

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISIS LAMPU PENERANGAN JALAN UMUM DI TOL BELMERA BERDASARKAN STANDAR NASIONAL INDONESIA (SNI)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana (ST) Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**AULIA SYAVITRI**  
**2007220092P**



# **UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Aulia Syavitri

NPM : 2007220092P

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Analisis Lampu Penerangan Jalan Umum Di Tol Belmera  
Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI)

Bidang ilmu : Energi Terbarukan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 10 Oktober 2023

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



Ir. Abdul Azis Hutasuhut, M.M

Dosen Pembanding I / Penguji



Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T

Dosen Pembanding II / Peguji



Rohana, S.T., M.T



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Aulia Syavitri  
Tempat /Tanggal Lahir : Medan / 15 Juli 1998  
NPM : 2007220092P  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

**“Analisis Lampu Penerangan Jalan Umum Di Tol Belmera Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI)”**,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 10 Oktober 2023

Saya yang menyatakan,



Aulia Syavitri

## ABSTRAK

Penerangan jalan umum adalah lampu penerangan yang digunakan oleh umum dan dipasang pada ruas tertentu. Pencahayaan yang cukup adalah salah satu aspek pendukung keselamatan. Selain dari penerangan kendaraan sendiri, ketersediaan lampu penerangan jalan atau penerangan jalan umum (PJU) adalah hal yang sangat penting dan diperhatikan dengan benar. Tujuan penelitian ini adalah menghitung intensitas cahaya dan illuminasi (lux), menganalisis lampu penerangan sesuai standar nasional (SNI) dan menghitung konsumsi energi listrik. Metode pengumpulan data yang dilakukan dengan data primer dan data sekunder. Penelitian ini mengambil analisis penerangan jalan umum (PJU) yang terpasang pada gerbang tol Belmera ruas Tanjung Morawa sampai Bandar Selamat. Ruas tol Tanjung Morawa sampai Bandar Selamat memiliki panjang jalan 11000 meter dengan lebar jalan 7,2 meter dan bahu dalam 1,5 meter serta bahu luar 2 meter. Jumlah tiang yang terpasang yaitu 163 dengan jarak antar tiang adalah 35-40 meter. Berdasarkan perhitungan yang didapatkan dengan menggunakan lampu LED 120 watt hasil sudut kemiringan  $16,26^{\circ}$ , intensitas cahaya sebesar 1050,95 Candella dan fluks cahaya 13199,93 lumen. Nilai iluminasi yang didapatkan yaitu sebesar 4,14 lux dengan jarak antar tiang 23 meter dan jumlah titik lampu untuk Tanjung Morawa 276 sedangkan Bandar Selamat 315 lampu. Analisa pada lampu penerangan jalan umum di Tol Belmera ruas Tanjung Morawa dan Bandar Selamat didapatkan bahwa tinggi lampu sudah sesuai dengan standar nasional indonesia tetapi untuk iluminasi atau intensitas penerangan dan jarak lampu penerangan jalan tidak memenuhi standar nasional indonesia. Biaya konsumsi energi listrik yang digunakan untuk Lampu penerangan jalan umum sebesar Rp.11.967.410,448

Kata Kunci : Pencahayaan, Standar Nasional Indonesia (SNI), Jalan Bebas Hambatan/Tol, Tiang lampu.

## **ABSTRACT**

Public street lighting is lighting that is used by the public and installed on certain sections. Adequate lighting is one aspect of supporting safety. Apart from the vehicle's own lighting, the availability of street lighting or public road lighting (PJU) is very important and must be properly considered. The aim of this research is to calculate light intensity and illumination (lux), analyze lighting according to national standards (SNI) and calculate electrical energy consumption. The data collection method was carried out using primary data and secondary data. This research takes an analysis of public road lighting (PJU) installed at the Belmera toll gate for the Tanjung Morawa to Bandar Selamat section. The Tanjung Morawa to Bandar Selamat toll road section has a road length of 11,000 meters with a road width of 7.2 meters and an inner shoulder of 1.5 meters and an outer shoulder of 2 meters. The number of poles installed is 163 with a distance between poles of 35-40 meters. Based on calculations obtained using a 120 watt LED lamp, the result is a tilt angle of 16.260, a light intensity of 1050.95 Candella and a light flux of 13199.93 lumens. The illumination value obtained was 4.14 lux with a distance between poles of 23 meters and the number of light points for Tanjung Morawa was 276 while for Bandar Selamat it was 315 lights. Analysis of public road lighting on the Tanjung Morawa and Bandar Selamat sections of the Belmera Toll Road found that the height of the lights complies with Indonesian national standards, but the illumination or lighting intensity and distance of street lighting do not meet Indonesian national standards. The cost of consuming electrical energy used for public street lighting is IDR 11,967,410,448

Keywords : Lighting, Indonesian National Standards (SNI), Freeway/Toll Roads, Lampposts.

## KATA PENGANTAR



Dengan nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Lampu Penerangan Jalan Umum Di Tol Belmera Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI)” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis mengucapkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Orang tua saya ayah dan mama, saudara-saudara kandung saya serta seluruh keluarga besar penulis yang telah membantu atas dukungan motivasi maupun material, semangat, bimbingan dan kasih sayang tulus selama ini kepada penulis.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan Pembanding I.
4. Bapak Ir. Abdul Aziz Hutasuhut, M.M selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Rohana, S.T., M.T selaku Dosen Pembanding II yang telah membantu dan memberikan masukan dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu bermanfaat kepada penulis.

7. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teman-teman dekat penulis serta seluruh teman-teman seangkatan yang telah membantu penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini, hal itu penulis sadari karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis memohon saran dan kritik dari pembaca untuk perbaikan dan menyempurnakan dalam penulisan Tugas Akhir ini kedepannya.

Akhir kata penulis menyampaikan terima kasih kepada para pembaca atas perhatiannya. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis, bagi orang lain pada umumnya.

Medan, Juli 2023  
Penulis,

Aulia Syavitri

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan .....	5
2.2 Sistem Pencahayaan.....	6
2.2.1 Pencahayaan Alami .....	6
2.2.2 Pencahayaan Buatan.....	7
2.3 Lampu Penerangan Jalan.....	9
2.3.1 Tujuan dan Fungsi Lampu Penerangan Jalan .....	11
2.3.2 Sistem Penempatan Lampu Penerangan Jalan.....	12
2.3.3 Jenis Lampu Penerangan Jalan .....	15
2.3.4 Jenis Jalan dan Klasifikasinya .....	17
2.3.5 Penataan Letak Lampu Penerangan Jalan .....	19
2.3.6 Posisi Penempatan Lampu Penerangan Jalan .....	20



2.3.7 Standar Sistem Penerangan Jalan.....	20
2.4 Tiang Penerangan Jalan.....	21
2.4.1 Jenis Tiang Penerangan Jalan .....	21
2.4.2 Pondasi Tiang Lampu.....	26
2.4.3 Kabel Lampu Penerangan Jalan .....	27
2.4.4 Armatuur Lampu .....	28
2.4.5 Standar Tiang Penerangan .....	32
2.5 Perangkat Hubung Bagi (PHB) .....	32
2.5.1 kWh Meter .....	32
2.5.2 MCB ( <i>Miniature Circuit Breaker</i> ) .....	33
2.5.3 <i>Timer switch</i> .....	34
2.5.4 Magnetik Kontaktor .....	35
2.5.5 Kotak Panel Listrik Penerangan Jalan .....	36
2.6 Konsumsi Energi.....	37
2.6.1 Energi Listrik .....	38
2.6.2 Daya Listrik .....	38
2.6.3 Beban Listrik.....	40
2.6.4 Tarif Dasar Listrik (TDL).....	41
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>44</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	44
3.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian .....	44
3.3 Teknik Pengumpulan Data .....	44
3.3.1 Data Primer .....	45
3.3.2 Data Sekunder .....	45
3.4 Diagram Blok Penelitian .....	45
3.5 Flowchart Penelitian .....	46
3.6 Metode Pengumpulan Data .....	47
3.7 Kondisi Lapangan .....	48

<b>BAB 4 ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>50</b>
4.1 Intensitas Cahaya dan Iluminasi (Lux) .....	50
4.1.1 Sudut kemiringan stang ornamen.....	50
4.1.2 Menghitung Intensitas Cahaya.....	51
4.1.3 Fluks Cahaya.....	51
4.1.4 Pengukuran Intensitas Cahaya .....	52
4.1.5 Menghitung Iluminasi (lux) .....	53
4.1.6 Penentuan Jarak Antar Tiang .....	54
4.1.7 Menentukan Jumlah Titik Lampu .....	56
4.2 Menganalisis Lampu Penerangan Jalan .....	56
4.3 Konsumsi Energi Listrik .....	57
<b>BAB 5 PENUTUP .....</b>	<b>60</b>
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran.....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>62</b>
<b>BIODATA PENULISAN .....</b>	<b>70</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penempatan Lampu Penerangan.....	13
Gambar 2.2 Penataan Lampu Penerangan Pada Jalan Dua Arah .....	20
Gambar 2.3 Tipikal dan dimensi tiang lampu lengan tunggal .....	22
Gambar 2.4 Tipikal dan dimensi tiang lampu lengan ganda.....	23
Gambar 2.5 Tipikal lampu tegak tanpa lengan.....	23
Gambar 2.6 Pondasi Lampu Penerangan .....	26
Gambar 2.7 Jenis Kabel NYA .....	27
Gambar 2.8 Rumah lampu merkuri dan sodium .....	28
Gambar 2.9 Contoh Armaturnya Lampu dengan Perlengkapan Lampunya.....	29
Gambar 2.10 kWh Meter.....	33
Gambar 2.11 MCB (Miniature Circuit Breaker) .....	34
Gambar 2.12 Timer Switch .....	35
Gambar 2.13 Magnetik Kontraktor.....	36
Gambar 2.14 Panel lampu penerangan jalan .....	37
Gambar 2.15 Pondasi panel lampu penerangan jalan .....	37
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian .....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sistem Penempatan Lampu Penerangan Jalan .....	12
Tabel 2.2 Jarak Antar Tiang Lampu Penerangan Berdasarkan Tipikal Distribusi Pencahayaannya dan Klasifikasi Lampu .....	14
Tabel 2.3 Jenis Lampu Penerangan Jalan Secara Umum Menurut Karakteristik dan Penggunaannya .....	15
Tabel 2.4 Kualitas Pencahayaannya Berdasarkan Jenis Jalan dan Klasifikasinya.	18
Tabel 2.5 Rasio Kemerataan Pencahayaannya .....	19
Tabel 2.6 Penataan Letak Lampu Penerangan Jalan.....	19
Tabel 2.7 Penataan Letak Lampu Penerangan Jalan.....	29
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	44
Tabel 3.2 Kondisi Lapangan .....	48
Tabel 3.3 Data Lampu Jalan Umum .....	49

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan zaman dan kemajuan teknologi yang semakin pesat mengakibatkan kebutuhan akan energi sangat tinggi. Kebutuhan energi di Indonesia masih mengandalkan minyak bumi sebagai sumber utama kebutuhan energi. Sementara itu tidak dapat dipungkiri bahwa sumber energi ini semakin langka dan mahal. Salah satu pemakaian listrik yang banyak digunakan masyarakat saat ini adalah sebagai sumber penerangan. Semakin meningkatnya tingkat mobilitas masyarakat membuat semua kegiatan memerlukan penerangan jalan [1].

Penerangan jalan umum adalah lampu penerangan yang digunakan oleh umum, dan biasanya dipasang pada sebuah ruas jalan tertentu. Pencahayaan jalan umum atau sering disebut sebagai penerangan jalan umum (PJU) memiliki fungsi sebagai alat bantu navigasi bagi pengguna jalan di malam hari, meningkatkan keamanan dan keselamatan pengguna jalan khususnya pada malam hari agar terhindar dari kriminalitas, menambah unsur estetika, dan juga dapat memberikan nilai tambah ekonomi bagi suatu daerah [2]. Lampu penerangan jalan merupakan bagian dari pelengkap jalan yang dapat dipasang dikiri, ditengah dan dikanan jalan yang digunakan untuk menerangi jalan maupun lingkungan sekitar [3]. Dibalik keuntungan yang didapatkan, lampu penerangan jalan umum harus menghasilkan pencahayaan yang sesuai dengan ketentuan Standar Nasional Indonesia. Selain memperhatikan kualitas pencahayaan yang sesuai standar, instalasi penerangan jalan umum juga harus diperhatikan agar bekerja dengan baik sesuai fungsinya sehingga memiliki umur pakai yang panjang.

Beberapa permasalahan yang tidak sesuai dengan standar SNI sering dijumpai pada penerangan jalan umum antara lain jarak antar tiang penerangan jalan yang tidak sama dan dapat mempengaruhi kualitas penerangan yang akan diberikan, tinggi tiang lampu penerang jalan yang tidak sesuai standar nasional,

pemasangan lampu penerangan yang tidak tertata dengan baik dan tidak berstandar SNI, pemilihan jenis lampu dan daya lampu yang tidak sesuai dengan standart SNI [2].

Pada jalan tol yang bertujuan untuk mengurangi kemacetan, mempersingkat jarak dan waktu tempuh dari satu tempat ke tempat lain sangat dibutuhkan penerangan jalan dengan tujuan utama untuk menghasilkan kekontrasan antara objek dan permukaan jalan, sebagai alat bantu navigasi pengguna jalan, meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan khususnya pada malam hari, mendukung keamanan lingkungan, dan memberikan keindahan lingkungan jalan [4] . Penerangan lampu jalan harus memiliki lima kriteria utama sehingga akan menghasilkan kualitas dan kenyamanan pada penerangan lampu jalan. Kelima kriteria tersebut yaitu kuantitas atau jumlah cahaya pada permukaan, distribusi kepadatan cahaya, pembatasan cahaya agar tidak menyilaukan mata, arah penerangan dan pembentukan bayangan, warna cahaya dan refleksi warnanya. Pencahayaan yang optimal dilihat berdasarkan kondisi dimana kemampuan cahaya mampu melihat objek-objek yang dikerjakan secara jelas dan cepat [5] . Hal lain yang juga sangat beresiko akibat minimnya pencahayaan PJU adalah membuat jarak pandang pengemudi menjadi terbatas. Banyak hal yang mungkin terjadi misalnya saja seperti tidak dapat menghindari jalan yang berlubang, kemungkinan lain kecelakaan terjadi akibat jarak pandang terbatas yang membuat pengemudi tidak bisa melihat kondisi kendaraan lain yang saling melintas, untuk mengatasi masalah tersebut maka perlu adanya solusi diantaranya dengan menganalisis kualitas lampu penerangan jalan umum tersebut sehingga mempunyai efisiensi yang tinggi dan mempunyai intensitas cahaya yang cukup. Intensitas lampu penerangan jalan umum juga harus sesuai dengan ketentuan agar lampu penerangan jalan umum dapat beroperasi dengan baik yang bersesuaian dengan standar yang diatur seperti yang terdapat dalam dokumen Standar Nasional Indonesia (SNI)

Berdasarkan permasalahan diatas maka penulis tertarik untuk mengangkat judul skripsi Analisis Lampu Penerangan Jalan Umum di Tol Belmera Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) sebagai judul skripsi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang diambil pada perancangan ini adalah:

1. Berapakah intensitas cahaya dan iluminasi(lux) untuk lampu penerangan jalan umum di tol Belmera ?
2. Apakah lampu penerangan jalan umum yang digunakan sudah sesuai dengan standar nasional indonesia (SNI)?
3. Berapakah konsumsi energi listrik yang digunakan untuk lampu penerangan jalan umum di tol Belmera ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini yaitu:

1. Menghitung intensitas cahaya dan iluminasi (lux) lampu penerangan jalan umum di tol Belmera
2. Menganalisis lampu penerangan jalan umum sesuai standar nasional indonesia (SNI)
3. Menghitung konsumsi energi listrik yang digunakan lampu penerangan jalan umum di tol Belmera

## **1.4 Ruang Lingkup Penelitian**

Untuk mendapatkan hasil pembahasan yang maksimal, maka penulis perlu membatasi masalah yang akan dibahas. Adapun batas permasalahan adalah :

1. Penelitian ini hanya dilakukan sepanjang jalan tol Belmera dari Tanjung Morawa sampai Bandar Selamat.
2. Tidak mengganti tiang dan lampu yang sudah terpasang.
3. Menggunakan Standar Nasional Indonesia 7391 : 2003

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan penulis adalah :

1. Bagi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) sebagai dokumentasi bagi universitas untuk mahasiswa agar dapat dijadikan bahan referensi dalam meningkatkan ilmu pengetahuan.

2. Bagi perusahaan memberikan informasi kepada pihak jalan Tol Belmera sudah sesuai standar nasional indonesia atau tidak lampu penerangan jalan yang terpasang.
3. Bagi mahasiswa yang ingin melakukan kajian lebih dalam diharapkan penelitian ini dapat menjadi referensi dan landasan bagi penelitian selanjutnya.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

### **BAB 1 Pendahuluan**

Membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan permasalahan, manfaat, dan sistematika pembahasan.

### **BAB 2 Tinjauan Pustaka**

Membahas hal-hal berupa teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

### **BAB 3 Metode Penelitian**

Bagian ini menerangkan tentang tempat dan waktu penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data dan metode analisis data.

### **BAB 4 Hasil Dan Pembahasan**

Merupakan hasil penelitian dan pembahasan singkat mengenai hasil penelitian yang digunakan untuk memecahkan masalah dan menarik kesimpulan.

### **BAB 5 Penutup**

Dari pembahasan dan analisa data yang telah didapat, penulis dapat memberikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan judul tugas akhir ini.



## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka Relevan**

Penelitian yang berjudul “ Evaluasi Iluminasi Lampu Penerangan Jalan Soekarno - Hatta Palembang”. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi iluminansi lampu penerangan jalan Soekarno-Hatta Palembang dari daerah simpang empat Tanjung Api-api - Simpang Empat Macan Lindungan. Hasil yang didapatkan dari Perhitungan Illuminasi untuk Lampu LED 80 Watt dengan jarak tiang 36 m dan tinggi 10 meter yaitu 3,63 lux sedangkan hasil pengukuran untuk lampu LED 80 Watt yaitu 4,3 lux. Lampu SON-T 250 dengan jarak antar tiang 40 meter dan tinggi 11 m yaitu 9,8 lux, sedangkan untuk pengukuran lampu SON-T 250 lux adalah 1,9 lux. Dari segi iluminasi, jarak tiang dan tinggi tiang dengan membandingkan hasil perhitungan dan pengukuran didapat bahwa penerangan umum di jalan Soekarno-Hatta Palembang belum sesuai standar dari Direktorat Jendral Bina Marga, Direktorat Pembinaan Jalan kota baik [6].

Penelitian yang berjudul “ Analisis Perhitungan Ulang Lampu Penerangan Jalan Bypass Ngurah Rai”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab dari menurunnya kinerja LPJU yang terpasang. Dari hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan kondisi yang terjadi di lapangan menggunakan IBM SPSS Statistic. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa lampu yang terpasang dengan 10,21 lux masih belum memenuhi SNI 11-20 lux. Penggantian jenis lampu merkuri ke lampu LED 120 Watt menghasilkan 13,21 lux yang mana sudah memenuhi SNI pencahayaan PJU [7].

Penelitian yang berjudul “Analisis Pencahayaan Penerangan Jalan Umum Di Jalan Tol Kabupaten Pangandaran Dan Peluang Hemat Energi”. Penelitian ini membahas tentang analisis pencahayaan penerangan jalan umum (PJU) dan peluang hemat energi. Dari hasil yang didapatkan bahwa Kondisi PJU eksisting di ruas Jalan Tol Kabupaten Pangandaran memiliki tingkat iluminasi rata-rata yang dihasilkan dari lampu SON-T 150W sebesar 3,1 lux dengan pemerataan cahaya sebesar 0,0. maka belum sesuai SNI7391:2008. Hasil simulasi yang telah

dilakukan dengan software *dialux* 4.13, tingkat iluminasi rata-rata yang dihasilkan dari lumener Philips LED 150 W sebesar 11 lux dengan pemerataan cahaya sebesar 0.106 lux. maka sudah sesuai SNI 7391:2008. Untuk hasil simulasi dari lumener Philips LED 120 W tingkat iluminasi rata-rata sebesar 11 lux dengan pemerataan cahaya sebesar 0.114 lux. maka tingkat iluminasi rata-rata dan nilai pemerataan sudah sesuai SNI 7391:2008. Dari hasil simulasi yang telah dilakukan dengan software Dialux 4.13, penggunaan lampu LED 120 W pada Penerangan Jalan Umum dijalan Tol Kabupaten Pangandaran menghasilkan peluang penghematan energi listrik sebesar 20 % [2].

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan bahwa lampu penerangan jalan umum yang digunakan harus sesuai dengan standar SNI yang berlaku. Untuk itu peneliti tertarik untuk mengetahui sudah SNI atau tidak lampu penerangan jalan umum di tol belmera dengan studi kasus di tol Tanjung Morawa sampai Bandar Selamat dan mengetahui intensitas cahaya dan konsumsi energi listrik untuk lampu penerangan jalan.

