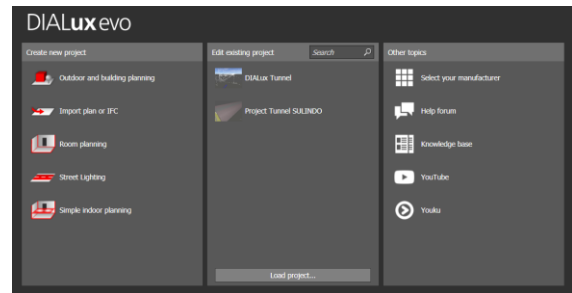
Pada subbab 2.1 telah dijelaskan secara singkat langkah pengerjaan tugas akhir ini, salah satunya adalah perancangan simulasi dengan software Dialux Evo 9.0. Pada subbab ini akan dijelaskan secara detail langkah dalam melakukan perancangan dalam simulasi[6].

#### 2.3.1. Merancang Bangunan Terowongan

Pada software Dialux Evo 9.0, dapat dilakukan perancangan terowongan termasuk objek maupun bangunan untuk mendukung tampilan agar terlihat seperti kondisi nyata. Objek dan bangunan pada tampilan juga dapat mempengaruhi hasil simulasi penerangan buatan yang dirancang.

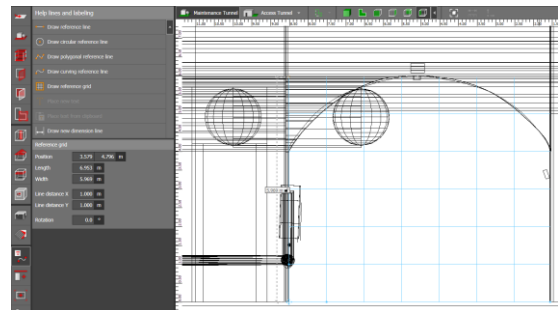
Berikut adalah cara merancang bangunan pada Terowongan Pemeliharaan PLTA Merangin 350MW Kerinci Jambi:

1. Ketika membuka aplikasi Dialux Evo 9.0 maka akan tampil jendela awal, kemudian memilih Create New Project atau untuk mempermudah menggambar bisa dilakukan Import plan or IFC, kemudian memilih file dari autocad yang telah digambar.

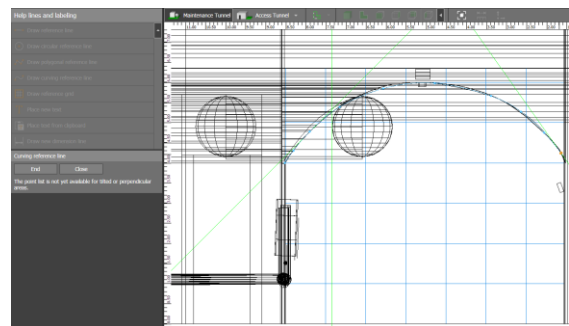


Gambar 3. Tampilan awal Dialux Evo 9.0

2. Selanjutnya melakukan pengaturan geometri ruangan dengan cara memilih tampilan front di 2 dimensi serta memilih Draw Reference Grid lalu tambahkan Draw curving reference grid dan memotong ruangan tersebut menggunakan Cutout.



(a) Menambahkan Draw Reference Grid pada bangunan Terowongan.



(b) Menambahkan Draw curving reference grid pada reference grid.

Gambar 4. Membuat bangunan agar berbentuk seperti bangunan Terowongan

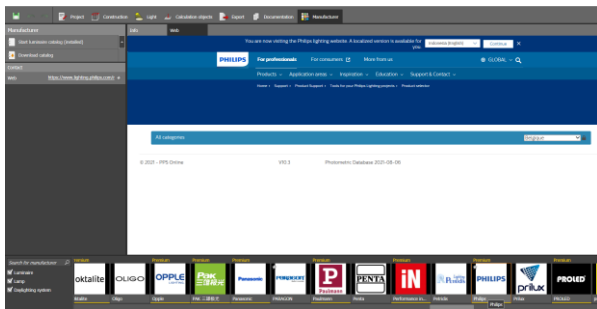
### 2.3.2. Pemilihan Jenis Lampu

Pemilihan jenis lampu dilakukan untuk memperoleh sistem penerangan yang maksimal dengan kualitas yang bagus. Pemilihan jenis lampu pada Tugas Akhir ini menggunakan jenis dari perusahaan atau manufaktur yang tersedia (lengkap) pada *software* Dialux Evo 9.0. pemilihan didasarkan pada kualitas produk, nama manufaktur, dan keterbutuhan pada Tugas Akhir.

Seperti yang sudah dibahas pada BAB 2, manufaktur yang digunakan untuk Tugas Akhir ini adalah Philips, dimana semua manufaktur tersebut sudah dengan mudah didapatkan di Indonesia.