## **2.2 Sistem Pencahayaan**

Sistem pencahayaan yang baik harus dapat memenuhi tiga kriteria utama, yaitu kualitas, kuantitas, dan aturan pencahayaan. Dalam pedoman standar pencahayaan haruslah dipahami mengenai cahaya dan sistem satuan, agar tidak mengalami kesulitan dalam hal pengukuran pencahayaan di lapangan serta batasan luas bidang kerja yang diukur. Cahaya adalah suatu gejala fisis, perambatan cahaya diruang bebas dilakukan oleh gelombang-gelombang elektromagnetik yang artinya cahaya juga merupakan suatu gejala getaran.

### **2.2.1 Pencahayaan Alami**

Pencahayaan alami adalah sumber pencahayaan yang berasal dari sinar matahari. Sinar alami mempunyai banyak keuntungan, selain menghemat energi listrik juga dapat membunuh kuman. Sumber pencahayaan alami kadang dirasa kurang efektif dibanding dengan penggunaan pencahayaan buatan, selain karena intensitas cahaya yang tidak tetap, sumber alami menghasilkan panas terutama saat siang hari.

### 2.2.2 Pencahayaan Buatan

Pencahayaan buatan adalah pencahayaan yang dihasilkan oleh sumber cahaya selain cahaya alami. Pencahayaan buatan sangat diperlukan apabila posisi ruangan sulit dicapai oleh pencahayaan alami atau saat pencahayaan alami tidak mencukupi. Sistem pencahayaan buatan yang sering dipergunakan secara umum dapat dibedakan atas 3 macam yakni:

- a. Sistem Pencahayaan Merata Pada sistem ini iluminasi cahaya tersebar secara merata di seluruh ruangan. Sistem pencahayaan ini cocok untuk ruangan yang tidak dipergunakan untuk melakukan tugas visual khusus. Pada sistem ini sejumlah armatur ditempatkan secara teratur di seluruh langit-langit.
- b. Sistem Pencahayaan Terarah Pada sistem ini seluruh ruangan memperoleh pencahayaan dari salah satu arah tertentu. Sistem ini cocok untuk pameran atau penonjolan suatu objek karena akan tampak lebih jelas. Lebih dari itu, pencahayaan terarah yang menyoroti satu objek tersebut berperan sebagai sumber cahaya sekunder untuk ruangan sekitar, yakni melalui mekanisme pemantulan cahaya. Sistem ini dapat juga digabungkan dengan sistem pencahayaan merata karena bermanfaat mengurangi efek menjemukan yang mungkin ditimbulkan oleh pencahayaan merata.
- c. Sistem Pencahayaan Setempat Pada sistem ini cahaya dikonsentrasikan pada suatu objek tertentu misalnya tempat kerja yang memerlukan tugas visual.

Cahaya memiliki satuan-satuan yang telah ditetapkan sebagai berikut :

#### 1. Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya adalah arus cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya dalam satu *cone* atau kerucut cahaya[19]. Intensitas cahaya dapat diartikan fluks cahaya persatuan sudut ruang dalam arah pancaran cahaya yang dapat ditulis dengan persamaan 2.1

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad (2.1)$$

Efikasi cahaya merupakan sebuah unjuk kerja pada sebuah lampu sebagai rasio dari jumlah lumen fluks cahaya yang dipancarkan terhadap jumlah energi listrik yang digunakan. Jadi, efikasi diukur dalam besaran lumen/watt di mana

semakin besar efikasi berarti semakin baik kerja lampu tersebut dalam mengkonversi energi listrik menjadi energi cahaya[9]. Efikasi cahaya dapat ditulis dengan persamaan :

$$K = \frac{\Phi}{P} \quad (2.2)$$

$$\Phi = K \times P \quad (2.3)$$

Sehingga

$$I = \frac{K \times P}{\omega} \quad (2.4)$$

Keterangan :

I = intensitas cahaya ( candela )

$\Phi$  = fluks cahaya dalam lumen ( lm )

$\omega$  = sudut ruang dalam steradian ( sr )

$$\omega = 4\pi$$

K = Efisiensi cahaya rata – rata

P = daya listrik ( watt)

## 2. Iluminasi ( Intensitas Penerangan )

Iluminasi atau tingkat kuat cahaya penerangan didefinisikan sebagai sejumlah arus cahaya yang jatuh pada permukaan seluas 1 (satu) meter persegi sejauh 1 (satu) meter dari sumber cahaya 1 (satu) lumen dalam satuan Lux[19]. Iluminasi dapat diartikan kerapatan fluks cahaya yang mengenai suatu permukaan, intensitas penerangan rata-rata secara matematis dapat ditulis :

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad (2.5)$$

Keterangan :

E = intensitas penerangan / iluminasi ( lux atau lm / m<sup>2</sup> )

A = luas bidang ( m<sup>2</sup> )

$\Phi$  = fluks cahaya dalam lumen ( lm )

### 1. Menghitung Iluminasi pada titik ujung jalan

Sebelum menghitung iluminasi pada titik ujung jalan, harus mencari jarak lampu ke ujung jalan menggunakan Persamaan 2.6 sebagai berikut :

$$r = \sqrt{h^2 + l^2} \quad (2.6)$$

Keterangan :

h = Tinggi tiang (meter)

l = Jarak titik lampu ke ujung jalan (meter)

sehingga nilai iluminasi pada titik ujung jalan dapat diperoleh menggunakan Persamaan 2.7 :

$$E = \frac{I}{r^2} \cos \beta \quad (2.7)$$

## 2. Luminasi

Luminasi adalah fluks cahaya per satuan sudut ruang per satuan luas terproyeksi dari arah yang diberikan, atau intensitas cahaya dari suatu permukaan persatuan luas hasil proyeksi dari arah yang diberikan. Luminasi ialah suatu ukuran terang suatu benda, luminasi yang terlalu besar akan menyilaukan mata[10]. Besaran ini mempunyai persamaan :

$$L = \frac{\phi}{\omega(A \times \cos \theta)} \quad (2.8)$$

$$L = \frac{I}{(A \times \cos \theta)} \quad (2.9)$$

Keterangan :

L = luminasi dalam satuan candela per meter persegi ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )

$\theta$  = sudut antara penglihatan dengan bidang normal permukaan dalam satuan derajat ( $^{\circ}$ )

$\phi$  = fluks cahaya dalam lumen ( lm )

A = luas bidang (  $\text{m}^2$  )

### 2.3 Lampu Penerangan Jalan

Penerangan jalan umum merupakan suatu infrastruktur vital bagi kehidupan masyarakat kota terutama pada malam hari, beberapa manfaat dari penerangan jalan umum yaitu mendukung aktifitas masyarakat di malam hari, meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengendara, untuk keamanan lingkungan dan mencegah kriminalitas dan dapat memperindah kota baik siang maupun malam hari[6]. Lampu penerangan jalan atau disebut dengan PJU adalah

fasilitas publik berupa lampu jalan yang ada di jalan umum. Lampu penerangan jalan ini di fasilitasi oleh PLN atau perusahaan listrik negara. Spesifikasi dan kondisi jalan cukup besar pengaruhnya dalam menentukan tingkat kelayakan suatu sistem penerangan karena dalam spesifikasi/kondisi jalan dapat diketahui kelas jalan yang nantinya akan digunakan untuk menentukan koefisien luminasi rata - rata pada permukaan jalan tersebut.

Lampu penerangan jalan ialah suatu alat untuk melengkapi sarana jalan yang dalam pemasangannya biasanya dipasang di pinggir jalan atau bisa juga dipasang ditengah jalan atau median jalan. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam pemasangan penerangan jalan, penting untuk memperhatikan lokasi pada area jalan. Lampu penerangan jalan suatu unit lengkap yang terdiri dari sumber cahaya, elemen optik, elemen elektrik dan struktur penopang serta pondasi tiang lampu.

Berikut ini adalah terkait kondisi buruknya pengelolaan penerangan jalan umum yang banyak terjadi pada umumnya:

#### 1. Aksi Vandalisme

Masyarakat masih banyak yang melakukan aksi vandalisme dengan merusak beberapa fasilitas umum seperti lampu penerangan jalan umum. Lampu penerangan jalan umum ini seharusnya dapat dinikmati oleh semua lapisan masyarakat karena menyangkut keselamatan di jalan, akan tetapi beberapa fasilitas umum dirusak sehingga tidak dapat berjalan sesuai fungsinya, seperti beberapa kasus yang kerap terjadi, konkretnya lampu dan kabel yang dicuri.

#### 2. Lampu Rusak

Ada kalanya lampu yang memiliki masalah seperti rusak atau mati tidak segera diperbaiki, masyarakat yang tidak mau melapor dan juga pihak pengelola yang tidak mengecek secara berkala juga menjadi penyebab lampu penerangan jalan tidak berfungsi dengan baik. Masyarakat harus turut aktif dalam menyelesaikan masalah kerusakan lampu dan sejenisnya ke pihak yang bersangkutan.

#### 3. Pencurian Listrik

Ada juga anggota masyarakat yang secara sembunyi melakukan tindakan nakal ini. Mereka yang memiliki keahlian merangkai aliran listrik kerumah dan mereka

tidak mau membayar. Biasanya petugas yang memeriksa ada kalanya lalai dan ini bisa merugikan negara. Masyarakat seperti ini haruslah ditindak secara tegas agar menjadi contoh bagi masyarakat lain yang ingin melakukan tindakan serupa bisa berpikir ulang.

### 2.3.1 Tujuan dan Fungsi Lampu Penerangan Jalan

Menurut kriteria IESNA (*Illuminating Engineering Society of North America*) tujuan utama dari penerangan jalan adalah untuk menghasilkan kecepatan, keakuratan, dan kenyamanan penglihatan di waktu malam hari. Kualitas jarak pandang harus dijaga, serta memudahkan bagi kendaraan yang melintas dan juga pejalan kaki [8].

Berdasarkan Badan Standarisasi Nasional (BSN SNI 7391:2008) tentang penerangan jalan di kawasan perkotaan memiliki fungsi antara lain :

1. Menghasilkan kontras antar objek dan permukaan jalan.
2. Sebagai alat bantu navigasi bagi pengguna jalan.
3. Meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan, khususnya pada malam hari.
4. Mendukung keamanan lingkungan.
5. Memberikan keindahan lingkungan jalan.

Ada 6 aspek yang menjadi pertimbangan dalam menentukan kualitas lampu penerangan jalan umum, yaitu :

1. Kuat rata-rata penerangan

Besarnya kuat penerangan didasarkan pada kecepatan maksimal yang ijin terhadap kendaraan yang melaluinya.

2. Distribusi cahaya

Distribusi cahaya berkaitan dengan kerataan cahaya pada jalan raya. Untuk itu ditentukan faktor kerataan cahaya yang merupakan perbandingan kuat penerangan pada bagian tengah lintasan kendaraan dengan tepi jalan. Kerataan cahaya dapat diukur dengan rasio pemerataan pencahayaan (*uniformity ratio*) yang merupakan rasio maksimum antara pemerataan pencahayaan maksimum dan minimum menurut lokasi penempatan tertentu.

### 3. Cahaya yang silau

Cahaya yang menyilaukan mata dapat menyebabkan keletihan mata, perasaan tidak nyaman dan kemungkinan kecelakaan. Untuk mengurangi silau digunakan akrilik atau gelas pada armature yang berfungsi sebagai filter cahaya.

### 4. Arah pancaran cahaya dan pembentukan bayangan

Sumber penerangan untuk jalan raya dipasang menyudut  $5^\circ - 15^\circ$ .

### 5. Warna dan perubahan warna

Warna cahaya lampu pelepasan gas tekanan tinggi (khususnya lampu merkuri) berpengaruh terhadap warna tertentu, misalnya: warna merah.

### 6. Lingkungan

Lingkungan yang berkabut maupun berdebu mempunyai faktor penyerapan terhadap cahaya yang dipancarkan oleh lampu. Cahaya kuning kehijauan mempunyai panjang gelombang paling sensitif terhadap mata sehingga tepat digunakan pada daerah berkabut.

## 2.3.2 Sistem Penempatan Lampu Penerangan Jalan

Sistem penempatan lampu penerangan adalah susunan penempatan/penataan lampu yang satu terhadap lampu yang lain. Sistem penempatan ada 2 (dua) sistem, yaitu

#### 1. Sistem Penempatan Menerus

Sistem penempatan menerus adalah sistem penempatan lampu penerangan jalan yang menerus/kontinyu di sepanjang jalan/jembatan.

#### 2. Sistem Penempatan Parsial (setempat)

Sistem penempatan parsial adalah sistem penempatan lampu penerangan jalan pada suatu daerah-daerah tertentu atau pada suatu panjang jarak tertentu sesuai dengan keperluannya.

Tabel 2.1 Sistem Penempatan Lampu Penerangan Jalan

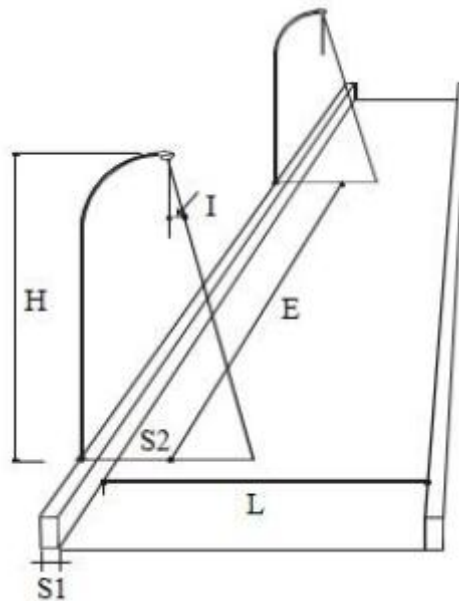
Jenis Jalan / Jembatan	Sistem Penerangan Lampu Yang Digunakan
Jalan Bebas Hambatan/Tol	Sistem Menerus
Jalan Arteri	Sistem Menerus dan Parsial
Jalan Kolektor	Sistem Menerus dan Parsial
Jalan Lokal	Sistem Menerus dan Parsial



Persimpangan, <i>Interchange</i> , <i>Ramp</i>	Sistem Menerus
Jembatan	Sistem Menerus
Terowongan	Sistem Menerus dan Parsial

(Sumber : BSN SNI 7391:2008 hlm 11)

1. Penempatan lampu penerangan jalan harus direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat memberikan :
  - a) Kemerataan pencahayaan yang sesuai dengan ketentuan;
  - b) Keselamatan dan keamanan bagi pengguna jalan;
  - c) Pencahayaan yang lebih tinggi di area tikungan atau persimpangan, dibanding pada bagian jalan yang lurus;
  - d) Arah dan petunjuk (*guide*) yang jelas bagi pengguna jalan dan pejalan kaki.
2. Sistem penempatan lampu penerangan jalan yang disarankan.
3. Pada sistem penempatan parsial, lampu penerangan jalan harus memberikan adaptasi yang baik bagi penglihatan pengemudi, sehingga efek kesilauan dan ketidaknyamanan penglihatan dapat dikurangi. Perencanaan dan penempatan lampu penerangan jalan dapat dilihat pada Gambar 2.1 ini



Gambar 2.1 Penempatan Lampu Penerangan

(Sumber : SNI 7391:2008 hlm. 12)

Keterangan : H = tinggi tiang lampu

L = lebar badan jalan, termasuk median jika ada

$E$  = jarak interval antar tiang lampu

$S1 + S2$  = proyeksi kerucut cahaya lampu

$S1$  = jarak tiang lampu ke tepi kereb

$S2$  = jarak dari tepi kereb ke titik penyinaran terjauh

$I$  = sudut ink linasi pencahayaan

Batasan penempatan lampu penerangan jalan tergantung dari tipe lampu, tinggi lampu, lebar jalan dan tingkat pemerataan pencahayaan dari lampu yang akan digunakan. Jarak antar lampu penerangan secara umum dapat mengikuti batasan seperti pada Tabel 2.2 (*A Manual of Road Lighting in Developing Countries*). Dalam tabel tersebut dipisahkan antara dua tipe rumah lampu. Rumah lampu (*lantern*) tipe A mempunyai penyebaran sorotan cahaya/sinar lebih luas, tipe ini adalah jenis lampu gas sodium bertekanan rendah, sedangkan tipe B mempunyai sorotan cahaya lebih ringan/kecil, terutama yang langsung ke jalan, yaitu jenis lampu gas merkuri atau sodium bertekanan tinggi.

Tabel 2.2 Jarak Antar Tiang Lampu Penerangan Berdasarkan Tipikal Distribusi Pencahayaan dan Klasifikasi Lampu

Rumah Lampu Tipe A										
Jenis Lampu	Tinggi Lampu(m)	Lebar Jalan (m)								Tingkat Pencahayaan
		4	5	6	7	8	9	10	11	
35W SOX	4	32	32	32	-	-	-	-	-	3,5 LUX
	5	35	35	35	35	35	34	32	-	
	6	42	40	38	36	33	31	30	29	
55W SOX	6	42	40	38	36	33	32	30	28	6,0 LUX
90W SOX	8	60	60	58	55	52	50	40	46	
90W SOX	8	36	35	35	33	31	30	29	28	
135W SOX	10	46	45	45	44	43	41	40	39	10,0 LUX
135W SOX	10	-	-	25	24	23	22	21	20	20,0 LUX
180W SOX	10	-	-	37	36	35	33	32	31	
180W SOX	10	-	-	-	-	22	21	20	20	
Rumah Lampu Tipe B										
Jenis Lampu	Tinggi Lampu(m)	Lebar Jalan (m)								Tingkat Pencahayaan
		4	5	6	7	8	9	10	11	

50W SON atau 80W MBF/U	4 5	31 33	30 32	29 32	28 31	26 30	- 29	- 28	- 27	3,5 LUX
70W SON atau 125W MBF/U	6	48	47	46	44	43	41	39	37	
70W SON atau 125W MBF/U	6	34	33	32	31	30	28	26	24	6,0 LUX
100W SON	6	48	47	45	42	40	38	36	34	
150W SON atau 250W MBF/U	8	-	-	48	47	45	43	41	39	10 LUX
100W SON	6	-	-	28	26	-	-	-	-	
250W SON atau 400W MBF/U	10	-	-	-	-	55	53	50	47	20 LUX
250W SON atau 400W MBF/U	10	-	-	36	35	33	32	30	28	
400W SON	12	-	-	-	-	39	38	37	36	30 LUX

(Sumber : BSN SNI 7391:2008 hlm 13)

### 2.3.3 Jenis Lampu Penerangan Jalan

Instalasi penerangan jalan umum merupakan suatu instalasi penerangan yang ditempatkan di luar ruangan atau di alam terbuka. Dimana kondisi cuaca berubah - ubah, sehingga peralatan yang digunakan harus tahan terhadap cuaca agar tidak mudah rusak. Oleh karena itu, bahan-bahan yang digunakan sebagai lampu jalan adalah jenis merkuri, lampu natrium, lampu hlogen, lampu tabung dan juga lampu LED[9]. Jenis lampu penerangan jalan ditinjau dari karakteristik dan penggunaannya secara umum dapat dilihat dalam Tabel 2.3 dibawah ini

Tabel 2.3 Jenis lampu penerangan jalan secara umum menurut karakteristik dan penggunaannya

Jenis Lampu	Efisiensi rata-rata (lumen/wa)	Umur rencana rata-rata (jam)	Daya (watt)	Pengaruh thd Warna obyek	Keterangan
Lampu tabung fluorescent tekanan rendah	60 – 70	8.000 – 10.000	18 – 20; 36 – 40	Sedang	1.Untuk jalan kolektor dan lokal. 2.Efisiensi cukup tinggi tetapi berumur pendek. 3.Jenis lampu ini masih dapat digunakan untuk

					hal-hal yang terbatas.
Lampu gas merkuri tekanan tinggi (MBF/U)	50 – 55	16.000 – 24.000	125; 250; 400; 700	Sedang	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Untuk jalan kolektor, lokal dan persimpangan.</li> <li>2. Efisiensi rendah, umur panjang dan ukuran lampu kecil.</li> <li>3. Jenis lampu ini masih dapat digunakan secara terbatas.</li> </ol>
Lampu gas sodium bertekanan rendah (SOX)	100 – 200	8.000 – 10.000	90; 180	Sangat buruk	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Untuk jalan kolektor lokal, persimpangan, penyeberangan, terowongan, tempat peristirahatan rest area.</li> <li>2. Efisiensi sangat tinggi, umur cukup panjang, ukuran lampu besar sehingga sulit untuk mengontrol cahayanya dan cahaya lampu sangat buruk karena warna kuning.</li> <li>3. Jenis lampu ini dianjurkan digunakan karena faktor effisiensinya yang sangat tinggi.</li> </ol>
Lampu gas sodium tekanan tinggi (SON)	110	12.000 – 20.000	150; 250; 400	Buruk	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Untuk jalan tol, arteri, kolektor, persimpangan besar/luas dan <i>interchange</i></li> <li>2. Efisiensi tinggi, umur sangat panjang, ukuran lampu kecil sehingga mudah pegontrolan cahayanya</li> </ol>

LED	70-150	50.000 – 100.000	100 – 200	Baik	1.Untuk jalan tol, arteri, kolektor, persimpangan besar/luas dan <i>interchange</i> . 2.Efisiensi tinggi dan umur sangat panjang 3.Jenis lampu ini sangat baik dan sangat dianjurkan untuk digunakan.
-----	--------	---------------------	--------------	------	---

(Sumber : BSN SNI 7391:2008 hlm 5 dan Buku II Pedoman EE PJU hlm 24)

#### 2.3.4 Jenis Jalan dan Klasifikasinya

Berdasarkan UU No.38 Tahun 2004, jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bagian pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas yang berada pada permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel. Jenis dan besarnya pencahayaan yang digunakan sebagai penerangan lampu jalan dapat diklasifikasikan dengan beberapa kelas :

- a) Jalan arteri primer ialah jalur jalan penampung kegiatan lokal dan regional, lalu lintas sangat padat sehingga perlu penerangan jalan yang optimal.
- b) Jalan arteri sekunder ialah jalur jalan penampung kegiatan lokal dan regional sebagai pendukung jalan arteri primer, dimana kondisi lalu lintas pada jalur ini padat sehingga memerlukan lampu yang sama dengan arteri primer.
- c) Kolektor primer ialah jalur pengumpul dari jalan-jalan lingkungan sekitarnya yang akan bermuara pada jalan arteri primer maupun arteri sekunder. Jenis lampu yang akan digunakan lebih rendah daripada jalan arteri.
- d) Jalan lingkungan ialah jalur jalan lingkungan perumahan, pedesaan atau perkampungan.