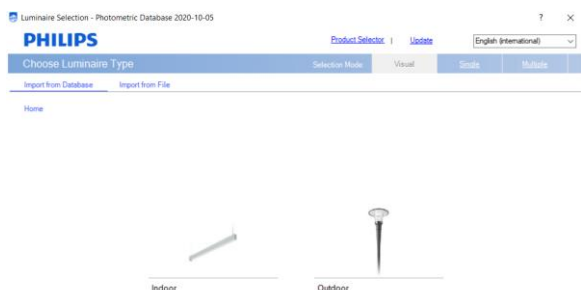
Pada *software* Dialux Evo 9.0, ada beberapa prosedur untuk memilih lampu pada Tugas Akhir ini, diantaranya adalah :

1. Memilih menu Lighting pada project. Kemudian memilih select dan catalog pada menu bar yang tersedia. Setelah pada menu catalog terbuka, menggunakan additional catalogs untuk memilih semua manufaktur yang tersedia pada Dialux Evo 9.0.



Gambar 5. Memilih Manufaktur *Lighting* Philips

2. Setelah menjalankan aplikasi manufaktur yang telah diunduh, memilih sistem pencahayaan outdoor pada menu aplikasi manufaktur yang dipilih, seperti contoh manufaktur Philips.



Gambar 6. Tampilan Awal Katalog Philips

3. Memilih tipe dan jenis luminasi yang dipakai. Pemilihan ini didasarkan pada fungsi area yang akan

diberikan pencahayaan. Pada Tugas Akhir ini, setiap area memiliki tipe dan jenis luminasi yang beragam dikarenakan kebutuhan dari sistem pencahayaan dapat memenuhi standar yang layak dan sesuai.



Gambar 7. Fitur Display Choose Luminare Type Outdoor

### 2.3.3. Perancangan Sistem Penerangan

Merancang penerangan dilakukan dengan memperhitungkan fungsi area, ukuran ruangan area, jenis pencahayaan, tata letak object, titik lampu, dan jenis lampu. Fungsi ruangan area didapatkan dari pengambilan data dan survei lapangan yang sudah dilakukan sehingga dapat mengetahui sistem pencahayaan yang tepat dan disesuaikan dengan ukuran dan desain ruangan. Peletakkan titik-titik lampu akan mempengaruhi nilai tingkat pencahayaan, dimana penempatan titik ini sudah bisa disesuaikan langsung oleh *software* Dialux Evo 9.0.

Untuk menghitung jumlah lampu yang akan dipasang setiap ruangan area (ideal) menggunakan rumus:

Penentuan jumlah lampu *Floodlight* [7]:

$$E = \frac{F.n.N.UF.LLF}{A} \quad (1)$$

Dimana:

- N = Jumlah lampu
- E = Kuat penerangan (Lux)
- F = Fluks luminus (Lumen)
- A = Luas ruangan (m<sup>2</sup>)
- UF = Utilitas Faktor
- LLF = Light Loss Factor = 0.7 - 0.8
- n = 1 lampu Floodlight per lumener

Contoh:

Area Interior Zone dengan target luminasi 100 lux, memiliki lebar 7 meter dan Panjang ruang 318 meter serta tinggi 6 meter. Lampu yang dipilih adalah Philips tipe Floodlight 9500 lumen, kemudian loss factor light sebesar 0.8. Faktor refleksi dinding 28%. Untuk menghitung jumlah lampu ruangan tersebut, maka menggunakan rumus di atas.

$$K = \frac{318 \times 7}{6 \times (318 + 7)} = 1.14d \quad (2)$$

Untuk room indeks 1.14 maka nilai faktor refleksinya adalah 0,7. Jadi, untuk menentukan jumlah lampu:

$$E = \frac{F.n.N.UF.LLF}{A} \quad (3)$$

$$100 = \frac{9500 \times 1 \times N \times 0.7 \times 0.8}{\frac{318 \times 7}{5320N}}$$

$$100 = \frac{222600}{5320N}$$

$$N = \frac{222600}{5320} = 41.4$$

Jumlah lampu : dibulatkan menjadi 41 Lampu Floodlight 100 watt.

Rumus di atas tidak bisa selalu menjadi patokan untuk menentukan jumlah lampu secara mutlak, dikarenakan untuk mencapai tingkat pencahayaan yang sesuai pada setiap ruang dibutuhkan faktor refleksi tembok, object, pengarah cahaya pada Calculation Object, nilai estetika, desain plafon, desain ruang, dan loss factor lampu yang berbeda-beda tergantung keterbutuhan serta fungsi ruang.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Analisis Data Eksisting

Proyek Terowongan Pemeliharaan PLTA Merangin 350MW Kerinci Jambi yang dilaksanakan pada tahun 2018 memiliki penerangan lampu yang hampir seluruhnya berada di bawah tanah yang memiliki standar lux pada interior zone sebesar 100 lux, Access zone sebesar antara 41 - 69 lux, turning bay tunnel memiliki standar 50-100 lux, auxiliary contro panels memiliki standar 200 lux[8].

Sedangkan untuk bantuan pemasangan *emergency lamp* yang memiliki standar antara 3 – 10 lux pada area yang terpasang[9].

##### 3.1.1. Pengukuran Data

Pada bagian sistem pencahayaan, telah dilakukan pengambilan data pada ukuran area terowongan pemeliharaan di PLTA tersebut. Berikut ini merupakan hasil pengambilan data untuk ukuran Terowongan Pemeliharaan di PLTA Merangin 350MW Kerinci Jambi:

Tabel 1. Data ukuran terowongan pemeliharaan

DATA UKURAN TEROWONGAN PEMELIHARAAN PLTA MERANGIN				
No Area	Nama Area	Panjang	Lebar	Tinggi
01	Access Zone	∞	∞	∞
02	Interior Zone	318 meter	7 meter	6 meter
03	Turning Bay Tunnel	8 meter	7 meter	6 meter

Tabel 2. Data standar pencahayaan menurut IES Lighting Handbook

DATA STANDAR PENCAHAYAAN MENURUT IES LIGHTING HANDBOOK		
No Area	Nama Area	Standar Pencahayaan (lux)
01	Access Zone	41 – 69
02	Interior Zone	100
03	Turning Bay Tunnel	50
04	Emergency Lamp	3 – 10
05	Auxiliary Control Panels	200

#### 3.2. Desain Simulasi Pencahayaan Buatan

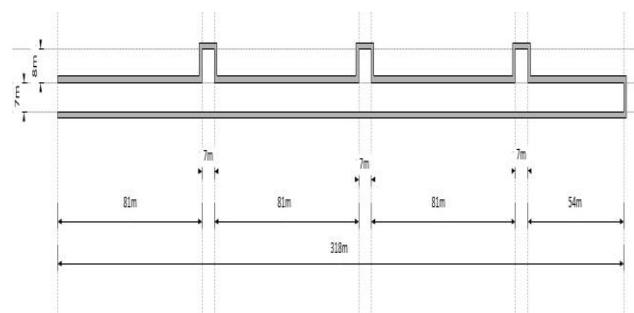
Pada subbab 3.1 telah dibahas data eksisting desain sistem pencahayaan Terowongan Pemeliharaan PLTA Merangin. Dari bahasan tersebut telah dibuat suatu rancangan dengan proses yang telah dibahas pada bab 3. Rancangan ini dibuat semaksimal mungkin untuk mencapai tingkat pencahayaan yang sesuai standar dan sifat pencahayaan setiap area yang ada, dengan memperhatikan beberapa faktor yang disamakan dengan kondisi asli pada terowongan[10].

Pada perancangan ini pula menggunakan lampu bermerk PHILLIPS yang berjenis lampu LED Floodlight BVP 174 dengan kapasitas daya 100 watt pada area Interior Zone dan Turning Bay Tunnel, lampu LED Floodlight BVP 106 dengan kapasitas daya 200 watt pada area Access Zone, bantuan lampu LED Floodlight BVP 175 dengan kapasitas daya 150 watt untuk menyinari Auxiliary Control Panels dan menggunakan lampu jenis LED TL TCW 060 dengan kapasitas daya sebesar 18 watt untuk sistem penerangan darurat pada terowongan.

Untuk bisa dipersingkat dalam penjelasannya dalam halaman selanjutnya, maka lampu LED Floodlight BVP 106 200 Watt dijadikan Tipe A, LED Floodlight BVP 174 100 Watt menjadi Tipe B, LED TL TCW 060 Emergency Lamp menjadi Tipe C, dan LED Floodlight BVP 175 150 Watt menjadi Tipe D.

##### 3.2.1. Lokasi Titik Pemasangan Lampu Pada Terowongan

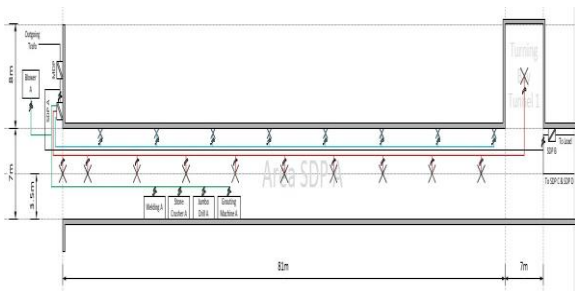
Secara keseluruhan layout terowongan bisa digambarkan seperti pada gambar 8:



Gambar 8. Tampilan Desain Full Layout Terowongan

Seperti yang bisa dilihat pada Gambar 8 yaitu terowongan pemeliharaan PLTA Merangin 350MW Kerinci Jambi ini memiliki 3 Turning Bay Tunnel yang memiliki lebar area 7 meter dan panjang 8 meter, dimana jarak antar masing-masingnya ialah 81 meter.

Lalu untuk penjelasan terkait lokasi titik pemasangan lampunya dijelaskan dengan terbaginya 4 bagian SDP (Single Distribution Line), yaitu SDP A, SDP B, SDP C, SDP D yang bisa dilihat atau dijelaskan lebih lanjut dengan Gambar 9, Gambar 10, Gambar 11, dan Gambar 12.