Kualitas pencahayaan pada suatu jalan diukur berdasarkan metoda iluminansi atau luminansi. Meskipun demikian lebih mudah menggunakan metoda iluminansi, karena dapat diukur langsung di permukaan jalan dengan menggunakan alat pengukur kuat cahaya. Kualitas pencahayaan normal menurut jenis/klasifikasi fungsi jalan ditentukan seperti pada Tabel 2.4 dibawah

Tabel 2.4 Kualitas Pencahayaan Berdasarkan Jenis Jalan dan Klasifikasinya

Jenis/Klasifikasi Jalan	Kuat pencahayaan (Iluminasi)		L <sub>rata-rata</sub> (cd/m <sup>2</sup> )	Luminasi		Batasan silau	
	E <sub>rata-rata</sub> (Lux)	Kemerataan ( <i>Uniformity</i> ) g1		Kemerataan ( <i>Uniformity</i> )		G	TJ (%)
				VD	VI		
Trotoar	1-4	0,10	0,10	0,40	0,50	4	20
Jalan Lokal :							
- Primer	2-5	0,10	0,50	0,40	0,50	4	20
- Sekunder	2-5	0,10	0,50	0,40	0,50	4	20
Jalan Kolektor :							
- Primer	3-7	0,14	1,00	0,40	0,50	4-5	20
- Sekunder	3-7	0,14	1,00	0,40	0,50	4-5	20
Jalan Arteri :							
- Primer	11-20	0,14-0,20	1,50	0,40	0,50-0,70	5-6	10-20
- Sekunder	11-20	0,14-0,20	1,50	0,40	0,50-0,70	5-6	10-20
Jalan arteri dengan akses kontrol, jalan bebas hambatan	15-20	0,14-0,20	1,50	0,40	0,50-0,70	5-6	10-20
Jalan layang, simpang susun, terowongan	20-25	0,20	2,00	0,40	0,70	6	10

(Sumber : BSN SNI 7391:2008 hlm 8)

Keterangan :

g1 : E min/E maks

VD : L min/L maks

VI : L min/L rata-rata

G : Silau (glare)

TJ : Batas ambang kesilauan

Rasio pemerataan pencahayaan (*uniformity ratio*) antara pemerataan pencahayaan maksimum dan minimum menurut lokasi penempatan tertentu adalah seperti yang ditentukan pada Tabel 2.5

Tabel 2.5 Rasio pemerataan pencahayaan

Lokasi Penempatan	Rasio Maksimum
Jalur lalu lintas :	
di daerah permukiman	6 : 1
di daerah komersial / pusat kota	3 : 1
Jalur pejalan kaki :	
di daerah permukiman	10 : 1
di daerah komersil / pusat kota	4 : 1
Terowong	4 : 1
Tempat - tempat peristirahatan ( <i>Rest Area</i> )	6 : 1

(Sumber : BSN SNI 7391:2008 hlm 10)

Dalam Pemilihan jenis dan kualitas lampu penerangan jalan didasarkan pada :

- 1) Nilai efisiensi
- 2) Umur rencana;
- 3) Kekontrasan permukaan jalan dan obyek

### 2.3.5 Penataan Letak Lampu Penerangan Jalan

Pada beberapa wilayah ada median jalan yang memiliki lebar (>10 meter) atau sekitar 4 jalur pada satu arahnya diperlukan pemilihan penempatan dengan posisi kombinasi. Penataan letak PJU diatur seperti pada Tabel 2.6

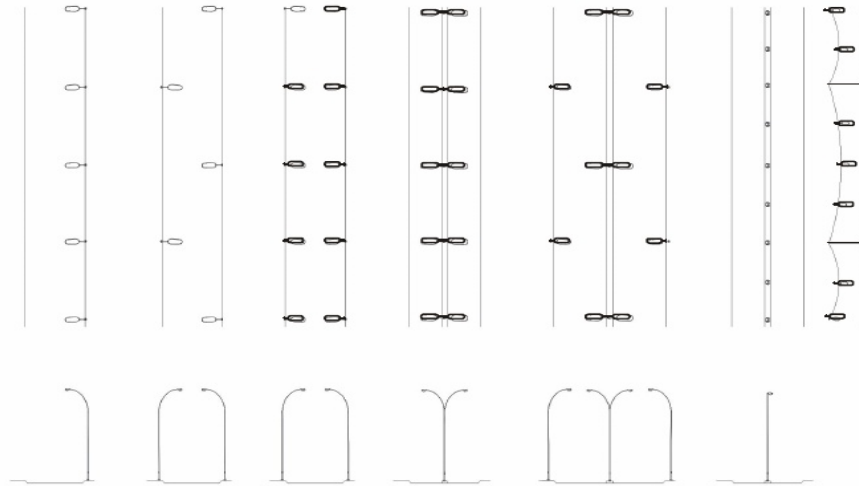
Tabel 2.6 Penataan letak lampu penerangan jalan

Tempat	Penataan / Pengaturan Letak
Jalan Satu Arah	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pada sisi kiri atau di kanan jalan</li> <li>2. Pada sisi kiri atau di kanan jalan berselang – selang</li> <li>3. Pada sisi kiri atau di kanan jalan berhadapan</li> <li>4. Pada sebelah tengah / seperator jalan</li> </ol>
Jalan Dua Arah	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pada sebelah tengah / median jalan</li> <li>2. Antara di kiri dan kanan berhadapan dengan di bagian tengah / median jalan</li> <li>3. Pada bagian tengah jalan dengan sistem di gantung</li> </ol>
Persimpangan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dapat dilakukan dengan menggunakan lampu menara dengan beberapa lampu, umumnya ditempatkan di pulau – pulau, median jalan, di luar daerah persimpangan</li> </ol>

(Sumber : BSN SNI 7391:2008 hlm 14)

### 2.3.6 Posisi Penempatan Lampu Penerangan Jalan

Posisi penempatan lampu yang digunakan adalah tipikal lampu penerangan tipe 2 arah, seperti Gambar 2.2



Gambar 2.2 Penataan Lampu Penerangan Pada Jalan Dua Arah

Keterangan :

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| (a) : Di kiri/kanan jalan              | (d) : Di tengah median jalan |
| (b) : Di kiri & kanan berselang-seling | (e) : Kombinasi              |
| (c) : Di kiri & kanan berhadapan       | (f) : Katenasi               |

### 2.3.7 Standar Sistem Penerangan Jalan

Berdasarkan SNI 7391 : 2008 kuat rata-rata penerangan tiap jalan berbeda-beda sesuai jenis jalannya.

Jenis jalan trotoar : 1 - 4 lux

Jenis jalan lokal : 2 - 5lux

Jenis jalan kolektor : 3 - 7 lux

Jenis jalan arteri : 11 - 20 lux

Jenis jalan arteri dengan akses kontrol, jalan bebas hambatan : 15 - 20 lux

Jenis jalan layang, simpang susun dan terowongan : 20 - 25 Lux

Dasar perencanaan lampu penerangan jalan umum antara lain :

- a. Volume lalu-lintas, baik kendaraan maupun lingkungan yang bersinggungan seperti pejalan kaki, pengayuh sepeda, dll;



- b. Tipikal potongan melintang jalan, situasi (lay-out) jalan dan persimpangan jalan;
- c. Geometri jalan, seperti alinyemen horisontal, alinyemen vertikal, dll;
- d. Tekstur perkerasan dan jenis perkerasan yang mempengaruhi pantulan cahaya lampu penerangan;
- e. Pemilihan jenis dan kualitas sumber cahaya/lampu, data fotometrik lampu dan lokasi sumber listrik;

## **2.4 Tiang Penerangan Jalan**

Tiang merupakan sebuah komponen yang digunakan untuk menopang lampu dari bahan logam atau bahan non-logam yang digunakan untuk menambatkan Luminer serta komponen-komponen Alat Penerangan Jalan yang lain. Beberapa jenis tiang yang digunakan untuk lampu jalan adalah tiang besi dan tiang octagonal [10].

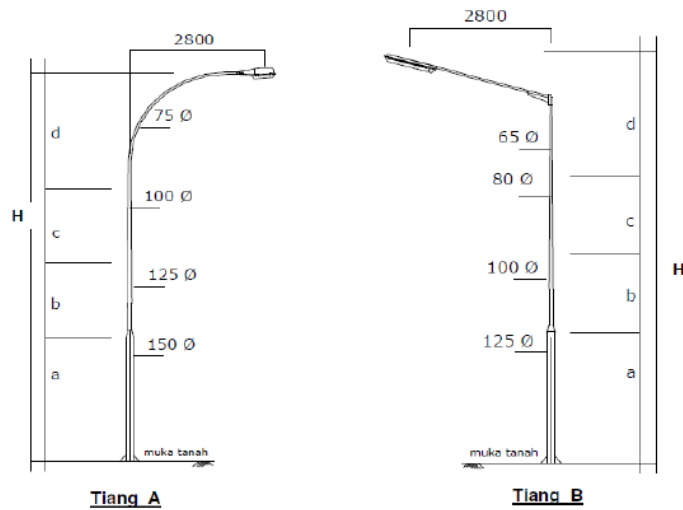
Tiang penyangga berfungsi menyangga Armatur lampu agar dapat menjadi lebih tinggi sehingga dapat memancarkan sinar yang lebih luas ke permukaan jalan yang diteranginya. Untuk dapat menopang armatur lampu dan tiang itu sendiri maka diperlukan dasar penyangga yang kuat agar lampu dapat menerangi jalan dengan waktu yang lama yang tidak terpengaruh dengan keadaan alam seperti angin kencang, gempa bumi ringan dll[11].

### **2.4.1 Jenis Tiang Penerangan Jalan**

Berdasarkan bentuk lengannya, tiang lampu jalan dapat dibagi menjadi beberapa bagian sebagai berikut :

- a. Tiang lampu dengan lengan tunggal.

Tiang lampu ini pada umumnya diletakkan pada sisi kiri atau kanan jalan. Tipikal bentuk dan struktur tiang lampu dengan lengan tunggal seperti diilustrasikan pada Gambar 2.3



Dimensi Panjang Tiang Lampu					
Segmen	Diameter (mm)		Alternatif		
	Tiang A	Tiang B	I (m)	II (m)	III (m)
A	150	125	3,5	5,5	5,5
B	125	100	2,1	2,1	3,1
C	100	80	2,1	2,1	3,1
D	75	65	3,3	3,3	3,3
H	Total		11,0	13,0	15,0

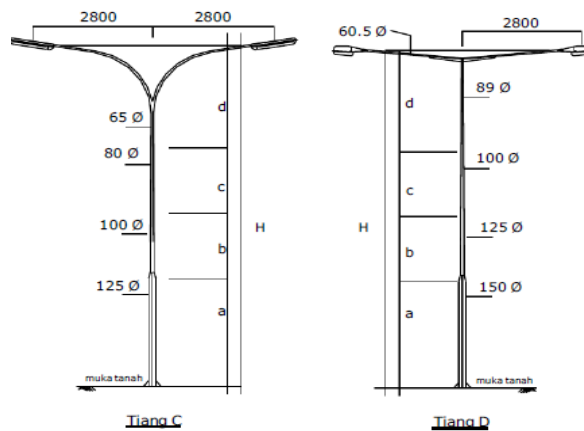
H = Tinggi tiang lampu

Gambar 2.3 Tipikal dan dimensi tiang lampu lengan tunggal

(BSN SNI 7391:2008 hlm. 27)

b. Tiang lampu dengan lengan ganda.

Tiang lampu ini khusus diletakkan di bagian tengah/Median jalan, dengan catatan jika kondisi jalan yang akan diterangi masih mampu dilayani oleh satu tiang. Tipikal bentuk dan struktur tiang lampu dengan lengan ganda seperti diilustrasikan pada Gambar 2.4



Dimensi Panjang Tiang Lampu					
Segmen	Diameter (mm)		Alternatif		
	Tiang A	Tiang B	I (m)	II (m)	III (m)
A	125	150	3,5	5,5	5,5
B	100	125	2,1	2,1	3,1
C	80	100	2,1	2,1	3,1
D	65	89	3,3	3,3	3,3
H	Total		11,0	13,0	15,0

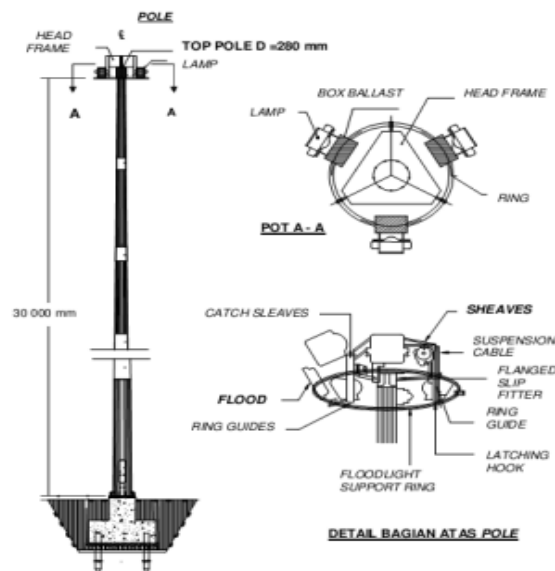
H =Tinggi tiang lampu

Gambar 2.4 Tipikal dan dimensi tiang lampu lengan ganda

(BSN SNI 7391:2008 hlm. 27)

c. Tiang lampu tegak (tanpa lengan)

Tiang lampu ini terutama diperlukan untuk menopang lampu menara, yang pada umumnya ditempatkan di persimpangan-persimpangan jalan ataupun tempat-tempat yang luas seperti interchange, tempat parkir, dll. Jenis tiang lampu ini sangat tinggi, sehingga sistem penggantian/perbaikan lampu dilakukan di bawah dengan menurunkan dan menaikkan kembali lampu tersebut menggunakan *suspension cable*.



Gambar 2.5 Tipikal lampu tegak tanpa lengan

(BSN SNI 7391:2008 hlm. 22)

Untuk mencari sudut kemiringan stang ornament, agar titik penerangan mengarah ketengah – tengah jalan, dapat dilihat pada persamaan 2.10 :

$$t = \sqrt{h^2 + c^2} \quad (2.10)$$

dan

$$\cos^{-1} \varphi = \frac{h}{t} \quad (2.11)$$

Keterangan :

h = tinggi tiang

t = Jarak Lampu ke tengah – tengah jalan

c = Jarak Horizontal Lampu ke tengah-tengah jalan

Untuk menentukan jumlah titik lampu yang dibutuhkan cara perhitungan menggunakan rumus yang ada pada 2.12.

$$T = \frac{L}{s} + 1 \quad (2.12)$$

Keterangan :

T = Jumlah Titik Lampu

L = Panjang Jalan (m)

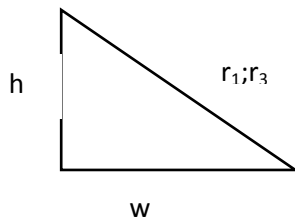
S = Jarak Tiang ke Tiang (m)

Untuk Penentuan jarak antar tiang untuk jalan yang lurus dapat diperhitungkan dengan menggunakan rumus berikut :

Dengan diketahui EB standar penerangan adalah sebesar 15-20 lux (SNI), tinggi tiang dan lebar jalan[4], maka dapat ditemukan jarak antar tiang dengan cara :

- a. Menghitung jarak lampu ke ujung jalan ( $r_1$  dan  $r_3$ ) Dengan diketahui tinggi tiang lampu (h) dan lebar jalan (W) maka dapat diperoleh jarak lampu ke ujung jalan ( $r_1$  dan  $r_3$ ) dengan rumus pythagoras sebagai berikut

$$r; r_{1,3} = \sqrt{h^2 + w^2} \quad (2.13)$$



- b. Menghitung intensitas penerangan pada lampu (I) Dengan diketahui EB standar penerangan adalah sebesar 15-20 lux (SNI 7391), tinggi tiang lampu

(h), dan jarak lampu keujung jalan ( $r_1$  dan  $r_3$ ), maka besar intensitas penerangan diperoleh dengan rumus berikut :

$$I = \frac{E_{B(\text{standar})} \times r_{1;3}^3}{h} \quad (2.14)$$

- c. Menghitung jarak lampu ke ujung jalan, posisi 0,5 dari jarak antar tiang ( $r_2$  dan  $r_4$ ) Dengan posisi 0,5 dari jarak antar tiang, maka besar kuat penerangan lampu ke ujung jalan adalah  $\frac{1}{2} E_B$ , dikarenakan pada kondisi tersebut

$$\frac{1}{2} E_{B1} + \frac{1}{2} E_{B2} = E_{B(\text{standar})} \quad (2.15)$$

Sehingga :

$$r_{2;4} = \sqrt[3]{\frac{lh}{\frac{1}{2} E_{B(\text{standar})}}} \quad (2.16)$$

Dengan diketahuinya tinggi tiang lampu (h) yang akan digunakan dan besar jarak lampu ke ujung jalan, posisi 0,5 dari jarak antar tiang ( $r_2$  dan  $r_4$ ) maka dapat diperoleh nilai  $x_1$  dan  $x_2$

$$x_{1;2} = \sqrt{r_{2;4}^2 - h^2} \quad (2.17)$$

Dengan diketahuinya tinggi tiang lampu (h) yang akan digunakan dan besar jarak horizontal lampu ke ujung jalan, posisi 0,5 dari jarak antar tiang  $x_1$  dan  $x_2$  maka dapat diperoleh jarak antar tiang dengan rumus sebagai berikut

$$e = 2(\sqrt{x_1^2 - w^2}) \quad (2.18)$$

Keterangan:

EB : kuat penerangan lampu keujung jalan (Lux)

W : Lebar jalan (m)

h : tinggi tiang (m)

e : jarak antar tiang (m)

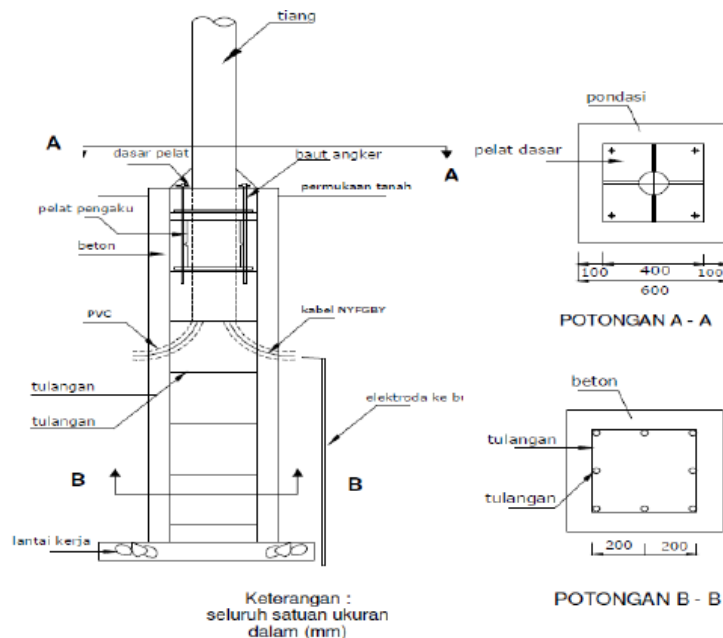
r1 : jarak lampu ke ujung jalan (m)

r2 : jarak lampu ke ujung jalan, posisi 0,5 dari jarak antar tiang (m)

### 2.4.2 Pondasi Tiang Lampu

Istilah pondasi digunakan dalam teknik sipil untuk mendefinisikan suatu konstruksi bangunan yang berfungsi sebagai penopang bangunan di atasnya (*upper structure*) ke lapisan tanah yang cukup kuat daya dukungnya. Untuk itu, pondasi bangunan harus diperhitungkan agar dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri, beban-beban yang bekerja, gaya - gaya luar seperti tekanan angin, gempa bumi dan lain-lain[9]. Disamping itu, tidak boleh terjadi penurunan melebihi batas yang diizinkan. Pada gambar 2.9 dapat dilihat contoh pondasi untuk lampu penerangan dan berdasarkan Struktur Beton Bertulang, pondasi berfungsi untuk :

- Mendistribusikan dan memindahkan beban-beban yang bekerja pada struktur bangunan di atasnya ke lapisan tanah dasar yang mendukung struktur tersebut
- Mengatasi penurunan yang berlebihan dan penurunan tidak sama pada struktur
- Memberi kestabilan pada struktur dalam memikul beban horizontal akibat angin, gempa dan lain - lain.