Gambar 9. Tampilan Desain Instalasi Pada SDP A

Pada Gambar 9 ini bisa dilihat lokasi lampu yang dilambangkan X untuk beban lampu, lampu jenis LED Floodlight 100 Watt dan LED Floodlight 200 Watt berlokasi di tengah terowongan yang tersambung kabel (bewarna merah), dan LED TL 18 Watt untuk Emergency Lamp yang tersambung kabel (bewarna biru) yang terpasang disebelah dinding kiri terowongan. Untuk lokasi pemasangan terkait tinggi dan posisi jarak terpasangnya lampu bisa di jelaskan menggunakan tabel 3 dan tabel 4 .

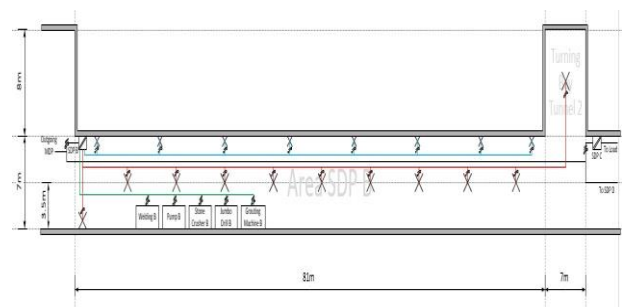
Tabel 3. Data lokasi pemasangan lampu pada SDP A

DATA LOKASI PEMASANGAN LAMPU PADA SDP A					
No Lampu	Jenis Lampu	Area	Terpasang pada jarak	Tinggi pemasangan lampu	Kemiringan Lampu
A-1	LED Floodlight BVP 106 200 Watt	Access Zone	0	6,25 meter	-40° mengarah kejalan
B-1	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	4,52 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan
B-2	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	13,57 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan
B-3	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	22,62 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan
B-4	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	31,67 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan
B-5	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	40,72 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan
B-6	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	49,78 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan
B-7	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	58,83 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan

Tabel 4. Data lokasi pemasangan lampu pada SDP A (lanjutan)

DATA LOKASI PEMASANGAN LAMPU PADA SDP A					
No Lampu	Jenis Lampu	Area	Terpasang pada jarak	Tinggi pemasangan lampu	Kemiringan Lampu
B-8	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	67,88 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan
B-9	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	76,93 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan
B-10	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Turning Bay Tunnel 1	84,89 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan
C-1	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	3,23 meter	1,5 meter	90° menghadap jalan
C-2	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	14,18 meter	1,5 meter	90° menghadap jalan
C-3	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	25,14 meter	1,5 meter	90° menghadap jalan
C-4	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	36,14 meter	1,5 meter	90° menghadap jalan
C-5	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	47,09 meter	1,5 meter	90° menghadap jalan
C-6	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	58,04 meter	1,5 meter	90° menghadap jalan
C-7	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	69,03 meter	1,5 meter	90° menghadap jalan
C-8	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	79,97 meter	1,5 meter	90° menghadap jalan

Selanjutnya masuk ke pembahasan area SDP B yang bisa lebih dijelaskan melewati Gambar 10 untuk desain instalasi dan Tabel 5, dan Tabel 6.



Gambar 10. Tampilan Desain Instalasi Pada SDP B

Pada Gambar 10 ini bisa dilihat lokasi lampu yang dilambangkan X untuk beban lampu, lampu jenis LED Floodlight 100 Watt dan LED Floodlight 150 Watt berlokasi di tengah terowongan yang tersambung kabel (bewarna merah), dan LED TL 18 Watt untuk Emergency Lamp yang tersambung kabel (bewarna biru) yang terpasang disebelah dinding kiri terowongan. Untuk lokasi pemasangan terkait tinggi dan posisi jarak terpasangnya lampu bisa di jelaskan menggunakan Tabel 5, dan Tabel 6.



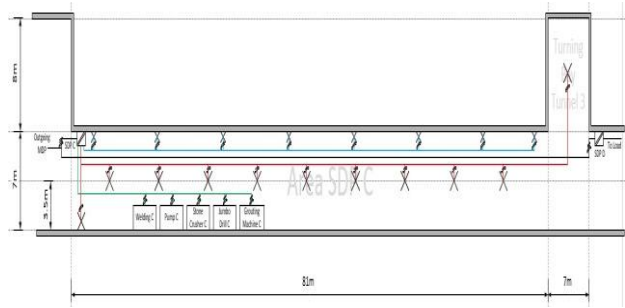
Tabel 5. Data lokasi pemasangan lampu pada SDP B

DATA LOKASI PEMASANGAN LAMPU PADA SDP B					
No Lam pu	Jenis Lampu	Area	Terpasa ng pada jarak	Tinggi pemasang an lampu	Kemiringan Lampu
B-11	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Area	93,9 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan
B-12	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	102,79 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan
B-13	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	111,68 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan
B-14	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	120,56 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan
B-15	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	129,45 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan
B-16	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	138,34 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan
B-17	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	147,23 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan
B-18	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	156,12 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan
B-19	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	165,01 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan
B-20	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Turning Bay Tunnel 2	172,9 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan
C-9	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	90,95 meter	1,5 meter	90° menghadap jalanan
C-10	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	101,92 meter	1,5 meter	90° menghadap jalanan
C-11	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	112,88 meter	1,5 meter	90° menghadap jalanan
C-12	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	125,83 meter	1,5 meter	90° menghadap jalanan
C-13	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	134,81 meter	1,5 meter	90° menghadap jalanan
C-14	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	145,78 meter	1,5 meter	90° menghadap jalanan
C-15	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	156,75 meter	1,5 meter	90° menghadap jalanan

Tabel 6. Data lokasi pemasangan lampu pada SDP B (Lanjutan)

DATA LOKASI PEMASANGAN LAMPU PADA SDP B					
No Lam pu	Jenis Lampu	Area	Terpasa ng pada jarak	Tinggi pemasang an lampu	Kemiringan Lampu
C-16	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	167,71 meter	1,5 meter	90° menghadap jalanan
D-1	LED Floodlight BVP 175 150 Watt	Interior Zone	90,31 meter	4,59 meter	-80° mengarah ke panel

Untuk bahasan selanjutnya terkait desain instalasi pada SDP C yang akan lebih di perjelaskan dengan Gambar 11, Tabel 7 dan Tabel 8.



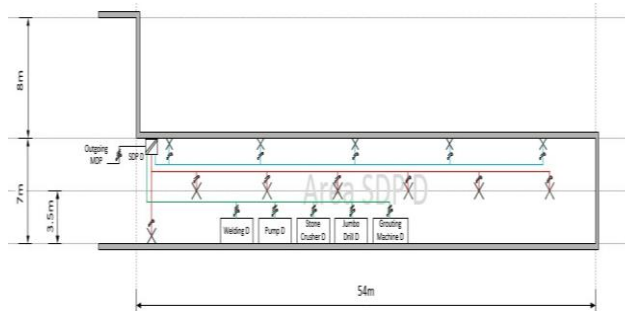
Gambar 11. Tampilan Desain Instalasi Pada SDP C

Pada Gambar 11 ini bisa dilihat lokasi lampu yang dilambangkan X untuk beban lampu, lampu jenis LED Floodlight 100 Watt dan LED Floodlight 150 Watt berlokasi di tengah terowongan yang tersambung kabel (bewarna merah), dan LED TL 18 Watt untuk Emergency Lamp yang tersambung kabel (bewarna biru) yang terpasang disebelah dinding kiri terowongan. Untuk lokasi pemasangan terkait tinggi dan posisi jarak terpasangnya lampu bisa di jelaskan menggunakan Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Data lokasi pemasangan lampu pada SDP C

DATA LOKASI PEMASANGAN LAMPU PADA SDP C					
No Lam pu	Jenis Lampu	Area	Terpasa ng pada jarak	Tinggi pemasang an lampu	Kemiringan Lampu
B-21	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	181,89 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan
B-22	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	190,78 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan
B-23	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	199,67 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan
B-24	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	208,56 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan
B-25	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	217,45 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalan

Area terakhir ialah area SDP D sebagai lokasi terujung dari terowongan pemeliharaan ini yang akan dijelaskan dengan Gambar 12 dan Tabel 9:



Gambar 12. Tampilan Desain Instalasi Pada SDP D

Pada Gambar 12 ini bisa dilihat lokasi lampu yang dilambangkan X untuk beban lampu, lampu jenis LED Floodlight 100 Watt dan LED Floodlight 150 Watt berlokasi di tengah terowongan yang tersambung kabel (bewarna merah), dan LED TL 18 Watt untuk *Emergency Lamp* yang tersambung kabel (bewarna biru) yang terpasang disebelah dinding kiri terowongan. Untuk lokasi pemasangan terkait tinggi dan posisi jarak terpasangnya lampu bisa dijelaskan menggunakan tabel 9.

Tabel 8. Data lokasi pemasangan lampu pada SDP C (lanjutan)

DATA LOKASI PEMASANGAN LAMPU PADA SDP C					
No Lam pu	Jenis Lampu	Area	Terpasang pada jarak	Tinggi pemasangan lampu	Kemiringan Lampu
B-26	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	226,33 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalanan
B-27	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	235,22 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalanan
B-28	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	244,11 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalanan
B-29	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	253,06 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalanan
B-30	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Turning Bay Tunnel 2	260,98 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalanan
C-17	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	178,68 meter	1,5 meter	90° menghadap jalanan
C-18	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	189,64 meter	1,5 meter	90° menghadap jalanan
C-19	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	200,61 meter	1,5 meter	90° menghadap jalanan
C-20	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	211,57 meter	1,5 meter	90° menghadap jalanan
C-21	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	222,54 meter	1,5 meter	90° menghadap jalanan
C-22	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	233,50 meter	1,5 meter	90° menghadap jalanan
C-23	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	244,47 meter	1,5 meter	90° menghadap jalanan
C-24	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	255,44 meter	1,5 meter	90° menghadap jalanan
D-2	LED Floodlight BVP 175 150 Watt	Interior Zone	178,15 meter	4,59 meter	-80° mengarah ke panel