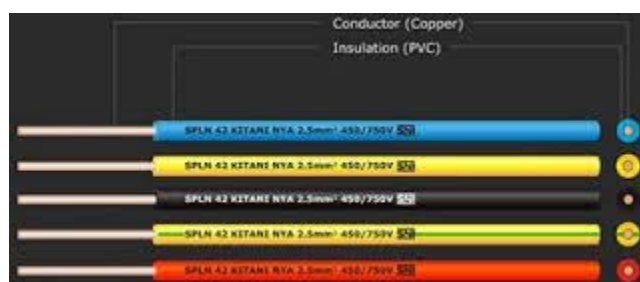
Gambar 2.6 Pondasi Lampu Penerangan

### 2.4.3 Kabel Lampu Penerangan Jalan

Kabel merupakan penghantar yang terbungkus isolasi, ada yang berbungkus tunggal atau banyak, ada yang dipasang diudara, dalam ruangan atau dalam tanah dan masing – masing digunakan sesuai dengan kondisi pemasangannya[10]. Penghantar berintikan tembaga digunakan pada kontrol instalasi penerangan jalan umum karena keael ini memiliki kamampuan hantar yang lebih baik dan lebih fleksibel sehingga mudah digunakan pada kondisi ruang yang lebih sempit. Kabel yang digunakan biasanya berjenis NYAF, NYA dan NYM.

Kabel NYA adalah penghantar berbentuk tunggal yang terbuat dari bahan tembaga dan mempunyai isolasi yang terbuat dari PV. Kabel jenis ini hanya mempunyai satu lapis pengaman sehingga mudah rusak, memiliki banyak kelemahan untuk memasang penghantar jenis ini harus dimasukkan kedalam konduktor yang bahannya terbuat dari pipa agar kabel tidak rusak karena faktor non teknis. Kabel NYA adalah jenis kabel tunggal berselubung, dan biasa kita gunakan untuk merangkai atau merakit instalasi dalam lampu dengan komponen yang digunakan dan juga untuk merangkai dan merakit box panel yang berisi sistem kontaktor dan *timmer* beserta MCB.

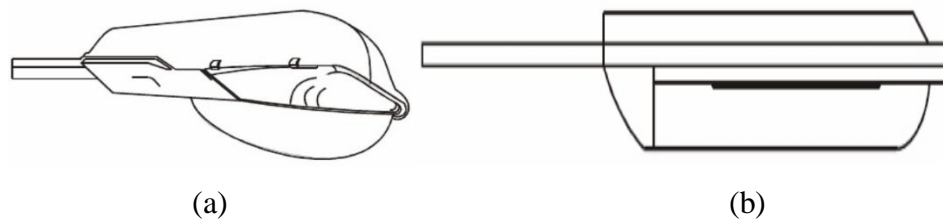
Kabel NYM, adalah kabel yang memiliki penghantar dari tembaga berbentuk pejal, mempunyai isolasi PVC dan selubung luar PVC berwarna putih. Kabel ini memiliki ketahanan terhadap lingkungan tetapi tidak kuat jika dipasang untuk bawah tanah tanpa pengaman pipa.



Gambar 2.7 Jenis Kabel NYA

#### 2.4.4 Armatur Lampu

Lampu merupakan salah satu komponen utama dalam Penerangan Jalan Umum (PJU), banyak jenis lampu yang biasa digunakan dan masing-masing memiliki kekurangan serta kelebihan yang disesuaikan dengan penggunaannya dengan keadaan dan kebutuhan pada jalan yang akan dipasang lampu penerangan. Armatur merupakan komponen pendukung yang tidak kalah pentingnya, karna armatur atau rumah lampu berfungsi memberikan efek cahaya yang lebih terang dan fokus sesuai dengan bentuk dan jenisnya [11].



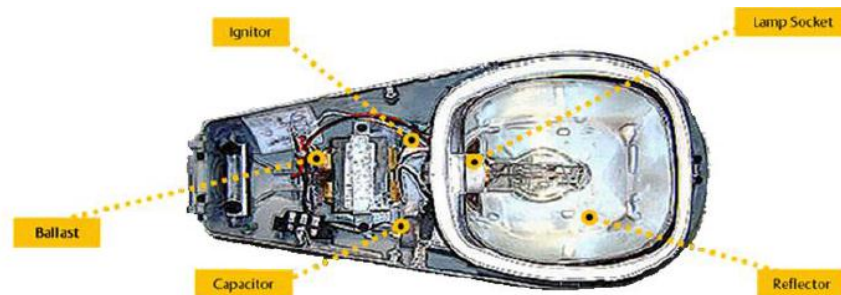
Gambar 2.8 Rumah lampu merkuri dan sodium  
(BSN SNI 7391:2008)

Di dalam armatur / rumah lampu ini dirancang sedemikian rupa sehingga di dalamnya bisa di masukkan perlengkapan lampu agar bisa beroperasi di tegangan 220 Volt, perlengkapan itu antara lain :

1. Ballast berfungsi untuk menaikkan tegangan pada lampu.
2. Ignitor berfungsi untuk memicu lampu dengan memberikan kejutan.
3. Kapasitor berfungsi untuk mengurangi beban-beban induktif yang dihasilkan oleh ballast.

Contoh Armatur lampu yang di dalamnya terdapat perlengkapan lainnya agar lampu dapat beroperasi dengan sempurna/ dapat dinyalakan.








Gambar 2.9 Contoh Armatur Lampu dengan Perlengkapan Lampunya


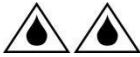
Rumah lampu penerangan (*lantern*) dapat diklasifikasikan menurut tingkat perlindungan terhadap debu/benda dan air. Hal ini dapat diindikasikan dengan istilah IP (*Index of Protection*) atau indek perlindungan, yang memiliki 2(dua) angka, angka pertama menyatakan indek perlindungan terhadap debu/benda, dan angka kedua menyatakan indek perlindungan terhadap air.

Sistem IP merupakan penggolongan yang lebih awal terhadap penggunaan peralatan yang tahan hujan dan sebagainya, dan ditandai dengan lambang. Semakin tinggi indek perlindungan (IP), semakin baik standar perlindungannya. Pada umumnya, indek perlindungan (IP) yang sering dipakai untuk klasifikasi lampu penerangan adalah : IP 23, IP 24, IP 25, IP 54, IP 55, IP 64, IP 65, dan IP 66[11].


Tabel 2.7 Penataan letak lampu penerangan jalan

Angka Pertama		Angka Kedua	
(a) Perlindungan terhadap manusia/benda jika bersentuhan dengan komponen dalam rumah lampu.		(c) Perlindungan rumah lampu jika kontak atau bersentuhan dengan benda cair.	
(b) Perlindungan terhadap rumah lamupu jika bersentuhan dengan benda.			
No./Simbol	Tingkat Perlindungan	No./Simbol	Tingkat Perlindungan
0	(a) Tanpa perlindungan	0	Tanpa perlindungan
	(b) Tanpa Perlindungan		
Angka Pertama		Angka Kedua	

No. Simbol	Tingkat Perlindungan	No./Simbol	Tingkat Perlindungan
	(a) Perlindungan terhadap manusia/benda jika bersentuhan dengan komponen dalam rumah lampu. (b) Perlindungan terhadap rumah lamupu jika bersentuhan dengan benda.		(c) Perlindungan rumah lampu jika kontak atau bersentuhan dengan benda cair.
1	(a) Perlindungan terhadap sentuhan yang tidak di sengaja oleh bagian tubuh, seperti tangan (b) Perlindungan terhadap masuknya benda padat berdiameter < 50 mm	1	Perlindungan terhadap tetesan air, tetapi tidak menimbulkan efek yang bahaya dan merusak
2	(a) Perlindungan terhadap sentuhan seukuran tangan (b) Perlindungan terhadap masuknya benda yang berdiameter < 12 mm dan panjang < 80 mm	2 	- Tahan tetesan air; - Perlindungan terhadap tetesan air: Tetesan air yang jatuh ke rumah lampu tidak menimbulkan efek bahaya ketika rumah lampu dimiringkan dengan membentuk sudut kemiringan 15°
3	(a) Perlindungan tersentuh peralatan, kawat atau sejenisnya yang tebalnya lebih dari 2,5 Mm (b) Perlindungan terhadap masuknya benda yang sangat kecil tapi padat	3 	- Tahan hujan; - Perlindungan pada air hujan dalam berbagai sudut s/d 6l
4	(a) Seperti pada No.3 tetapi tebalnya lebih dari 1,00 mm (b) Perlindungan terhadap masuknya benda asing	4 	- Tahan percikan air; - Percikan air yang terkena dari arah manapun tidak akan menimbulkan edek bahaya

5 	<p>(a) Perlindungan sempurna terhadap sentuhan</p> <hr/> <p>(b) Tahan debu: Perlindungan terhadap debu, tetapi debu masih dapat masuk walau tidak dalam jumlah yang banyak yang dapat mengganggu operasional</p>	5 	<p>- Tahan semburan air; - Tahan terhadap semburan air yang keluar dari keran. Misalnya keran taman</p>
Angka Pertama		Angka Kedua	

<p>(c) Perlindungan terhadap manusia/benda jika bersentuhan dengan komponen dalam rumah lampu.</p> <p>(d) Perlindungan terhadap rumah lampu jika bersentuhan dengan benda.</p>	<p>(d) Perlindungan rumah lampu jika kontak atau bersentuhan dengan benda cair.</p>
--	---

No. Simbol	Tingkat Perlindungan	No./Simbol	Tingkat Perlindungan
6 	<p>(a) Perlindungan sempurna terhadap sentuhan</p> <hr/> <p>(b) Tahan debu:- Perlindungan yang sempurna dan debu tidak dapat masuk ke rumah lampu</p>	6	<p>- Tahan derasan air; - Tahan terhadap air deras misalnya gelombang air laut.</p>

**KETERANGAN:**

- Tingkat perlindungan dinyatakan dengan IP XX;
- Perlindungan terhadap sentuhan atau tempat masuk air yang mana terlebih dahulu merubah X angka pertama atau kedua yang ada pada tabel diatas.  
Contohnya : IP 2X diartikan bahwa pagar memberi perlindungan terhadap sentuhan jari, tetapi tanpa perlindungan spesifik terhadap tempat masuknya air atau cairan lainnya.



- Tahan dan kedap air;
- Air tidak mungkin masuk pada kondisi waktu dan tekanan yang tetap.

8

- Tahan dan kedap air;
- Air tidak mungkin masuk pada kondisi waktu dan tekanan yang tinggi/khusus.

(Sumber : BSN SNI 7391:2008 hlm. 6-7)

#### **2.4.5 Standar Tiang Penerangan**

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 27 Tahun 2018 Tentang Alat Penerangan Jalan pasal 46 Tiang utama Alat Penerangan Jalan sebagaimana dimaksud memiliki ukuran ketinggian yang ditentukan berdasarkan fungsi dan geometri jalan, yaitu:

- a. Jalan bebas hambatan ketinggian tiang paling rendah 13.000 (tiga belas ribu) milimeter atau 13 meter, dengan jarak antar tiang 30 meter.
- b. Jalan arteri ketinggian tiang paling rendah 9.000 (sembilan ribu) milimeter atau 9 meter, dengan jarak antar tiang 30 meter.
- c. Jalan kolektor ketinggian tiang paling rendah 7.000 (tujuh ribu) milimeter atau 7 meter, dengan jarak antar tiang 30 meter.
- d. Jalan lokal ketinggian tiang paling tinggi 7.000 (tujuh ribu) milimeter atau 7 meter, dengan jarak antar tiang 30 meter.
- e. Jalan lingkungan ketinggian paling tinggi 5.000 (lima ribu) milimeter atau 5 meter, dengan jarak antar tiang 20 meter.
- f. Taman dan ruang parkir ketinggian tiang disesuaikan dengan ruang yang tersedia dan kebutuhan pencahayaan.

#### **2.5 Perangkat Hubung Bagi (PHB)**

Perangkat Hubung Bagi (PHB) adalah suatu perlengkapan atau peralatan listrik yang berfungsi sebagai pengukur, pengendali, penghubung, pelindung, dan pembagi tenaga listrik dari sumber tenaga listrik. Perlengkapan PHB dalam sistem pemasangan instalasi listrik sangat penting fungsinya yaitu mengamankan instalasi dari bahaya akibat kortsleting (hubung-pendek listrik) dan juga berfungsi memutuskan rangkaian seluruh listrik yang menuju ke beban [11].

Rangkaian control yang terdapat pada PHB berfungsi untuk mengoperasikan rangkaian tenaga sehingga lampu penerangan jalan umum dapat sumber tegangan.

##### **2.5.1 kWh Meter**

kWh Meter ini berfungsi untuk mengukur/mencatat besarnya daya yang dipakai oleh lampu penerangan jalan umum dalam jangka waktu tertentu, dalam PHB penerangan jalan umum ini terdapat kWh meter karena pembayaran pemakaian daya yang disediakan oleh PLN diserahkan ke Pemerintah Daerah

setempat. Dimana bekerjanya kWh meter ini dengan adanya kumparan arus dan kumparan tegangan, Kumparan arus dihubungkan seri dengan jala-jala, dan kumparan tegangan dihubungkan paralel. Kedua kumparan yang dililitkan pada sebuah kerangka logam dengan desain khusus melingkupi dua rangkaian maghnet. Sebuah piringan aluminium ringan digantung di dalam senjang udara medan kumparan arus yang menyebabkan arus pusar mengalir di dalam piringan. Reaksi arus pusar dan medan kumparan tegangan membangkitkan sebuah torsi (aksi motor) terhadap piringan dan menyebabkannya berputar [11].



Gambar 2.10 kWh Meter

### 2.5.2 MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) adalah salah satu komponen dalam instalasi listrik Lampu Penerangan Jalan Umum yang mempunyai peran sangat penting. Komponen ini mempunyai fungsi sebagai sistem proteksi dalam instalasi listrik apabila terjadi beban lebih dan hubung singkat arus listrik (*short circuit* atau konsleting) [11]. MCB dapat memutuskan arus listrik secara otomatis ketika arus listrik yang melewati MCB tersebut melebihi nilai yang telah ditentukan. Namun saat arus dalam kondisi normal, MCB dapat berfungsi sebagai saklar yang bisa menghubungkan atau memutuskan arus listrik secara manual dan sebagai sistem proteksi dalam instalasi listrik bila terjadi beban lebih dan hubung singkat arus listrik (*short circuit* atau korsleting). Dasar pemilihan rating arus MCB yang ingin dipakai di Instalasi Lampu Penerangan Jalan Umum tentu disesuaikan dengan besarnya langganan

daya listrik PLN yang terpasang. Karena PLN sendiri menetapkan besar langganan listrik sesuai rating arus dari MCB yang diproduksi untuk pasar dalam negeri. Secara umum fungsi MCB antara lain :

1. Membatasi Penggunaan daya Listrik
2. Mematikan listrik secara otomatis apabila terjadi hubungan singkat (Korslet)
3. Mengamankan Instalasi Listrik baik penerangan maupun instalasi tenaga
4. Membagi daya pada instalasi rumah menjadi beberapa bagian, sehingga lebih mudah untuk mendeteksi kerusakan instalasi listrik [11].

Pada MCB terdapat dua jenis pengamanan yaitu secara *thermis* dan *elektromagnetis*, pengamanan *thermis* berfungsi untuk mengamankan arus beban lebih sedangkan pengamanan *elektromagnetis* berfungsi untuk mengamankan jika terjadi hubung singkat. Pengaman *thermis* pada MCB memiliki prinsip yang sama dengan *thermal overload* yaitu menggunakan dua buah logam yang digabungkan (bimetal), pengamanan secara *thermis* memiliki kelambatan, ini bergantung pada besarnya arus yang harus diamankan, sedangkan pengamanan *electromagnetic* menggunakan sebuah kumparan yang dapat menarik sebuah angker dari besi lunak[12].



Gambar 2.11 MCB (Miniature Circuit Breaker)

### 2.5.3 Timer switch

Timer Switch adalah salah satu komponen yang digunakan pada instalasi listrik penerangan jalan umum pada rangkaian kontrolnya, timer switch dapat diatur waktu bekerja dan matinya sesuai dengan keinginan selama 24 jam [11]. Dimana timer ini memiliki bilah pengatur sebanyak 48 bilah sehingga 1 bilahnya

dapat mengatur waktu bekerja dan matinya selama setengah jam. Saklar waktu ini akan terus bekerja selama masih ada arus yang mengalir ke koil saklar waktu tersebut. Saklar waktu ini tidak mempengaruhi komponen apapun. Sebagai contoh prinsip kerja dari timer terhadap beban lampu, jika timer switch diatur jam 18.00 sampai 06.00 (12 jam) maka lampu akan menyala sesuai dengan pengaturan timer dan tidak tergantung pada kondisi cuaca[9]



Gambar 2.12 *Timer Switch*

#### 2.5.4 Magnetik Kontaktor

Magnetik kontaktor adalah komponen dalam rangkaian kontrol yang akan bekerja bila kumparannya di aliri arus yang menyebabkan timbulnya medan magnet sehingga titik – titik kontakannya akan merubah keadaan, titik kontak NO (Normally Open) akan menutup, sedangkan titik kontak NC (Normally Close) akan membuka. Magnetik kontaktor memiliki titik kontak utama dan titik kontak bantu [11]. Kontaktor magnet adalah suatu penghubung yang bekerja secara elektromagnet, dilengkapi dengan pengaman, dan merupakan cara yang cukup baik untuk menghubungkan dan memutuskan sirkit cabang. Bilamana suatu gulungan kawat penghantar (*coil*) dialiri arus akan timbul medan magnet yang mengelilingi penghantar tersebut. Medan magnet inilah yang dimanfaatkan untuk menarik kontak saklar. Oleh karena itu, komponen utama dari *relay* adalah *coil* dan kontak. Kontak *relay* terdiri dari dua jenis, yaitu *normally close* dan *normally open*. Kontak *normally open* berada dalam kondisi membuka ketika *relay* tidak dialiri arus listrik. Sedangkan kontak *normally close* berada dalam keadaan menutup bilamana *relay* tidak dialiri arus listrik[9].

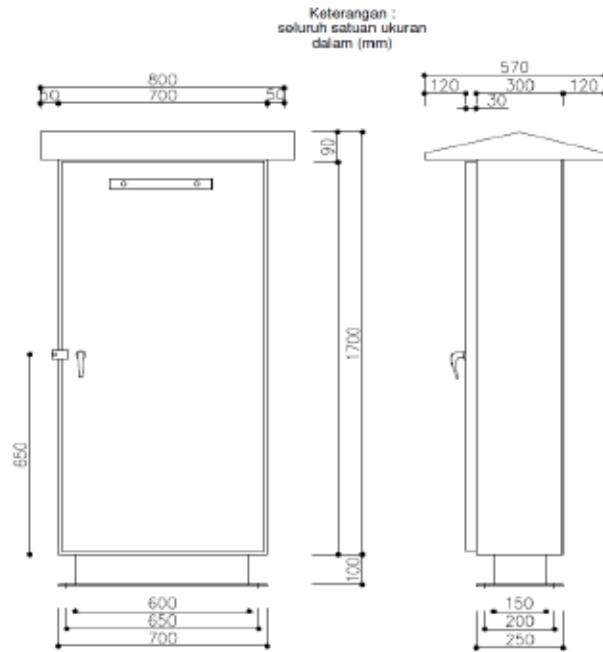


Gambar 2.13 Magnetik Kontraktor

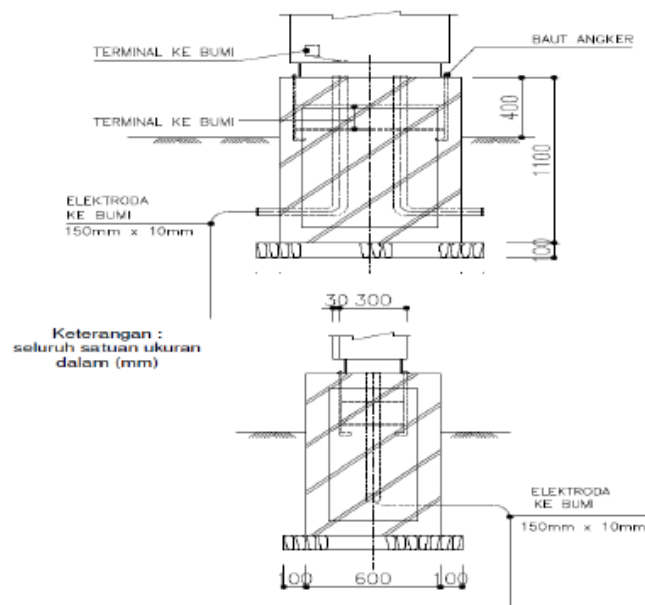
### 2.5.5 Kotak Panel Listrik Penerangan Jalan

Panel adalah peralatan listrik yang berfungsi sebagai pusat untuk mengatur pendistribusian daya listrik dari sumber daya listrik PLN (Perusahaan Listrik Negara) ke instalasi penerangan dan peralatan listrik daya besar. Panel kontrol penerangan yang dilengkapi dengan kontaktor dan *time switch* harus dipasang secara terpisah, dengan tutup berengsel yang mudah dibuka dan *fixing screw*. Semua panel yang digunakan untuk instalasi penerangan jalan umum khususnya panel induk pembagi dan pengatur lalu lintas harus memenuhi persyaratan standard penerangan jalan umum. Panel dalam bidang kelistrikan sangat besar artinya karena merupakan tempat kedudukan peralatan kontrol dan tempat menghubungkan daya listrik dari sumber tegangan ke alat pemakai atau beban[9].





Gambar 2.14 Panel lampu penerangan jalan



Gambar 2.15 Pondasi panel lampu penerangan jalan

## 2.6 Konsumsi Energi

Konsumsi energi listrik adalah banyaknya energi listrik yang digunakan selama beberapa waktu dan hasil perkalian antara besarnya daya dengan lamanya penggunaan. Besarnya energy listrik selalu berubah ubah setiap bulan maupun tahun. Konsumsi energy listrik dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Konsumsi perhari} = (\text{Watt} \times \text{Jam Penggunaan Perhari}) \quad (2.19)$$

Dalam mencari nilai konsumsi perbulannya maka dikali dengan jumlah penggunaan selama 1 bulan, dan untuk mencari konsumsi pertahunnya dikali dengan 12 bulan[13].

### 2.6.1 Energi Listrik

Energi menurut Eugene C. Lister yang diterjemahkan oleh Hanapi Gunawan (1993) bahwa energi merupakan kemampuan untuk melakukan kerja, energi merupakan kerja tersimpan. Pengertian ini tidaklah jauh beda dengan ilmu fisika yaitu sebagai kemampuan melakukan usaha (Kamajaya, 1986). Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat pula dimusnahkan. Energi hanya dapat diubah dari suatu bentuk ke bentuk energi yang lain. Demikianlah pula energi listrik yang merupakan hasil perubahan energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik. Keberadaan energi listrik ini dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin. Adapun kegunaan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari merupakan penerangan, pemanas, motor- motor listrik dan lain-lain. Energi yang digunakan alat listrik merupakan laju penggunaan energi (daya) dikalikan dengan waktu selama alat tersebut digunakan[14]. Bila daya diukur dalam watt jam, maka:

$$W = P \times t \quad (2.20)$$

Keterangan :

W = Energi listrik (watt jam)

P = Daya Listrik (Watt)

t = Waktu (Jam)

### 2.6.2 Daya Listrik

Daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik. Daya listrik menyatakan banyaknya energi listrik yang terpakai setiap detiknya. Satuan daya listrik adalah Watt [15]. Pada dasarnya daya listrik dibagi menjadi 3 yaitu :

1. Daya nyata atau daya aktif (Watt)

Daya nyata merupakan daya sebenarnya yang dibutuhkan beban dan biasanya daya aktif nilainya lebih rendah dibandingkan dengan daya semu. Daya Aktif dihasilkan dari hasil perkalian Daya Semu dengan Faktor Daya ( $\cos \phi$ ). Daya aktif akan mengalami penurunan nilai yang diakibatkan adanya beban-beban listrik yang menghasilkan daya reaktif.

$$P = V \times I \times \cos \phi \quad (2.21)$$

Keterangan :

$P$  = Daya Aktif (Watt)

$V$  = Tegangan (Volt)

$I$  = Arus Listrik (Ampere)

$\cos \phi$  = Faktor Daya

## 2. Daya Semu (VA)

Daya Semu merupakan daya yang dihasilkan dari perhitungan-perhitungan listrik sebelum dibebani dengan beban-beban listrik. Satuan daya nyata adalah VA (Volt ampere). Beban yang bersifat daya semu adalah beban yang bersifat resistansi ( $R$ ). Peralatan listrik atau beban pada rangkaian listrik yang bersifat resistansi tidak dapat dihemat karena tegangan dan arus listrik memiliki nilai factor daya adalah

$$S = V \times I \quad (2.22)$$

Keterangan :

$S$  = Daya semu (Volt Ampere)

$V$  = Tegangan (Volt)

$I$  = Arus (Ampere)

## 3. Daya reaktif (VAR)

Daya Reaktif merupakan daya yang mengakibatkan terjadinya kerugian-kerugian daya, sehingga daya dapat mengakibatkan terjadinya penurunan nilai factor daya ( $\cos \phi$ ). Satuan daya reaktif adalah VAR (*Volt.Amper Reaktif*). Untuk menghemat daya reaktif dapat dilakukan dengan memasang kapasitor pada rangkaian yang memiliki beban bersifat induktif.

$$Q = V \times I \times \sin \phi \quad (2.23)$$

Keterangan :

$Q$  = Daya Aktif (Watt)

$V$  = Tegangan (Volt)

$I$  = Arus Listrik (Ampere)

$\sin \varphi$  = Faktor Daya

### 2.6.3 Beban Listrik

Beban listrik (*Load*) merupakan total daya aktif dan/atau reaktif yang dikonsumsi oleh suatu peralatan yang terkoneksi ke sistem daya. Pada beban seimbang jumlah daya yang dibangkitkan oleh pembangkit tiga fasa diperoleh dengan menjumlahkan daya tiap-tiap fasa. Pada sistem yang seimbang, daya total sama dengan daya tiga kali fasa dengan perbedaan sudut antara tiap fasa yaitu  $120^\circ$ [15].

Beban listrik (*load*) diklasifikasikan menjadi 3, yaitu :

#### a. Beban Resistif

Beban Resistif ialah beban yang memiliki sifat *resistif* apabila beban tersebut dialiri arus listrik yang mengalir maka arus nominal pada beban memiliki nilai berupa resistor murni. Beban resistif terdapat pada alat-alat listrik yang bersifat murni tahanan (resistor), diantaranya pada elemen pemanas dan lampu pijar. Beban resistif memiliki sifat pasif, dimana resistor mengambil energy listrik dari sumber dan tidak dapat mengembalikannya lagi. Resistor tidak mampu memproduksi energi listrik, dan hanya menjadi konsumen energi listrik. Daya yang diserap secara fisika akan muncul sebagai panas dan/ atau cahaya dan selalu berharga positif. Gelombang arus dan tegangan listrik yang melewati resistor akan selalu bersamaan, karena pada beban resistif ini arus dan tegangan sephasa[16].

#### b. Beban Induktif

Beban Induktif bersifat induktif memiliki sifat yang sama dengan induktor. Arus Listrik yang mengalir melalui beban tersebut akan disimpan dalam bentuk medan magnet sehingga listrik yang mengalir akan terinduksi dan diubah menjadi medan magnet yang tersimpan. Beban induktif muncul oleh lilitan kumparan yang terdapat pada alat-alat listrik seperti motor, generator, transformator dan relay.

Induktor merupakan sebuah elemen rangkaian yang menyimpan energi selama satu periode waktu dan mengembalikannya selama satu periode waktu lain. Tegangan dalam sebuah induktansi merupakan laju perubahan arus terhadap waktu yang menghasilkan medan magnet. Kumparan dibutuhkan oleh alat-alat listrik untuk menciptakan medan magnet sebagai komponen kerjanya. Pembangkitan medan magnet pada kumparan inilah yang menjadi beban induktif pada rangkaian arus listrik sinusoidal. Induktor adalah komponen listrik yang menentang apapun perubahan arus. Perilaku induktor didasarkan pada fenomena terkait dengan medan magnet. Sumber dari medan magnet muatan bergerak, atau arus. Arus listrik yang sinusoidal memiliki nilai arus yang naik turun. Perubahan arus listrik yang naik turun inilah yang dihalangi oleh komponen kumparan di dalam sebuah rangkaian listrik sinusoidal sehingga mengakibatkan arus listrik menjadi tertinggal beberapa derajat dari tegangan listrik. Pada induktif murni gelombang arus listrik akan tertinggal sejauh  $90^\circ$  oleh gelombang tegangan. Beban induktif dikenal dengan istilah beban lagging. Energi yang diterima oleh induktor disimpan didalam medan magnet.

#### c. Beban Kapasitif

Beban Kapasitif merupakan kebalikan dari beban induktif. Jika beban Induktif menghalangi terjadinya perubahan nilai arus listrik, maka beban kapasitif bersifat menghalangi perubahan tegangan listrik. Sifat ini menunjukkan bahwa kapasitor bersifat seakan-akan menyimpan tegang listrik sesaat.

#### **2.6.4 Tarif Dasar Listrik (TDL)**

Tarif dasar listrik adalah tarif yang dikenakan kepada konsumen yang menggunakan energi listrik yang disediakan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). Berdasarkan Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No.28 tahun 2016, telah diterapkan tarif dasar listrik ditetapkan berdasarkan golongan tarif yang diberlakukan sama di seluruh wilayah Republik Indonesia [17]. Tarif tenaga listrik dibedakan atas beberapa golongan, antara lain :

1. Tarif tenaga listrik untuk keperluan pelayanan sosial
2. Tarif tenaga listrik untuk keperluan rumah tangga
3. Tarif tenaga listrik untuk keperluan bisnis
4. Tarif tenaga listrik untuk keperluan industri
5. Tarif tenaga listrik untuk keperluan kantor pemerintah dan penerangan jalan umum
6. Tarif tenaga listrik untuk keperluan tranksi pada tegangan menengah, dengan daya diatas 200 kVA (T/TM) diperuntukkan bagi perusahaan kereta listrik.

**PENETAPAN  
PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT)**

**JULI - SEPTEMBER 2023**

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)	
1.	R-1/TR	900 VA-RTM	*)	1.352,00	1.352,00
2.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.444,70	1.444,70
3.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.444,70	1.444,70
4.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.699,53	1.699,53
5.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.699,53	1.699,53
6.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.444,70	1.444,70
7.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
8.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
9.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LWBP = 996,74 kVArh = 996,74 ****)	-
10.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.699,53	1.699,53
11.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.415,01 Blok LWBP = 1.415,01 kVArh = 1.522,88 ****)	-
12.	P-3/TR		*)	1.699,53	1.699,53
13.	L/TR, TM, TT		-	1.644,52	-

Lampu penerangan jalan merupakan golongan tarif P-3/TR yang biaya pemakaian(kWh) sebesar Rp 1.699,53/kWh.

Dalam menghitung biaya operasional PJU hal yang dilakukan adalah dengan menghitung daya lampu total, kemudian menghitung energi yang dibutuhkan selama lampu beroperasi, lalu menghitung biaya penggunaan listrik PJU. Biaya penggunaan energi listrik dipengaruhi oleh besarnya daya langganan beban ke perusahaan penyedia energi listrik serta daya

lampu yang terpasang pada masing – masing titik PJU. Untuk lampu penerangan jalan umum berdasarkan tarif adjustment yang diterbitkan oleh PT. PLN pada bulan Juli 2022, termasuk dalam golongan P-3/TR . Untuk perhitungan konsumsi energi listrik dan biaya operasional dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P_{total} = P \times n \quad (2.24)$$

$$E_{load} = P_{total} \times t \quad (2.25)$$

$$Biaya\ total = E_{load} \times TDL \quad (2.26)$$

Keterangan :

$P_{total}$  = Daya lampu total (Watt)

$P$  = Daya lampu (Watt)

$n$  = Jumlah lampu

$E_{load}$  = Beban (Wh / Watt hour)

$T$  = Lama pemakaian beban (hour)

Biaya total = Biaya penggunaan listrik (Rp)

TDL = Tarif dasar listrik (Rp. 1.699,53/ kWh)

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dalam skripsi ini yaitu di Perusahaan PT Jasa Marga (Persero) Tbk Cabang Belmera ruas Tanjung Morawa sampai Amplas, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Penelitian dilakukan setelah melaksanakan seminar proposal yang telah disetujui.

### 3.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Jadwal pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1 dibawah ini

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No	Keterangan	Bulan						
		Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September
1	Studi Literatur							
2	Tinjauan lapangan							
3	Identifikasi masalah							
4	Penulisan Bab 1 s/d Bab 3							
5	Seminar proposal							
6	Pengambilan data							
7	Penulisan Bab 4 s/d 5							
8	Pengolahan dan Analisis data							
9	Seminar Hasil							
10	Perbaikan Skripsi							
11	Sidang							

### 3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data berisikan peninjauan ke lokasi yang terkait guna mengumpulkan data primer dengan wawancara langsung kepada sumber – sumber yang terkait. Data juga terbagi menjadi 2, yaitu :



### 3.3.1 Data Primer

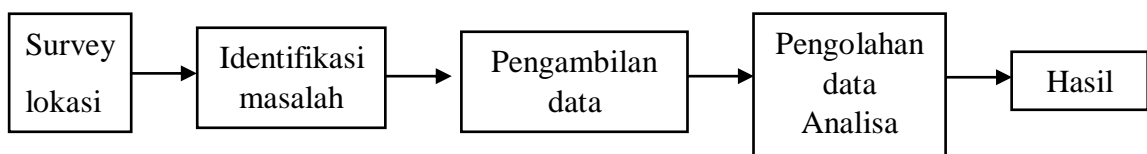
Data primer adalah sumber data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber aslinya yang berupa wawancara, rekam jejak dari individu atau kelompok (orang) maupun hasil observasi dari suatu obyek, kejadian atau pengujian (benda). Adapun data yang akan diambil yakni jenis dan spesifikasi lampu yang digunakan, tinggi, jumlah tiang dan jarak tiang penopang lampu, lebar jalan atau klasifikasi jalan.

### 3.3.2 Data Sekunder

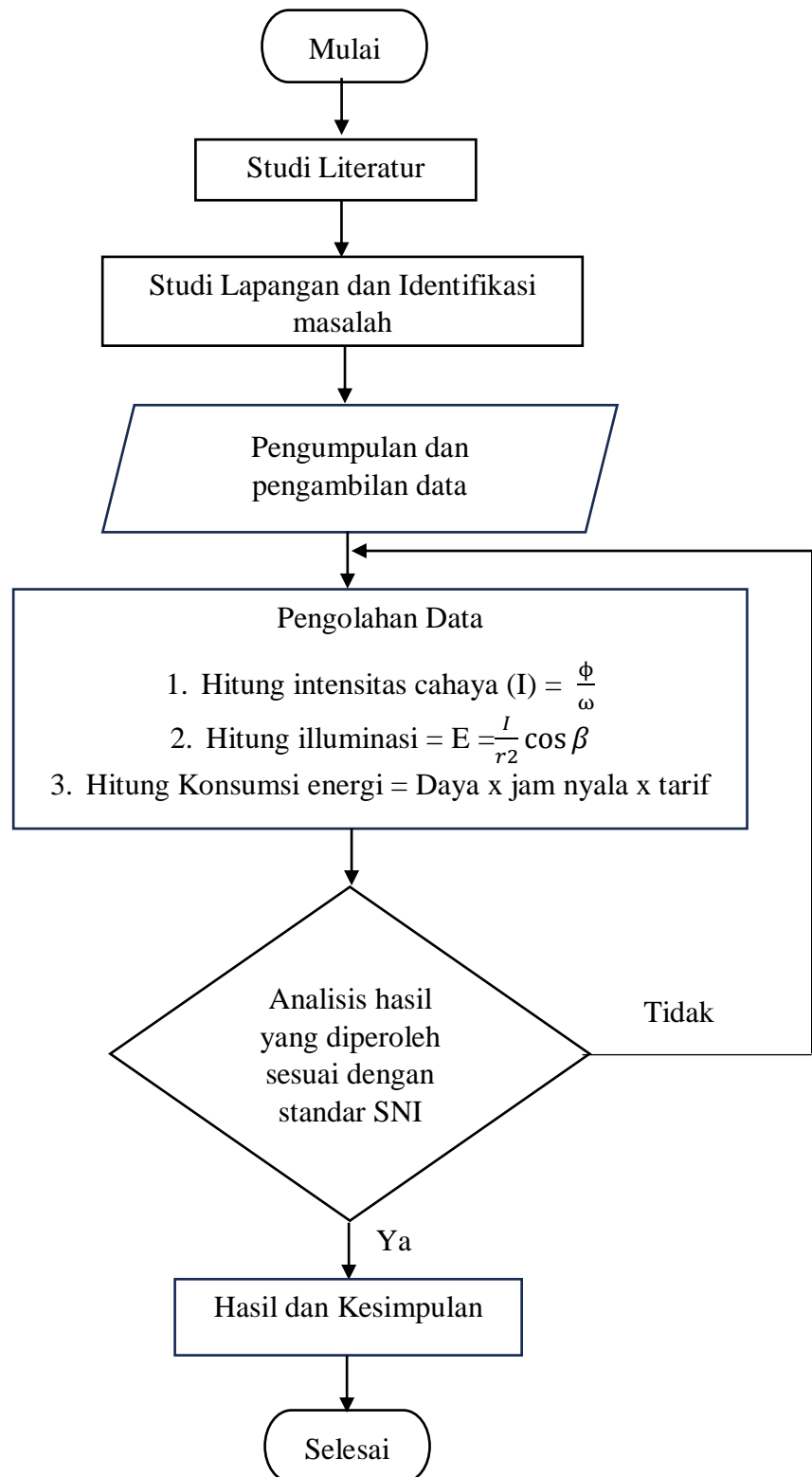
Data sekunder adalah sumber data penelitian yang diperoleh melalui media perantara atau secara tidak langsung yang berupa buku, jurnal, catatan, bukti yang telah ada, atau arsip baik yang dipublikasikan maupun yang tidak dipublikasikan secara umum.

## 3.4 Diagram Blok Penelitian

Diagram blok ini dilakukan sebagai perencanaan setelah melakukan seminar proposal dimana akan melakukan survei lokasi untuk mengidentifikasi masalah dan meminta data kepada pihak terkait. Setelah mendapat semua data yang diperlukan maka kemudian melakukan pengolahan data dan menghitung data yang sudah didapatkan sehingga mendapatkan hasil yang diinginkan.



### 3.5 Flowchart Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

1. Mulai
2. Studi Literatur dengan mengumpulkan bahan – bahan dan referensi seperti jurnal atau skripsi yang relevan mengenai lampu penerangan jalan.
3. Studi lapangan ke lokasi dan mengidentifikasi masalah dengan pengamatan secara langsung objek – objek pada lokasi dilakukan penelitian untuk memperoleh data dan informasi terkait objek yang akan di teliti, lalu mengumpulkan data dari beberapa referensi (buku, artikel, internet, wawancara kepada pihak terkait). Data yang akan diminta kepihak terkait seperti jenis dan spesifikasi lampu yang digunakan, tinggi, jumlah tiang dan jarak tiang penopang lampu, lebar jalan atau klasifikasi jalan.
4. Setelah mendapat semua data yang diperlukan maka akan melakukan pengolahan data menjadi informasi yang berguna atau bermanfaat. Dengan cara pengolahan data intensitas cahaya, illuminasi dan konsumsi energi yang digunakan pada Lampu jalan umum.
5. Melakukan analisis data dengan tujuan menemukan informasi yang dapat dijadikan sebagai dasar pengambilan keputusan untuk memecahkan masalah. Dengan melakukan analisis pada data yang telah diolah maka akan diketahui apakah sudah sesuai dengan standar nasional indonesia (SNI) tentang lampu penerangan jalan.
6. Memaparkan hasil penelitian untuk memberikan penjelasan atas hasil yang telah dianalisis dan kemudian menarik kesimpulan berdasarkan uraian yang telah dipaparkan dari penelitian.
7. Selesai.

### **3.6 Metode Pengumpulan Data**

Metode pengumpulan data ini dilakukan dengan melalui cara-cara sebagai berikut:

1. Metode literatur, yaitu suatu metode yang digunakan untuk mengumpulkan data dengan cara mengumpulkan, mengidentifikasi, mengolah data tertulis dan

metode kerja yang dilakukan dengan mendapatkan dari buku, jurnal dan makalah serta pembelajaran online yang berhubungan dengan penelitian.

2. Metode Observasi, yaitu suatu metode untuk mengetahui kondisi lokasi penelitian atau melakukan pemantauan langsung ke lapangan untuk meninjau objek yang akan diteliti serta didokumentasikan sehingga akan memudahkan pada saat penulisan laporan.
3. Metode Wawancara, yaitu metode untuk mendapatkan data dengan cara wawancara langsung dengan instansi terkait atau pengelola atau narasumber yang dianggap mengetahui permasalahan tersebut.

### 3.7 Kondisi Lapangan

Penelitian ini dilakukan pada Jalan tol Belmera ruas Tanjung Morawa Sampai Bandar Selamat yang memiliki panjang jalan 11000 meter atau 11 km dengan lebar jalan 7,2 meter dengan lebar bahu jalan sisi kanan/bahu dalam 1,5 meter, lebar bahu jalan sisi kiri/bahu dalam 2 meter. Jenis tiang yang digunakan adalah tiang lampu lengan ganda dan tiang lampu lengan tunggal, tinggi tiang yang dipasang 1300 cm atau 13 meter dengan panjang stang ornamen 280 cm (2,8 meter) dan Jarak antar tiang yang berbeda dimana jarak antar tiang pada ruas Tanjung Morawa 40 meter sedangkan ruas Bandar Selamat 35 meter. Lampu yang terpasang di tol Belmera jenis lampu LED dengan Daya 120 watt, lumen 13100 lm atau 110 lm/watt dan faktor power 0,95.