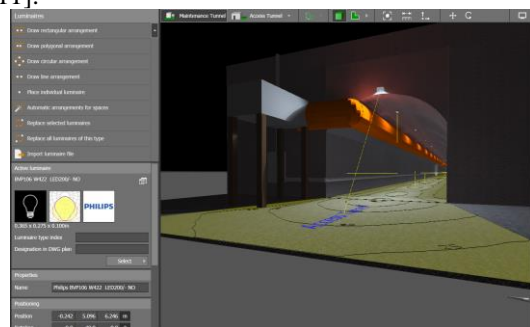
Sesuai data dan gambar dihalaman sebelumnya diketahui bahwa jarak antar lampu yang berada pada *Access Zone* dengan lampu pertama di *Interior Area* memiliki jarak sebesar 4,52 meter, jarak antar 1 lampu Tipe B dengan yang lainnya yaitu kurang lebih sebesar 9,05 meter, dan jarak antar lampu Tipe B dengan lampu lainnya saat berseberangan melewati *Turning Bay Tunnel* ialah 16,73 meter. Sedangkan untuk lampu pertama berjenis Tipe C berada 3,2 meter dari pintu *Access Zone*, jarak antar 1 lampu Tipe C dengan yang lainnya adalah 10,97 meter, dan jarak lampu Tipe D dengan Tipe B ialah 3,8 meter.

Tabel 9. Data lokasi pemasangan lampu pada SDP D

DATA LOKASI PEMASANGAN LAMPU PADA SDP D					
No Lam pu	Jenis Lampu	Area	Terpasang pada jarak	Tinggi pemasangan lampu	Kemiringan Lampu
B-31	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Area	269,83 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalanan
B-32	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	278,59 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalanan
B-33	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	287,35 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalanan
B-34	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	296,10 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalanan
B-35	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	304,86 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalanan
B-36	LED Floodlight BVP 174 100 Watt	Interior Zone	313,62 meter	6 meter	180° lurus mengarah kejalanan
C-25	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	266,40 meter	1,5 meter	90° menghadap jalanan
C-26	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	277,37 meter	1,5 meter	90° menghadap jalanan
C-27	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	288,33 meter	1,5 meter	90° menghadap jalanan
C-28	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	299,3 meter	1,5 meter	90° menghadap jalanan
C-29	TCW060 1xTL-D18W	Interior Area	310,26 meter	1,5 meter	90° menghadap jalanan
D-3	LED Floodlight BVP 175 150 Watt	Interior Zone	266,05 meter	4,59 meter	-80° mengarah ke panel

3.3. Analisa Perancangan  
3.3.1. Analisa Area Access Tunnel

Seperti rekomendasi dari jurnal yang berjudul “A Study on Tunnel Lighting” oleh Murray Cronje, Beka yang diterbitkan pada bulan Januari tahun 2005 dimana pencahayaan pada area *Access Zone* atau *Portal Tunnel* yaitu sebesar 1500 cd/m<sup>2</sup> sampai 2500 cd/m<sup>2</sup> dan kemiringan minimal 20° kearah jalanan dengan ketinggian letak titik lampu 6,25 meter maka bila dijadikan dalam satuan lux maka 41,6 lux sampai 69 lux. Untuk tampilan *isolines* dan hasil pencahayaannya bisa dilihat pada Gambar 13 menggunakan fitur *leo alignment* dan Gambar 14[11]:

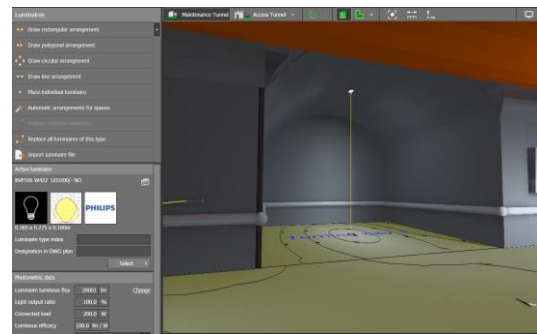


Gambar 13. Tampilan *Isolines* Dan *Light Alignment* Pada *Access Tunnel*



Workplane (Perpendicular illuminance)		
	Actual	Target
Average	65.9 lx	≥ 20.0 lx
Min	0.98 lx	-
Max	205 lx	-
Min/average	0.015	-
Min/max	0.005	-

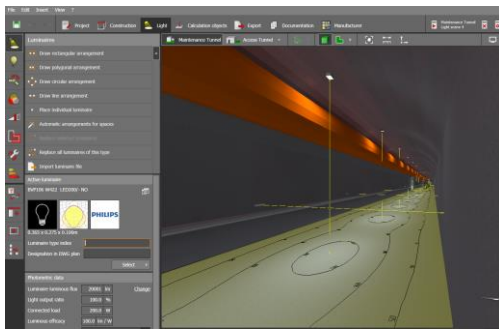
Gambar 14. Result Overview Pada Access Tunnel