Tabel 3.2 Kondisi Lapangan

Keterangan	Ukuran
Panjang Jalan	11000 meter atau 11 km
Lebar Jalan	7,2 meter
Lebar bahu jalan sisi kanan / bahu dalam	1,5 meter
Lebar bahu jalan sisi kanan / bahu luar	2 meter
Jarak antar tiang	35 – 40 meter

Tabel 3.3 Data lampu jalan umum

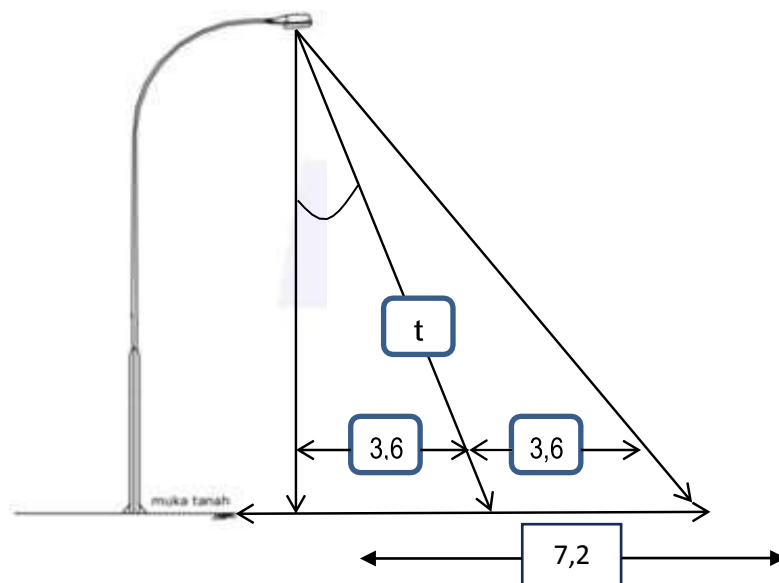
Keterangan	Lampu Penerangan Jalan
Jenis Lampu	LED
Daya	120
Lumen	13100 lm atau 110 lm/watt
Faktor power	0,95

## BAB 4 ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Intensitas Cahaya dan Iluminasi (Lux)

#### 4.1.1 Sudut kemiringan stang ornamen

Menghitung sudut kemiringan stang ornamen, agar titik penerangannya mengarah ke tengah jalan, maka terlebih dahulu harus mengetahui jarak lampu ketengah-tengah jalan.



Menghitung sudut *stang ornament* dengan menggunakan rumus  $t = \sqrt{h^2 + c^2}$

Diketahui : Tinggi tiang (h) = 13 Meter

Jarak horizontal lampu ke tengah jalan (c) = 3,6 Meter

Ditanya : Jarak lampu ke tengah – tengah jalan (t) ?

Penyelesaian :

$$t = \sqrt{h^2 + c^2}$$

$$t = \sqrt{13^2 + 3,6^2}$$

$$t = \sqrt{181,96}$$

$$t = 13,48 \text{ meter}$$

$$\text{maka, } \cos \varphi = \frac{h}{t}$$

$$= \frac{13}{13,48}$$

$$\varphi = \cos^{-1} 0.96$$

$$\varphi = 16,26^\circ$$

Jadi sudut kemiringan stang ornamentnya adalah  $16,26^\circ$

#### 4.1.2 Menghitung Intensitas Cahaya

Diketahui : Fluks cahaya dalam lumen ( $\Phi$ ) = 13100 lumen

Daya listrik dalam Watt (P) = 120 watt

$$\omega = 4\pi$$

Ditanya : Intensitas cahaya (I) ?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} K &= \frac{\Phi}{P} \\ &= \frac{13100 \text{ lm}}{120 \text{ w}} \\ &= 110 \text{ lm/w} \end{aligned}$$

Besarnya fluks cahaya ( $\Phi$ ) dalam lumen dapat dicari menggunakan

Persamaan sebagai berikut

$$\begin{aligned} \Phi &= K \times P \\ &= 110 \text{ lm/w} \times 120 \text{ w} \\ &= 13200 \text{ lm} \end{aligned}$$

Maka intensitas yang didapatkan persamaan dengan besarnya nilai efikasi cahaya rata-rata lampu led sebesar 110 lm/Watt, dengan daya lampu 120 Watt dan besar sudut ruang adalah  $\omega = 4\pi$ , maka diperoleh:

$$\begin{aligned} I &= \frac{K \times P}{\omega} \\ &= \frac{110 \times 120}{4\pi} \\ &= 1050,95 \text{ cd} \end{aligned}$$

#### 4.1.3 Fluks Cahaya

Diketahui : Intensitas cahaya (I) = 1050,95

Besar sudut ruang  $\omega = 4\pi$  ( $\pi = 3,14$ )

Ditanya : Fluks cahaya ?

Penyelesaian :

$$I = \frac{\Phi}{\omega}$$

$$1050,95 \text{ cd} = \frac{\Phi}{4 \times 3,14}$$

$$\Phi = 13199,93 \text{ lm}$$

Jadi fluks cahaya yang didapatkan dari hasil perhitungan adalah 13199,93 lumen

#### 4.1.4 Pengukuran Intensitas Cahaya

Pengukuran ini menggunakan alat lux meter, yang dilakukan agar mengetahui nilai iluminasi yang diterima objek jalan dan akan dijadikan sebagai acuan untuk mengetahui penerangan jalan pada tol Belmera ruas Tanjung Morawa dan Bandar Selamat sudah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Pengukuran dengan lux meter dilakukan terhadap 5 tiang dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Pengukuran Dengan Lux Meter

Keterangan	Intensitas Yang didapatkan
Tiang 1	38 lux
Tiang 2	36 lux
Tiang 3	31 lux
Tiang 4	62 lux
Tiang 5	45 lux



a. Tiang 1



b. Tiang 2



c. Tiang 3





d. Tiang 4

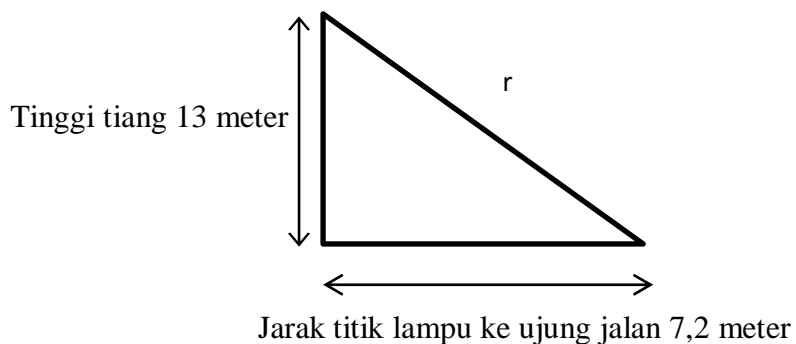


e. Tiang 5

Hasil pengukuran jalan menggunakan alat ukur Lux meter dapat dilihat bahwa penerangan jalan untuk tol Belmera ruas Tanjung Morawa sampai Bandar Selamat termasuk jenis jalan Arteri dengan akses jalan bebas hambatan tersebut belum sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan oleh BSN SNI 7391:2008.

#### 4.1.5 Menghitung Iluminasi (lux)

Sebelum menghitung iluminasi pada titik ujung jalan, maka sebelumnya perlu mencari dahulu jarak lampu ke ujung jalan



Dari ilustrasi *Phytagoras* tersebut didapatkan perhitungan :

$$\begin{aligned}
 r &= \sqrt{h^2 + l^2} \\
 &= \sqrt{13^2 + 7,2^2} \\
 &= \sqrt{220,84}
 \end{aligned}$$

$$= 14,86 \text{ meter}$$

Dengan tinggi tiang 13 meter dan jarak titik lampu ke ujung jalan 7,2 meter maka didapatkan persebaran intensitas cahaya lampu sampe ujung jalan adalah 14,86 meter. Setelah mendapatkan jarak lampu pada ujung jalan maka selanjutnya menghitung nilai iluminasi di titik ujung jalan

Dimana :  $h$  = Tinggi tiang (meter)

$l$  = Lebar jalan (meter)

Sehingga nilai iluminasi dapat diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} E &= \frac{I}{r^2} \cos \beta \\ &= \frac{I}{r^2} \times \frac{h}{r} \\ &= \frac{1050,95}{14,86^2} \times \frac{13}{14,86} \\ &= 4,14 \text{ lux} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan, iluminasi penerangan jalan tersebut belum sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan oleh BSN SNI 7391:2008, bahwasannya untuk tol Belmera ruas Tanjung Morawa sampai Bandar Selamat termasuk jenis jalan Arteri dengan akses jalan bebas hambatan yang mempunyai besar range penerangan 15-20 lux.

#### 4.1.6 Penentuan Jarak Antar Tiang

Diketahui : Tinggi tiang ( $h$ ) = 13 m

Lebar jalan ( $w$ ) = 7,2 m

Ditanya : Jarak antar tiang ( $e$ ) ?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} r_{1,3} &= \sqrt{h^2 + w^2} \\ &= \sqrt{13^2 + 7,2^2} \\ &= \sqrt{220,84} \\ &= 14,86 \text{ m} \end{aligned}$$

Menghitung intensitas penerangan pada lampu (I). Dengan diketahui EB standar penerangan adalah sebesar 15-20 lux (SNI 7391), tinggi tiang lampu (h), dan jarak lampu keujung jalan ( $r_1$  dan  $r_3$ ), maka besar intensitas penerangan diperoleh dengan rumus berikut :

$$\begin{aligned} I &= \frac{E_{B(\text{standar})} \times r_1;3^3}{h} \\ &= \frac{15 \times 14,86^3}{13} \\ &= 3786,20 \text{ cd} \end{aligned}$$

Menghitung jarak lampu ke ujung jalan, posisi 0,5 dari jarak antar tiang ( $r_2$  dan  $r_4$ ). Dengan posisi 0,5 dari jarak antar tiang, maka besar kuat penerangan lampu ke ujung jalan adalah  $\frac{1}{2} E_B$

$$\begin{aligned} r_{2;4} &= \sqrt[3]{\frac{Ih}{\frac{1}{2} E_B (\text{standar})}} \\ &= \sqrt[3]{\frac{3786,20 \times 13}{\frac{1}{2} \times 15}} \\ &= \sqrt[3]{6562,74} \\ &= 18,72 \text{ m} \end{aligned}$$

Dengan diketahuinya tinggi tiang lampu (h) yang akan digunakan dan besar jarak lampu ke ujung jalan, posisi 0,5 dari jarak antar tiang ( $r_2$  dan  $r_4$ ) maka dapat diperoleh nilai  $x_1$  dan  $x_2$

$$\begin{aligned} x_{1;2} &= \sqrt{18,72^2 - 13^2} \\ &= \sqrt{181,44} \\ &= 13,46 \end{aligned}$$

Dengan diketahuinya tinggi tiang lampu (h) yang akan digunakan dan besar jarak horizontal lampu ke ujung jalan, posisi 0,5 dari jarak antar tiang  $x_1$  dan  $x_2$  maka dapat diperoleh jarak antar tiang dengan rumus sebagai berikut

$$\begin{aligned} e &= 2(\sqrt{x_1^2 - w^2}) \\ &= 2(\sqrt{13,46^2 - 7,2^2}) \\ &= 2 \times 11,37 \end{aligned}$$

$$= 23 \text{ m}$$

Jarak antar tiang yang didapatnya setelah diperhitungkan yaitu 23 meter

#### 4.1.7 Menentukan Jumlah Titik Lampu

Jalan tol Belmera memiliki panjang 11000 meter dengan lebar jalan 7,2 meter, sedangkan jarak antar tiang yang akan digunakan bervariasi seperti jarak antar tiang untuk Ruas Tanjung Morawa 40 meter sedangkan jarak antar tiang untuk ruas Bandar selamat 35.

Diketahui : Panjang Jalan (L) = 11000 meter

Jarak antar tiang (S) T.morawa = 40 meter

Jarak antar tiang (S) B.selamat = 35 meter

Ditanya : Jumlah titik lampu (T) ?

Penyelesaian :

Ruas Tanjung Morawa

$$\begin{aligned} T &= \frac{L}{s} + 1 \\ &= \frac{11000 \text{ m}}{40 \text{ m}} + 1 \\ &= 276 \text{ titik lampu} \end{aligned}$$

Ruas Bandar Selamat

$$\begin{aligned} T &= \frac{L}{s} + 1 \\ &= \frac{11000 \text{ m}}{35 \text{ m}} + 1 \\ &= 315 \text{ titik lampu} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan manual menggunakan rumus didapatkan jumlah titik lampu pada ruas Tanjung morawa 276 titik lampu sedangkan ruas Bandar selamat 315 titik lampu.

#### 4.2 Menganalisis Lampu Penerangan Jalan

Menganalisis Lampu Penerangan Jalan pada tol Belmera ruas Tanjung Morawa sampai ke Bandar Selamat dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Analisis Lampu Penerangan Jalan

No	Uraian	Perhitungan	Standar	Keterangan
1	Tinggi tiang lampu	13 meter	13 meter	Standar Nasional

2	Iluminasi	4,14 lux	15-20 lux	Tidak Standar Nasional
3	Jarak antar lampu	23 meter	30 meter	Tidak Standar Nasional

Dari Tabel diatas didapatkan bahwa lampu penerangan jalan umum di Tol Belmera ruas Tanjung Morawa dan Bandar Selamat memiliki tinggi lampu yang sesuai dengan standar nasional indonesia tetapi untuk iluminasi atau intensitas penerangan dan jarak lampu penerangan jalan tidak memenuhi standar nasional indonesia.

### 4.3 Konsumsi Energi Listrik

#### 1. Daya Listrik

Berdasarkan jumlah lampu dengan daya 120 Watt, maka daya yang mengalir pada penerangan jalan umum ini dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P_{\text{total}} &= \text{daya lampu (P)} \times \text{jumlah lampu (N)} \\
 &= 120 \text{ watt} \times 115 \\
 &= 13800 \text{ Watt} \\
 &= 13,8 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{total}} &= \text{daya lampu (P)} \times \text{jumlah lampu (N)} \\
 &= 120 \text{ watt} \times 48 \times 2 \text{ (karena memakai tiang lengan ganda)} \\
 &= 11520 \text{ Watt} \\
 &= 11,52 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Jumlah daya yang dikonsumsi untuk penerangan jalan umum di jalan tol Belmera ruas Tanjung Morawa sampai Bandar Selamat saat menggunakan lampu LED 120 Watt sebesar 13,8 kW untuk tiang lengan tunggal dan 11,52 kW untuk tiang lengan ganda.

#### 2. Perhitungan Energi Listrik

Pola operasi penerangan jalan umum telah ditentukan dengan waktu tertentu, yaitu pukul 18.00 menyala dan 06.00 akan mati, sehingga lampu beroperasi selama 12 jam. Energi yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

Tiang lampu lengan tunggal

$$E_{\text{load}} = P_{\text{load}} \times t$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Daya lampu} \times \text{jumlah lampu} \times \text{lama pemakaian beban} \\
 &= (120 \times 115) \times 12 \\
 &= 165.600 \text{ Wh} \\
 &= 165,06 \text{ kWh per hari}
 \end{aligned}$$

Tiang lampu lengan ganda

$$\begin{aligned}
 E_{load} &= P_{load} \times t \\
 &= \text{Daya lampu} \times \text{jumlah lampu} \times \text{lama pemakaian beban} \\
 &= (120 \times 48 \times 2) \times 12 \\
 &= 138.240 \text{ Wh} \\
 &= 138,24 \text{ kWh per hari}
 \end{aligned}$$

### 3. Perhitungan Biaya Konsumsi Energi

Listrik Biaya penggunaan energi listrik pada penerangan jalan umum (PJU) dipengaruhi oleh besarnya daya langganan beban ke perusahaan penyedia energi listrik dan daya lampu yang terpasang pada masing-masing titik PJU.

#### PENETAPAN PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT)

JULI - SEPTEMBER 2023

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)	
1.	R-1/TR	900 VA-RTM	*)	1.352,00	1.352,00
2.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.444,70	1.444,70
3.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.444,70	1.444,70
4.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.699,53	1.699,53
5.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.699,53	1.699,53
6.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.444,70	1.444,70
7.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
8.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
9.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LWBP = 996,74 kVArh = 996,74 ****)	-
10.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.699,53	1.699,53
11.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.415,01 Blok LWBP = 1.415,01 kVArh = 1.622,88 ****)	-
12.	P-3/TR		*)	1.699,53	1.699,53
13.	L/TR, TM, TT		-	1.644,52	-

Kajian ini menggunakan tarif per bulan yaitu Rp. 1699,53. Dari gambar diatas dapat diketahui perhitungan biaya energi listrik tiap bulan untuk PJU adalah sebagai berikut :

- Biaya pemakaian = Daya (kW) x jam nyala x tarif P-3/TR
- Biaya listrik per tahun = 12 x biaya pemakaian

Berikut perhitungan biaya listrik PJU :

Diketahui : jumlah tiang = 163

$$\text{Daya lampu} = 120 = 0,12 \text{ kW}$$

$$\text{Jam nyala} = 12 \text{ jam}$$

$$\text{Tarif bulan} = \text{Rp. } 1699,53/\text{kWh}$$

Penyelesaian :

Biaya pemakaian per bulan = 163 x 0,12 kW x 12 jam x 30 hari x Rp.1699,53/kWh

$$= \text{Rp } 11.967.410,448$$

Biaya listrik per tahun = 12 x Rp 11.967.410,448

$$= \text{Rp. } 143.608.925,38$$

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Hasil analisis lampu penerangan jalan umum di tol Belmera ruas Tanjung Morawa sampai Bandar Selamat dapat disimpulkan menjadi beberapa hal, antara lain :

1. Ruas Tanjung Morawa sampai Bandar selamat memiliki panjang jalan 11000 meter atau 11 Km dengan lebar jalan 7,2 meter. Jumlah titik lampu yang terpasang yaitu 163 titik lampu dengan jarak antar tiang adalah 35 - 40 meter. Pada perhitungan didapatkan hasil sudut kemiringan  $16,26^\circ$  dengan intensitas cahaya 1050,95 candella dan fluks cahaya 13199,93 lumen. Dari pengukuran intensitas yang digunakan menggunakan alat lux meter terhadap 5 tiang didapatkan bahwa iluminasi tersebut belum sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan oleh BSN SNI 7391:2008. Dari hasil yang didapatkan nilai iluminasi sebesar 4,14 lux. Jarak antar tiang yang diperhitungkan didapatkan bahwa jarak antar tiangnya yaitu 23 meter dan jumlah titik lampu untuk ruas Tanjung Morawa 276 titik lampu dan Bandar Selamat 315 titik lampu.
2. Analisa pada lampu penerangan jalan umum di Tol Belmera ruas Tanjung Morawa dan Bandar Selamat didapatkan bahwa tinggi lampu sudah sesuai dengan standar nasional indonesia tetapi untuk iluminasi atau intensitas penerangan dan jarak lampu penerangan jalan tidak memenuhi standar nasional indonesia.
3. Berdasarkan perhitungan untuk penerangan jalan umum di tol belmera Ruas Tanjung Morawa sampai Bandar selamat didapatkan daya listrik untuk tiang lengan tunggal 13,8 kW dan tiang lengan ganda 11,52 kW sedangkan biaya konsumsi penggunaan energi listrik sebesar Rp. 11.967.410,448 / bulan



## 5.2 Saran

1. Penulis berharap pada penelitian selanjutnya menggunakan sebuah aplikasi atau software yang lebih baik lagi agar mendapatkan hasil yang lebih akurat.
2. Dalam menganalisa penerangan jalan umum harus mengetahui penentuan jenis lampu, penentuan jarak antar tiang dan tinggi tiang.
3. Perlunya evaluasi kembali untuk lampu penerangan jalan yang digunakan agar tingkat pencahayaan tersebut memenuhi standar nasional indonesia (SNI) tentang penerangan jalan umum.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Hidayat, Y. Mappesse, and “Firdaus,” “Studi Perencanaan Instalasi Penerangan Jalan Umum (PJU) Menggunakan Panel Surya di Desa Pesse Kecamatan Donri Donri Kabupaten Soppeng,” *Dr. Diss. Univ. Negeri Makassar*, 2021.
- [2] R. Rudini, E. Priatna, and I. Usrah, “Analisis Pencahayaan Penerangan Jalan Umum Di Jalan Tol Kabupaten Pangandaran Dan Peluang Hemat Energi,” *J. Energy Electr. Eng.*, vol. 3, no. 1, 2021, doi: 10.37058/jeee.v3i1.2693.
- [3] A. Effendi and A. Suryana, “Evaluasi Sistem Pencahayaan Lampu Jalan Di Kecamatan Sungai Bahar,” *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 2, no. 2, pp. 86–94, 2013.
- [4] E. D. Nursita, “Penentuan Jarak Antar Tiang Penerangan Jalan Umum Untuk Jalan Lurus Dan Jalan Melengkung Pada Jalan Tol Ruas Lingkaran Luar Jakarta W2 Utara Seksi I,” *Energi & Kelistrikan*, vol. 12, no. 2, pp. 121–130, 2020, doi: 10.33322/energi.v12i2.1063.
- [5] M. Syukri, T. Multazam, and A. Malek, “Perencanaan Sistem Penerangan Jalan Umum di Kampus UNIDA,” *J. Serambi Eng.*, vol. 6, no. 4, pp. 2493–2498, 2021, doi: 10.32672/jse.v6i4.3526.
- [6] N. Nurdiana, “Evaluasi Iluminasi Lampu Penerangan Jalan Soekarno - Hatta Palembang,” *J. Ampere*, vol. 1, no. 2, p. 1, 2017, doi: 10.31851/ampere.v1i2.896.
- [7] G. Andre Agusta Putra, I. K. Wijaya, and I. W. Arta Wijaya, “Analisis Perhitungan Ulang Lampu Penerangan Jalan Bypass Ngurah Rai,” *J. SPEKTRUM*, vol. 7, no. 4, p. 124, 2020, doi: 10.24843/spektrum.2020.v07.i04.p16.
- [8] N. Shamin and N. A. K. Demak, “Evaluasi Tingkat Penerangan Jalan Umum (Pju) Di Kota Gorontalo,” *Sekol. Tinggi Tek. Bina Taruna*

*Gorontalo*, vol. 7, no. 1, pp. 44–61, 2018.

- [9] A. Y. Goetama, “Perencanaan instalasi penerangan jalan umum pada jalan soekarno hatta bontang,” *Politek. Negeri Samarinda*, 2017.
- [10] A. Effendi; and M. Aldifian, “Perencanaan Penerangan Jalan Umum Jalan Lingkar Utara Kota Solok,” *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 1 No.2, no. Januari 2012, p. 9, 2012.
- [11] S. Maryadi, “Buku Informasi Menginspeksi penerangan jalan umum (pju),” pp. 1–81, 2015.
- [12] P. Bunga, M. Pakiding, and S. Silimang, “Perancangan Sistem Pengendalian Beban Dari Jarak Jauh Menggunakan Smart Relay,” *E-Journal Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 4, no. 5, pp. 65–75, 2015.
- [13] M. Andean, “Analisa penggunaan energi listrik dan biaya pada mesin chiller di Transmart Kota Mataram Analysis of the use of electrical energy and costs in chiller machines at Transmart Mataram City,” vol. 6, no. 2, pp. 1–7, 2023.
- [14] M. Wahid, A., Junaidi, & Arsyad, “Analisis Kapasitas Dan Kebutuhan Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik,” *J. Tek. Elektro UNTAN*, 2014.
- [15] N. Setiaji, Sumpena, and A. Sugiharto, “Analisis Konsumsi Daya Dan Distribusi Tenaga Listrik,” *J. Teknologi Ind.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–8, 2022.
- [16] E. Zondra, Atmam, and H. Yuvendius, “Analisis Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Di Gedung Madrasah Ibtidaiyah Muhammadiyah I Pekanbaru,” *SainETIn*, vol. 3, no. 2, pp. 50–58, 2019, doi: 10.31849/sainetin.v3i2.3044.
- [17] ESDM, “Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Nomor 28 tahun 2016,” *Esdm*, no. 879. pp. 2004–2006, 2016.
- [18] E. Kedua, *Pengantar Standardisasi*. 2014.

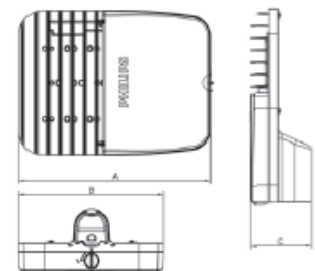
- [19] M. Mustaqim and M. Haddin, "Perhitungan Kuat Cahaya Pada Penerangan Jalan Umum Berstandar SNI 7391:2008," *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 6, no. 1, p. 106, 2017, doi: 10.36055/setrum.v6i1.2260.
- [20] Badan Standardisasi Nasional (BSN), "Spesifikasi Penerangan Jalan di Kawasan Perkotaan," *Sni 73912008*, pp. 1–41, 2008.
- [21] Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi, "Efisiensi Energi Pencahayaan Jalan Umum, Buku II: Perencanaan Sistem PJU Efisiensi Energi," *Jakarta Dirjen Energi Terbarukan dan Konversi Energi*, 2014.

## LAMPIRAN

### 1. Spesifikasi Lampu Yang Digunakan

Merk	PHILIPS	
Tipe	BRP372 LED I31/NW 120W 220-240V DM MPI	
Lama Garansi (Tahun)	3	
Daya Input (Watt)	120	
Lumen Output (lm)	13100	
V in (V AC)	220-240	
Frekuensi (Hz)	50-60	
Faktor Power	0.95	
THD	19.9	
IP Modul	66	
IP Driver	66	
Distribusi Cahaya	DM	
Color Temp (K)	4000	
Dimensi Luminer	P (mm)	522
	L (mm)	318
	T (mm)	136
Berat (gram)	8000	
Ketersediaan Proteksi	Surge protection, IK 08	
Bahan Dasar Rumah Lampu	Die-cast aluminium	
Merk LED Chip	Nichia	
Merk Driver	PHILIPS	
Max. Rating Surge Protection (kV)	10	
Pilihan	Sudah memiliki sertifikasi lengkap, mekanikal, elektrikal, dan optikal	

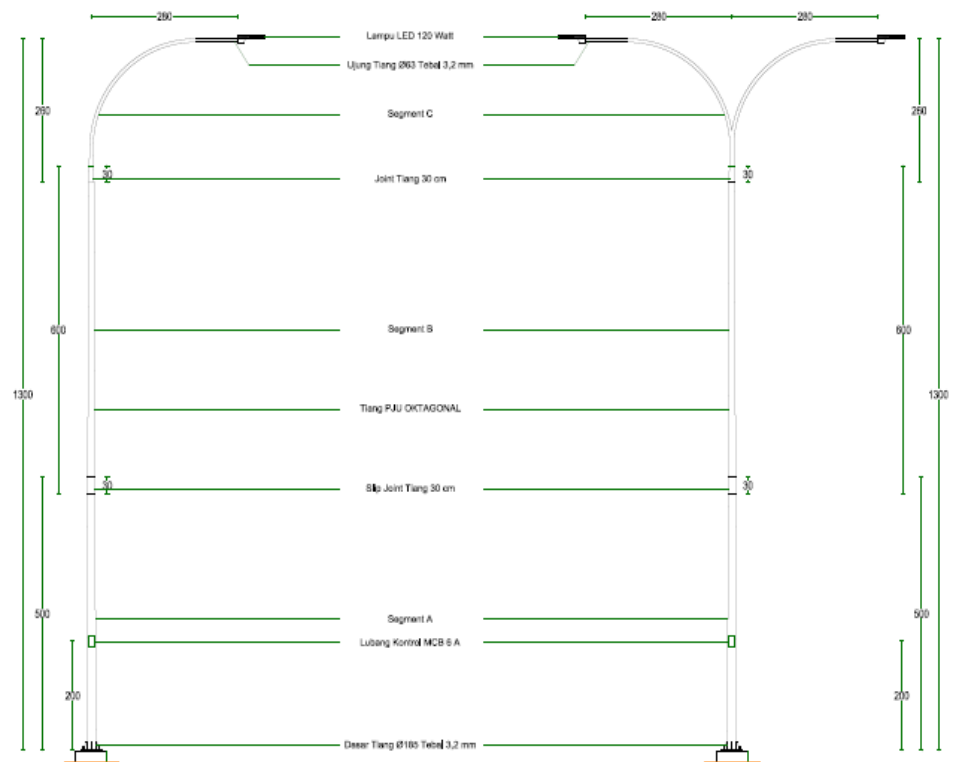
### Dimensi Produk



### 2. Lampu Pada Malam Hari



### 3. Tiang Listrik



DETAIL TIANG PJJ SINGLE LAMP

DETAIL TIANG PJJ DOUBLE LAMP



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<https://fatek.umsu.ac.id> [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id) [f umsumedan](https://www.facebook.com/umsu.medan) [@ umsumedan](https://www.instagram.com/umsu.medan) [umsumedan](https://www.youtube.com/umsu.medan) [umsumedan](https://www.youtube.com/umsu.medan)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN  
DOSEN PEMBIMBING**

**Nomor :267/.3AU/UMSU-07/F/2023**

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Elektro Pada Tanggal 07 Maret 2023 dengan ini Menetapkan :

Nama : AULIA SYAVITRI  
Npm : 2007220092 P  
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO  
Semester : 8 ( DELAPAN )  
Judul Tugas Akhir : ANALISIS LAMPU PENERANGAN JALAN UMUM DI TOL  
BELMERA ( STUDI KASUS DI TOL TANJUNG MORAWA SAMPAI  
AMPLAS .

Pembimbing : Ir ABDUL AZIS HUTASUHUT MM

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Elektro .
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.

Medan, 13 Syaban 1444 H

07. Maret 2023 M

Dekan

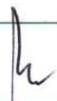
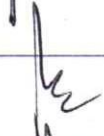
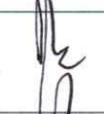



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT

NIDN: 0101017202



NAMA : AULIA SYAVITRI  
 NPM : 2007220092P  
 JUDUL : ANALISIS LAMPU PENERANGAN JALAN UMUM DI TOL BELMERA (STUDI KASUS DI TOL TANJUNG MORAWA SAMPAI AMPLAS)

No	Keterangan	Tanggal	Paraf
1.	Ass. Pendahuluan / judul & Bab I	11/3-'23	
2.			
3.	Ass. Bab II perantara acuan / Green planis TA	20/4-'23	
4.	Ass. Bab III	21/6-'23	
5.	Ass. Bab I & Bab III Ass. Simpro	16/7-'23	
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

DOSEN PENDAMPING/PEMBIMBING,



(Ir. Abdul Aziz M.M)





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

Jl. Kapt. Mochtar Basri Street No.3 Medan - 20238, Telp. (061) 6619056  
Website: <http://www.umsu.ac.id> Email: [rector@umsu.ac.id](mailto:rector@umsu.ac.id)

NAMA : AULIA SYAVITRI  
NPM : 2007220092P  
JUDUL : ANALISIS LAMPU PENERANGAN JALAN UMUM DI TOL BELMERA BERDASARKAN STANDAR NASIONAL INDONESIA (SNI)

No	Keterangan	Tanggal	Paraf
1.	Evaluasi hasil Skripsi	20/7-'23	
2.	Ass. Bab III & Bab IV	1/8-'23	
3.	Ass. & Evaluasi Bab IV	10/8-'23	
4.	Pengumpulan Bab IV	18/8-'23	
5.	Ass. Bab I & Bab II	25/8-'23	
6.	Evaluasi keseluruhan tulisan TA.	10/9-'23	
7.	Ass. mengi kanti Skripsi per	15/9-'23	
8.	gpt. mengi kanti Sibang Sajian	20/9-'23	
9.			
10.			

DOSEN PENDAMPING/PEMBIMBING,

(Ir. Abdul Aziz M.M.)

## BIODATA PENULISAN

### 1. Identitas Diri

Nama Lengkap : Aulia Syavitri

Tempat dan Tanggal Lahir : Medan, 15 Juli 1998

Jurusan/Program Studi : Teknik / Teknik Elektro

NIM : 2007220092P

Alamat : Dsn I Jl. B. Kuis G Sentosa 4-B  
Kel. Buntu Bedimbar Kec. Tanjung  
Morawa

No. Telepon/Hp : 085359739356

Alamat email : [auliasyavitri15@gmail.com](mailto:auliasyavitri15@gmail.com)

Judul Skripsi : Analisis Lampu Penerangan Jalan Umum Di Tol Belmera  
Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI)



### 2. Riwayat Pendidikan

No	Pendidikan	Asal Sekolah	Jurusan	Tahun
1	SMP	SMP Negeri 1 Tanjung Morawa	-	2013
2	SMA	SMA Swasta Nur Azizi T. Morawa	IPA	2016
3	D3	Politeknik Negeri Medan	Teknik Konversi Energi	2019

# ANALISIS LAMPU PENERANGAN JALAN UMUM DI TOL BELMERA BERDASARKAN STANDAR NASIONAL INDONESIA (SNI)

Aulia Syavitri<sup>1</sup>, Ir Abdul Aziz Hutasuhut M.M<sup>2</sup>

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Elektro

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utar

Jln. Kapten Muchtar Basri No. 3 Telp (061) 6624567 Medan 20238

Email : [auliasyavitri15@gmail.com](mailto:auliasyavitri15@gmail.com)

**ABSTRAK** - Penerangan jalan umum adalah lampu penerangan yang digunakan oleh umum dan dipasang pada ruas tertentu. Pencahayaan yang cukup adalah salah satu aspek pendukung keselamatan. Selain dari penerangan kendaraan sendiri, ketersediaan lampu penerangan jalan atau penerangan jalan umum (PJU) adalah hal yang sangat penting dan diperhatikan dengan benar. Tujuan penelitian ini adalah menghitung intensitas cahaya dan iluminasi (lux), menganalisis lampu penerangan sesuai standar nasional (SNI) dan menghitung konsumsi energi listrik. Metode pengumpulan data yang dilakukan dengan data primer dan data sekunder. Penelitian ini mengambil analisis penerangan jalan umum (PJU) yang terpasang pada gerbang tol Belmera ruas Tanjung Morawa sampai Bandar Selamat. Ruas tol Tanjung Morawa sampai Bandar Selamat memiliki panjang jalan 11000 meter dengan lebar jalan 7,2 meter dan bahu dalam 1,5 meter serta bahu luar 2 meter. Jumlah tiang yang terpasang yaitu 163 dengan jarak antar tiang adalah 35-40 meter. Berdasarkan perhitungan yang didapatkan dengan menggunakan lampu LED 120 watt hasil sudut kemiringan  $16,26^{\circ}$ , intensitas cahaya sebesar 1050,95 Candella dan fluks cahaya 13199,93 lumen. Nilai iluminasi yang didapatkan yaitu sebesar 4,14 lux dengan jarak antar tiang 23 meter dan jumlah titik lampu untuk Tanjung Morawa 276 sedangkan Bandar Selamat 315 lampu. Analisa pada lampu penerangan jalan umum di Tol Belmera ruas Tanjung Morawa dan Bandar Selamat didapatkan bahwa tinggi lampu sudah sesuai dengan standar nasional indonesia tetapi untuk iluminasi atau intensitas penerangan dan jarak lampu penerangan jalan tidak memenuhi standar nasional indonesia. Biaya konsumsi energi listrik yang digunakan untuk Lampu penerangan jalan umum sebesar Rp.11.967.410,448

Kata Kunci : Pencahayaan, Standar Nasional Indonesia (SNI), Jalan Bebas Hambatan/Tol, Tiang lampu.

**ABSTRACT** - Public street lighting is lighting that is used by the public and installed on certain sections. Adequate lighting is one aspect of supporting safety. Apart from the vehicle's own lighting, the availability of street lighting or public road lighting (PJU) is very important and must be properly considered. The aim of this research is to calculate light intensity and illumination (lux), analyze lighting according to national standards (SNI) and calculate electrical energy consumption. The data collection method was carried out using primary data and secondary data. This research takes an analysis of public road lighting (PJU) installed at the Belmera toll gate for the Tanjung Morawa to Bandar Selamat section. The Tanjung Morawa to Bandar Selamat toll road section has a road length of 11,000 meters with a road width of 7.2 meters and an inner shoulder of 1.5 meters and an outer shoulder of 2 meters. The number of poles installed is 163 with a distance between poles of 35-40 meters. Based on calculations obtained using a 120 watt LED lamp, the result is a tilt angle of  $16.26^{\circ}$ , a light intensity of 1050.95 Candella and a light flux of 13199.93 lumens. The illumination value obtained was 4.14 lux with a distance between poles of 23 meters and the number of light points for Tanjung Morawa was 276 while for Bandar Selamat it was 315 lights. Analysis of public road lighting on the Tanjung Morawa and Bandar Selamat sections of the Belmera Toll Road found that the height of the lights complies with Indonesian national standards, but the illumination or lighting intensity and distance of street lighting do not meet Indonesian national standards. The cost of consuming electrical energy used for public street lighting is IDR 11,967,410,448

Keywords : Lighting, Indonesian National Standards (SNI), Freeway/Toll Roads, Lampposts.

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan zaman dan kemajuan teknologi yang semakin pesat mengakibatkan kebutuhan akan energi sangat tinggi. Kebutuhan energi di Indonesia masih mengandalkan minyak bumi sebagai sumber utama kebutuhan energi. Salah satu pemakaian listrik yang banyak digunakan masyarakat saat ini adalah sebagai sumber penerangan. Penerangan jalan umum adalah lampu penerangan yang digunakan oleh umum, dan biasanya dipasang pada sebuah ruas jalan tertentu. Pencahayaan jalan umum atau sering disebut sebagai penerangan jalan umum (PJU) memiliki fungsi sebagai alat bantu navigasi bagi pengguna jalan di malam hari, meningkatkan keamanan dan keselamatan pengguna jalan khususnya pada malam hari agar terhindar dari kriminalitas, menambah unsur estetika, dan juga dapat memberikan nilai tambah ekonomi bagi suatu daerah. Dibalik keuntungan yang didapatkan, lampu penerangan jalan umum harus menghasilkan pencahayaan yang sesuai dengan ketentuan Standar Nasional Indonesia. Beberapa permasalahan yang tidak sesuai dengan standar SNI sering dijumpai pada penerangan jalan umum antara lain jarak antar tiang penerangan jalan yang tidak sama dan dapat mempengaruhi kualitas penerangan yang akan diberikan, tinggi tiang lampu penerang jalan yang tidak sesuai standar nasional, pemasangan lampu penerangan yang tidak tertata dengan baik dan tidak berstandar SNI, pemilihan jenis lampu dan daya lampu yang tidak sesuai dengan standart SNI [2].

Pada jalan tol yang bertujuan untuk mengurangi kemacetan, mempersingkat jarak dan waktu tempuh dari satu tempat ke tempat lain sangat dibutuhkan penerangan jalan dengan tujuan utama untuk menghasilkan kekontrasan antara objek dan permukaan jalan, sebagai alat bantu

navigasi pengguna jalan, meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan khususnya pada malam hari, mendukung keamanan lingkungan, dan memberikan keindahan lingkungan jalan [4] . Penerangan lampu jalan harus memiliki lima kriteria utama sehingga akan menghasilkan kualitas dan kenyamanan pada penerangan lampu jalan.. Pencahayaan yang optimal dilihat berdasarkan kondisi dimana kemampuan cahaya mampu melihat objek-objek yang dikerjakan secara jelas dan cepat [5] . Hal lain yang juga sangat beresiko akibat minimnya pencahayaan PJU adalah membuat jarak pandang pengemudi menjadi terbatas. Banyak hal yang mungkin terjadi misalnya saja seperti tidak dapat menghindari jalan yang berlubang, kemungkinan lain kecelakaan terjadi akibat jarak pandang terbatas yang membuat pengemudi tidak bisa melihat kondisi kendaraan lain yang saling melintas, untuk mengatasi masalah tersebut maka perlu adanya solusi diantaranya dengan menganalisis kualitas lampu penerangan jalan umum tersebut sehingga mempunyai efisiensi yang tinggi dan mempunyai intensitas cahaya yang cukup. Intensitas lampu penerangan jalan umum juga harus sesuai dengan ketentuan agar lampu penerangan jalan umum dapat beroperasi dengan baik yang bersesuaian dengan standar yang diatur seperti yang terdapat dalam dokumen Standar Nasional Indonesia (SNI).

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini yaitu:

4. Menghitung intensitas cahaya dan iluminasi (lux) lampu penerangan jalan umum di tol Belmera
5. Menganalisis lampu penerangan jalan umum sesuai standar nasional indonesia (SNI)
6. Menghitung konsumsi energi listrik yang digunakan lampu penerangan jalan umum di tol Belmera

## II. LANDASAN TEORI

### A. Sistem Pencahayaan

Sistem pencahayaan yang baik harus dapat memenuhi tiga kriteria utama, yaitu kualitas, kuantitas, dan aturan pencahayaan. Dalam pedoman standar pencahayaan haruslah dipahami mengenai cahaya dan sistem satuan, agar tidak mengalami kesulitan dalam hal pengukuran pencahayaan di lapangan serta batasan luas bidang kerja yang diukur. Cahaya adalah suatu gejala fisis, perambatan cahaya diruang bebas dilakukan oleh gelombang-gelombang elektromagnetik yang artinya cahaya juga merupakan suatu gejala getaran. Sistem Pencahayaan dibagi 2 yaitu sistem pencahayaan alami dan sistem cahaya buatan.

### B. Lampu Penerangan Jalan

Lampu penerangan jalan ialah suatu alat untuk melengkapi sarana jalan yang dalam pemasangannya biasanya dipasang di pinggir jalan atau bisa juga dipasang ditengah jalan atau median jalan. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam pemasangan penerangan jalan, penting untuk memperhatikan lokasi pada area jalan.

Tujuan utama dari penerangan jalan adalah untuk menghasilkan kecepatan, keakuratan, dan kenyamanan penglihatan di waktu malam hari.. Berdasarkan Badan Standarisasi Nasional (BSN SNI 7391:2008) tentang penerangan jalan di kawasan perkotaan memiliki fungsi antara lain :

1. Menghasilkan kekontrasan antar objek dan permukaan jalan.
2. Sebagai alat bantu navigasi bagi pengguna jalan.
3. Meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan, khususnya pada malam hari.