Gambar 17. Tampilan Isolines Dan Light Alignment Pada Turning Bay Tunnel

### 3.3.2. Analisa Area Interior Area

Pada area Interior Area sesuai peletakan lampuyang sudah di terterakan pada tabel tabel di atas dan bisa dilihat dari arah pencahayaan yang diilustrasikan menggunakan garis berwarna kuning maka bisa dilihat *isolines* menggunakan fitur *leo aligment* di software DIALux Evo 9.0 pada gambar 15 dan gambar 16 [12]:



Gambar 15. Tampilan Isolines Dan Light Alignment Pada Interior Area

Workplane (Perpendicular illuminance)		
	Actual	Target
Average	103 lx	≥ 50.0 lx
Min	21.9 lx	-
Max	251 lx	-
Min/average	0.21	-
Min/max	0.087	-

Gambar 18. Result Overview Pada Turning Bay Tunnel

### 3.3.4. Analisa Area Auxiliary Control Panel

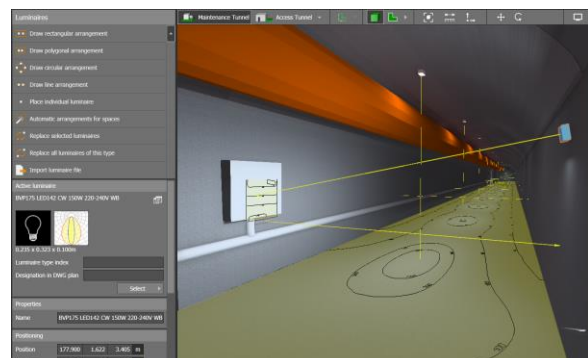
Seperti rekomendasi buku yang berjudul “IES Lighting Handbook” yang diterbitkan pada tahun 1987 dimana pencahayaan pada object Auxiliary Control Panels yaitu sebesar 200 lux dengan penggunaan lampu LED BVP 175 sebesar 150 Watt dan kemiringan lampu 80° mengarah kepada panel maka tampilan *isolines* dan hasil pencahayaannya bisa dilihat pada Gambar 19 menggunakan fitur *leo aligment* dan Gambar 20 [14]:

Workplane (Perpendicular illuminance)		
	Actual	Target
Average	105 lx	≥ 100 lx
Min	22.3 lx	-
Max	287 lx	-
Min/average	0.21	-
Min/max	0.078	-

Gambar 16. Result Overview Pada Interior Area

### 3.3.3. Analisa Area Turning Bay Tunnel

Pada area Turning bay Tunnel sesuai peletakan lampu yang sudah di terterakan pada tabel tabel di atas dan bisa dilihat dari arah pencahayaan yang diilustrasikan menggunakan garis berwarna kuning maka bisa dilihat *isolines* menggunakan fitur *leo aligment* di software DIALux Evo 9.0 pada gambar 17 dan gambar 18 [13]:



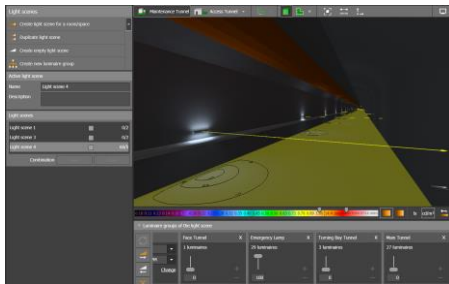
Gambar 19. Tampilan Isolines Dan Light Alignment Pada Auxiliary Control Panel

Auxiliary Control Panel 2		
	212 lx	0.80
Calculation surface (Perpendicular illuminance)		
	Actual	Target
Average	212 lx	-
Min	169 lx	-
Max	251 lx	-
Min/average	0.80	-
Min/max	0.67	-
Parameter		
Height	2.13 m	

Gambar 20. Result Overview Pada Auxiliary Control Panel

### 3.3.5. Analisa Area Interior Area Menggunakan Emergency Lamp

Seperti rekomendasi dari buku yang berjudul “*Tunnel Lighting Fittings*” oleh Neal Hook Chief Engineer Electrical of Rail Corp yang diterbitkan pada tahun 2013 dimana pencahayaan untuk lampu darurat pada terowongan memiliki standar yaitu 3 lux sampai 10 lux, dan pada rancangan ini menggunakan lampu LED TCW060 1xTL-D18W dengan memiliki ketahanan menyala menggunakan baterai 6 Volt 4.5 AH dalam kondisi listrik mati ialah 4 sampai 4.5 jam maka tampilan *isolines* dan hasil pencahayaannya bisa dilihat pada Gambar 21 menggunakan fitur *leo alignment* dan Gambar 22 [15]:



Gambar 21. Tampilan Isolines Dan Light Alignment Emergency Lamp Pada Interior Area

Workplane (Interior Area Tunnel)		
	4.34 lx	0.11
Workplane (Perpendicular illuminance)		
	Actual	Target
Average	4.34 lx	≥ 100 lx
Min	0.49 lx	-
Max	61.0 lx	-
Min/average	0.11	-
Min/max	0.008	-

Gambar 22. Result Overview Emergency Lamp Pada Interior Area

### 3.3.6. Hasil Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan

Dari hasil rancangan seperti gambar-gambar diatas, didapatkan tingkat pencahayaan yang sudah sesuai standar

IES Lighting Handbook 1987 Application Volume Bab 2 dengan judul *Illminance Categories And Values* dan *Tunnel Emergency Light Fittings 2013 RailCorp Engineering Specification* untuk lampu darurat pada terowongan dan data lampu seperti yang tabel 10.

Tabel 10. Data Rancangan Pencahayaan Terowongan

DATA LAMPU TEROWONGAN PEMELIHARAAN PLTA MERANGIN						
Nama Area	Jenis Lampu	Jumlah	Tingkat Pencahayaan (Lux)	Standar (Lux)	Keterangan	Daya (Watt)
Access Zone	BVP106	1	65,9	41 - 69	Memenuhi	200
	LED W422 200W					
Interior Zone	BVP174	33	105	100	Memenuhi	3300
	LED WW 100 W					
Turning Bay 1	BVP174	1	103	50 - 100	Memenuhi	100
	LED WW 100 W					
Turning Bay 2	BVP174	1	108	50 - 100	Memenuhi	100
	LED WW 100 W					
Turning Bay 3	BVP174	1	105	50 - 100	Memenuhi	100
	LED WW 100 W					
Auxiliary Control Panel 1	BVP175	1	211	200	Memenuhi	150
	LED CW 150 W					
Auxiliary Control Panel 2	BVP175	1	212	200	Memenuhi	150
	LED CW 150 W					
Auxiliary Control Panel 2	BVP175	1	212	200	Memenuhi	150
	LED CW 150 W					
Emergency Lamp (Interior Zone)	TCW060 1xTL-D18W	29	4,34	3 - 10	Memenuhi	522

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan simulasi perancangan sistem pencahayaan buatan pada Terowongan Pemeliharaan PLTA Merangin 350MW Kerinci Jambi yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan yaitu memenuhi standar lux *outdoor area* yang sesuai dengan standar IES maka lebih efektif untuk menggunakan lampu jenis LED Floodlight. Lampu PHILLIPS jenis TCW060 1xTL-D18W ini dipilih sebagai lampu darurat (*Emergency Lamp*) untuk pencahayaan pada Terowongan Pemeliharaan PLTA Merangin 350MW Kerinci Jambi karena memiliki ketahanan pada debu dan yang terpenting ialah anti air. Perancangan sistem pencahayaan buatan ini sudah sesuai dengan standar IES Lighting Handbook dan juga referensi dari Chief Engineer Electrical yang berjudul *Tunnel Emergency Light Fittings*. Untuk pengembangan selanjutnya bisa disertakan perlengkapan instalasi lampu yang lebih lengkap seperti fitting lampu yang digunakan dan pencahayaan alami yang disorotkan pada bagian depan terowongan bisa diambil datanya langsung pada lokasi terowongan dan menggunakan alat lux meter untuk menilai intensitas cahaya yang dihasilkan dari cahaya alami matahari pada siang hari.

## Referensi

- [1]. Ozah Maspupah, "Strategi Pemasaran Syariah Toko Tradisional Dan Toko Modern Di Desa Durajaya Kecamatan Greded Kabupaten Cirebon", *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi.*, vol. 1, no.1, 2020.
- [2]. Ivan Vernaldy, "Redesain Sistem Pencahayaan Gedung Ikspektorat Jawa Tengah," Laporan Tugas Akhir, Departmen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang 2018.
- [3]. *Tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung*, SNI 03-6575-2001, Jakarta : Badan Standarisasi Nasional, 2001.
- [4]. *The Lighting Handbook*, Z. Staff, Oktober 2013.
- [5]. *IES LIGHTING HANDBOOK APPLICATION VOLUME*, Illuminating Engineering Society of North America, 1987.
- [6]. M. Karlen, J. Benya. *Lighting Design Basics*. New Jersey. John Wiley & Sons, Inc., 2004.
- [7]. Chief Engineer Electrical, "Tunnel Emergency Light Fittings," New South Wales, April 2013.
- [8]. Murray Cronje, Beka "A study on tunnel lighting", *TRAC*, Januari 2005.
- [9]. Slamet Sigit Widodo, "Desain Lampu Emergency Dengan Teknologi Switching," Laporan Tugas Akhir, Departmen Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta 2018.
- [10]. Philips, "LED Lighting", September 2016.
- [11]. *CIE Technical Report: Guide for Lighting Road Tunnels and Underpasses CIE88-2004*, 2nd Edition, CIE Standard, 2004.
- [12]. P. Satwiko, "Pemakaian Perangkat Lunak Dialux Sebagai Alat Bantu Proses Belajar Tata Cahaya," *KOMPOSISI*, vol. 9, hal. 142–154, 2011.
- [13]. Lindsey, Jack L. *Applied Illumination Engineering*. Lilburn, Georgia, The Fairmont Press, 1991.
- [14]. Badan Standardisasi Nasional, "Pengukuran Intensitas Penerangan di Tempat Kerja," in *SNI 16-7062-2004*, hal 1-14, 2004.
- [15]. Badan Standardisasi Nasional, "Konservasi energi pada sistem pencahayaan," in *SNI 6197:2011*, 2011.