4. Mendukung keamanan lingkungan.

5. Memberikan keindahan lingkungan jalan.

Jenis lampu penerangan jalan ada beberapa jenis antara lain :

1. Lampu tabung fluorescent tekanan rendah
2. Lampu gas merkuri tekanan tinggi (MBF/U)
3. Lampu sodium bertekanan rendah (SOX)
4. Lampu gas sodium tekanan tinggi (SON)
5. LED

Berdasarkan SNI 7391 : 2008 kuat rata-rata penerangan tiap jalan berbeda- beda sesuai jenis jalannya.

Jenis jalan trotoar : 1 - 4 lux

Jenis jalan lokal : 2 - 5lux

Jenis jalan kolektor : 3 - 7 lux

Jenis jalan arteri : 11 - 20 lux

Jenis jalan arteri dengan akses kontrol,jalan bebas hambatan : 15 - 20 lux

Jenis jalan layang,simpang susun dan terowongan : 20 - 25 Lux

### C. . Tiang Penerangan Jalan

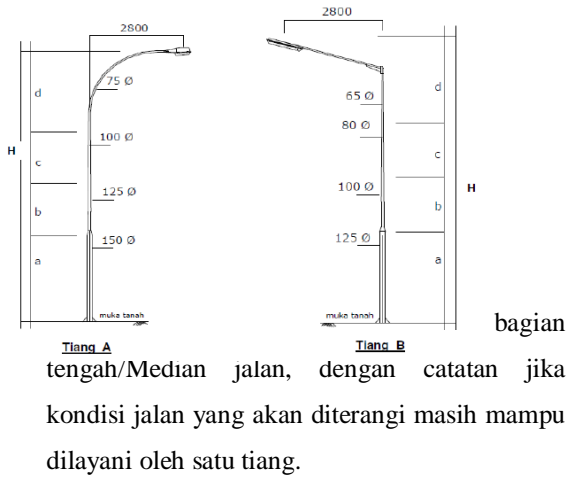
Tiang merupakan sebuah komponen yang digunakan untuk menopang lampu dari bahan logam atau bahan non-logam yang digunakan untuk menambatkan Luminer serta komponen-komponen Alat Penerangan Jalan yang lain. Beberapa jenis tiang yang digunakan untuk lampu jalan adalah tiang besi dan tiang octagonal [10].

### D. Jenis Tiang Penerangan Jalan

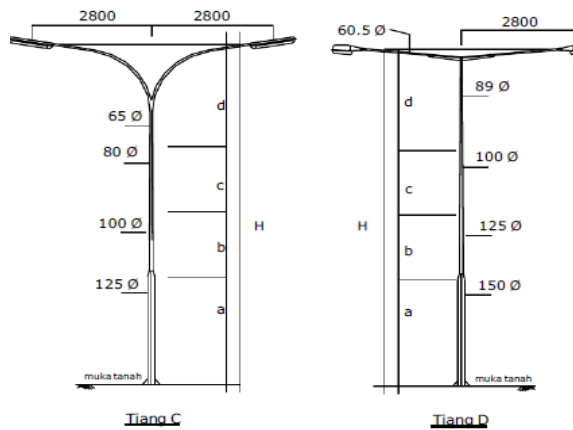
Berdasarkan bentuk lengannya, tiang lampu jalan dapat dibagi menjadi beberapa bagian sebagai berikut :

1. Tiang lampu dengan lengan tunggal.

Tiang lampu ini pada umumnya diletakkan pada sisi kiri atau kanan jalan.

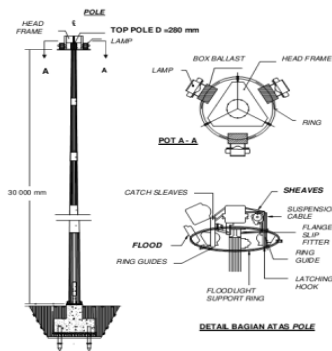


tengah/Median jalan, dengan catatan jika kondisi jalan yang akan diterangi masih mampu dilayani oleh satu tiang.



3. Tiang lampu tegak (tanpa lengan)

Tiang lampu ini terutama diperlukan untuk menopang lampu menara, yang pada umumnya ditempatkan di persimpangan-persimpangan jalan ataupun tempat-tempat yang luas seperti interchange, tempat parkir, dll



Standar Tiang Penerangan

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 27 Tahun 2018 Tentang Alat Penerangan Jalan pasal 46 Tiang utama Alat Penerangan Jalan sebagaimana dimaksud memiliki ukuran ketinggian yang ditentukan berdasarkan fungsi dan geometri jalan, yaitu:

- a. Jalan bebas hambatan ketinggian tiang paling rendah 13.000 (tiga belas ribu) milimeter atau 13 meter, dengan jarak antar tiang 30 meter.
- b. Jalan arteri ketinggian tiang paling rendah 9.000 (sembilan ribu) milimeter atau 9 meter, dengan jarak antar tiang 30 meter.
- c. Jalan kolektor ketinggian tiang paling rendah 7.000 (tujuh ribu) milimeter atau 7 meter, dengan jarak antar tiang 30 meter.
- d. Jalan lokal ketinggian tiang paling tinggi 7.000 (tujuh ribu) milimeter atau 7 meter, dengan jarak antar tiang 30 meter.
- e. Jalan lingkungan ketinggian paling tinggi 5.000 (lima ribu) milimeter atau 5 meter, dengan jarak antar tiang 20 meter.
- f. Taman dan ruang parkir ketinggian tiang disesuaikan dengan ruang yang tersedia dan kebutuhan pencahayaan.

E. Perangkat Hubung Bagi (PHB)

Perangkat Hubung Bagi (PHB) adalah suatu perlengkapan atau peralatan listrik yang berfungsi sebagai pengukur, pengendali, penghubung, pelindung, dan pembagi tenaga listrik dari sumber tenaga listrik.

#### F. Konsumsi Energi

Konsumsi energi listrik adalah banyaknya energi listrik yang digunakan selama beberapa waktu dan hasil perkalian antara besarnya daya dengan lamanya penggunaan. Konsumsi energi listrik dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Konsumsi perhari} = \text{watt} \times \text{jam}$$

#### G. Energi Listrik

Energi menurut Eugene C. Lister yang diterjemahkan oleh Hanapi Gunawan (1993) bahwa energi merupakan kemampuan untuk melakukan kerja, energi merupakan kerja tersimpan. Energi hanya dapat diubah dari suatu bentuk ke bentuk energi yang lain. Demikianlah pula energi listrik yang merupakan hasil perubahan energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik. Bila daya diukur dalam watt jam, maka:

$$W = P \times t$$

Keterangan :

W = Energi listrik (watt jam)

P = Daya Listrik (Watt)

t = Waktu (Jam)

#### H. Daya Listrik

Daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik. Daya listrik menyatakan banyaknya energi listrik yang terpakai setiap detiknya. Satuan daya listrik adalah Watt [15]. Pada dasarnya daya listrik dibagi menjadi 3 yaitu :

4. Daya nyata atau daya aktif (Watt)
5. Daya Semu (VA)
6. Daya reaktif (VAR)

#### I. Beban Listrik

Beban listrik (*Load*) merupakan total daya aktif dan/atau reaktif yang dikonsumsi oleh suatu peralatan yang terkoneksi ke sistem daya. Beban listrik (*load*) diklasifikasikan menjadi 3, yaitu :

- a. Beban Resistif
- b. Beban Induktif
- c. Beban Kapasitif

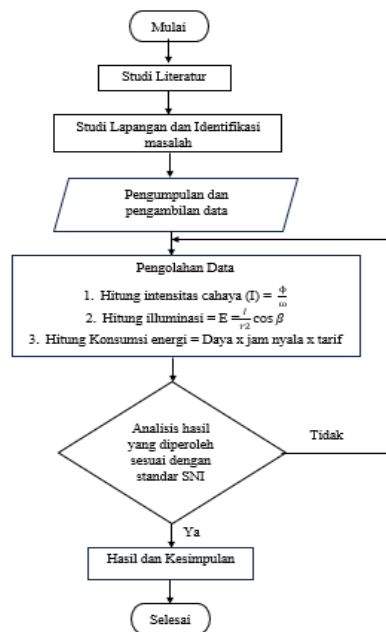
#### J. Tarif Dasar Listrik (TDL)

Tarif dasar listrik adalah tarif yang dikenakan kepada konsumen yang menggunakan energi listrik yang disediakan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). Berdasarkan Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No.28 tahun 2016, telah diterapkan tarif dasar listrik ditetapkan berdasarkan golongan tarif yang diberlakukan sama di seluruh wilayah Republik Indonesia [17]. Tarif tenaga listrik dibedakan atas beberapa golongan, antara lain :

1. Tarif tenaga listrik untuk keperluan pelayanan social
2. Tarif tenaga listrik untuk keperluan rumah tangga
3. Tarif tenaga listrik untuk keperluan bisnis
4. Tarif tenaga listrik untuk keperluan industry
5. Tarif tenaga listrik untuk keperluan kantor pemerintah dan penerangan jalan umum
6. Tarif tenaga listrik untuk keperluan tranksi pada tegangan menengah, dengan daya diatas 200 kVA (T/TM) diperuntukkan bagi perusahaan kereta listrik.

Lampu penerangan jalan merupakan golongan tarif P-3/TR yang biaya pemakaian(kWh) sebesar Rp1.699,53/kWh.

### III. METODE



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

### IV. Hasil dan Pembahasan

#### Sudut kemiringan stang ornamen

Menghitung sudut *stang ornamen* dengan menggunakan rumus  $t = \sqrt{h^2 + c^2}$

Diketahui : Tinggi tiang (h) = 13 Meter

Jarak horizontal lampu ke tengah jalan  
(c) = 3,6 Meter

Ditanya : Jarak lampu ke tengah – tengah jalan (t)  
?

Penyelesaian :

$$t = \sqrt{h^2 + c^2}$$

$$t = \sqrt{13^2 + 3,6^2}$$

$$t = \sqrt{181,96}$$

$$t = 13,48 \text{ meter}$$

$$\text{maka, } \cos \varphi = \frac{h}{t}$$

$$= \frac{13}{13,48}$$

$$\varphi = \cos^{-1} 0.96$$

$$\varphi = 16,26^\circ$$

Jadi sudut kemiringan stang ornamennya adalah  $16,26^\circ$

#### Menghitung Intensitas Cahaya

Diketahui :

Fluks cahaya dalam lumen ( $\Phi$ ) = 13100 lumen

Daya listrik dalam Watt (P) = 120 watt

Ditanya : Intensitas cahaya (I) ?

Penyelesaian :

$$K = \frac{\Phi}{P}$$

$$= \frac{13100 \text{ lm}}{120 \text{ w}} = 110 \text{ lm/w}$$

Besarnya fluks cahaya ( $\Phi$ ) dalam lumen dapat dicari menggunakan Persamaan sebagai berikut

$$\begin{aligned} \Phi &= K \times P \\ &= 110 \text{ lm/w} \times 120 \text{ w} \\ &= 13200 \text{ lm} \end{aligned}$$

Maka intensitas yang didapatkan persamaan dengan besarnya nilai efikasi cahaya rata-rata lampu led sebesar 110 lm/Watt, dengan daya lampu 120 Watt dan besar sudut ruang adalah  $\omega = 4\pi$ , maka diperoleh:

$$\begin{aligned} I &= \frac{K \times P}{\omega} \\ &= \frac{110 \times 120}{4\pi} \end{aligned}$$



$$= 1050,95 \text{ cd}$$

### Fluks Cahaya

Diketahui : Intensitas cahaya (I) = 1050,95

Besar sudut ruang  $\omega = 4\pi$  ( $\pi = 3,14$ )

Ditanya : Fluks cahaya ?

Penyelesaian :

$$I = \frac{\Phi}{\omega}$$

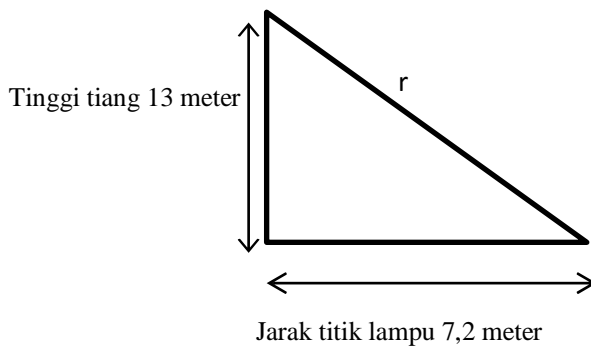
$$1050,95 \text{ cd} = \frac{\Phi}{4 \times 3,14}$$

$$\Phi = 13199,93 \text{ lm}$$

Jadi fluks cahaya yang didapatkan dari hasil perhitungan adalah 13199,93 lumen

### Menghitung Iluminasi (lux)

Sebelum menghitung iluminasi pada titik ujung jalan, maka sebelumnya perlu mencari dahulu jarak lampu ke ujung jalan



Dari ilustrasi *Phytagoras* tersebut didapatkan perhitungan :

$$\begin{aligned} r &= \sqrt{h^2 + l^2} \\ &= \sqrt{13^2 + 7,2^2} \\ &= \sqrt{220,84} \\ &= 14,86 \text{ meter} \end{aligned}$$

Sehingga nilai iluminasi dapat diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} E &= \frac{I}{r^2} \cos \beta \\ &= \frac{I}{r^2} \times \frac{h}{r} \\ &= \frac{1050,95}{14,86^2} \times \frac{13}{14,86} \\ &= 4,14 \text{ lux} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan, iluminasi penerangan jalan tersebut belum sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan oleh BSN SNI 7391:2008, bahwasannya untuk tol Belmera ruas Tanjung Morawa sampai Bandar Selamat termasuk jenis jalan Arteri dengan akses jalan bebas hambatan yang mempunyai besar range penerangan 15-20 lux.

### Penentuan Jarak Antar Tiang

Diketahui : Tinggi tiang (h) = 13 m

Lebar jalan (w) = 7,2 m

Ditanya : Jarak antar tiang (e) ?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} r_{1;3} &= \sqrt{h^2 + w^2} \\ &= \sqrt{13^2 + 7,2^2} \\ &= \sqrt{220,84} \\ &= 14,86 \text{ m} \end{aligned}$$

Menghitung intensitas penerangan pada lampu (I). Dengan diketahui EB standar penerangan adalah sebesar 15-20 lux (SNI 7391), tinggi tiang lampu (h), dan jarak lampu keujung jalan ( $r_1$  dan  $r_3$ ), maka besar intensitas penerangan diperoleh dengan rumus berikut :

$$\begin{aligned} I &= \frac{E_{B(standar)} \times r_{1;3}^3}{h} \\ &= \frac{15 \times 14,86^3}{13} \end{aligned}$$

$$= 3786,20 \text{ cd}$$

Menghitung jarak lampu ke ujung jalan, posisi 0,5 dari jarak antar tiang ( $r_2$  dan  $r_4$ ). Dengan posisi 0,5 dari jarak antar tiang, maka besar kuat penerangan lampu ke ujung jalan adalah  $\frac{1}{2} E_B$

$$\begin{aligned} r_{2;4} &= \sqrt[3]{\frac{Ih}{\frac{1}{2}EB \text{ (standar)}}} \\ &= \sqrt[3]{\frac{3786,20 \times 13}{\frac{1}{2} \times 15}} \\ &= \sqrt[3]{6562,74} \\ &= 18,72 \text{ m} \end{aligned}$$

Dengan diketahuinya tinggi tiang lampu ( $h$ ) yang akan digunakan dan besar jarak lampu ke ujung jalan, posisi 0,5 dari jarak antar tiang ( $r_2$  dan  $r_4$ ) maka dapat diperoleh nilai  $x_1$  dan  $x_2$

$$\begin{aligned} x_{1,2} &= \sqrt{18,72^2 - 13^2} \\ &= \sqrt{181,44} \\ &= 13,46 \end{aligned}$$

Dengan diketahuinya tinggi tiang lampu ( $h$ ) yang akan digunakan dan besar jarak horizontal lampu ke ujung jalan, posisi 0,5 dari jarak antar tiang  $x_1$  dan  $x_2$  maka dapat diperoleh jarak antar tiang dengan rumus sebagai berikut

$$\begin{aligned} e &= 2(\sqrt{x_1^2 - w^2}) \\ &= 2(\sqrt{13,46^2 - 7,2^2}) \\ &= 2 \times 11,37 \\ &= 23 \text{ m} \end{aligned}$$

Jarak antar tiang yang didapatnya setelah diperhitungkan yaitu 23 meter

### Menentukan Jumlah Titik Lampu

Jalan tol Belmera memiliki panjang 11000 meter dengan lebar jalan 7,2 meter, sedangkan jarak antar tiang yang akan digunakan bervariasi seperti jarak antar tiang untuk Ruas Tanjung Morawa 40 meter sedangkan jarak antar tiang untuk ruas Bandar selamat 35.

Diketahui : Panjang Jalan ( $L$ ) = 11000 meter

Jarak antar tiang ( $S$ ) T.morawa = 40 meter

Jarak antar tiang ( $S$ ) B.selamat = 35 meter

Ditanya : Jumlah titik lampu ( $T$ ) ?

Penyelesaian :

Ruas Tanjung Morawa

$$\begin{aligned} T &= \frac{L}{s} + 1 \\ &= \frac{11000 \text{ m}}{40 \text{ m}} + 1 \\ &= 276 \text{ titik lampu} \end{aligned}$$

Ruas Bandar Selamat

$$\begin{aligned} T &= \frac{L}{s} + 1 \\ &= \frac{11000 \text{ m}}{35 \text{ m}} + 1 \\ &= 315 \text{ titik lampu} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan manual menggunakan rumus didapatkan jumlah titik lampu pada ruas Tanjung morawa 276 titik lampu sedangkan ruas Bandar selamat 315 titik lampu.

### Menganalisis Lampu Penerangan Jalan

Menganalisis Lampu Penerangan Jalan pada tol Belmera ruas Tanjung Morawa sampai ke Bandar Selamat dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Analisis Lampu Penerangan Jalan

No	Uraian	Perhitungan	Standar	Keterangan
1	Tinggi tiang lampu	13 meter	13 meter	Standar Nasional
2	Iluminasi	4,14 lux	15-20 lux	Tidak Standar Nasional
3	Jarak antar lampu	23 meter	30 meter	Tidak Standar Nasional

Dari Tabel diatas didapatkan bahwa lampu penerangan jalan umum di Tol Belmera ruas Tanjung Morawa dan Bandar Selamat memiliki tinggi lampu yang sesuai dengan standar nasional indonesia tetapi untuk iluminasi atau intensitas penerangan dan jarak lampu penerangan jalan tidak memenuhi standar nasional indonesia.

### Konsumsi Energi Listrik

#### 1. Daya Listrik

Berdasarkan jumlah lampu dengan daya 120 Watt, maka daya yang mengalir pada penerangan jalan umum ini dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P_{\text{total}} &= \text{daya lampu (P) x jumlah lampu (N)} \\
 &= 120 \text{ watt x } 115 \\
 &= 13800 \text{ Watt} \\
 &= 13,8 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{total}} &= \text{daya lampu (P) x jumlah lampu (N)} \\
 &= 120 \text{ watt x } 48 \text{ x } 2(\text{tiang lengan ganda}) \\
 &= 11520 \text{ Watt} \\
 &= 11,52 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Jumlah daya yang dikonsumsi untuk penerangan jalan umum di jalan tol Belmera ruas Tanjung Morawa sampai Bandar Selamat saat menggunakan lampu LED 120 Watt sebesar 13,8 kW untuk tiang lengan tunggal dan 11,52 kW untuk tiang lengan ganda.

#### 2. Perhitungan Energi Listrik

Pola operasi penerangan jalan umum telah ditentukan dengan waktu tertentu, yaitu pukul 18.00 menyala dan 06.00 akan mati, sehingga lampu beroperasi selama 12 jam. Energi yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

Tiang lampu lengan tunggal

$$\begin{aligned}
 E_{\text{load}} &= \text{Daya lampu x jumlah lampu x lama pemakaian beban} \\
 &= (120 \text{ x } 115) \text{ x } 12 \\
 &= 165.600 \text{ Wh} \\
 &= 165,06 \text{ kWh per hari}
 \end{aligned}$$

Tiang lampu lengan ganda

$$\begin{aligned}
 E_{\text{load}} &= P_{\text{load}} \times t \\
 &= \text{Daya lampu x jumlah lampu x lama pemakaian beban} \\
 &= (120 \text{ x } 48 \text{ x } 2) \text{ x } 12 \\
 &= 138.240 \text{ Wh} \\
 &= 138,24 \text{ kWh per hari}
 \end{aligned}$$

#### 3. Perhitungan Biaya Konsumsi Energi

Listrik Biaya penggunaan energi listrik pada penerangan jalan umum (PJU) dipengaruhi oleh besarnya daya langganan beban ke perusahaan penyedia energi listrik dan daya lampu yang terpasang pada masing-masing titik PJU.

Kajian ini menggunakan tarif per bulan yaitu Rp. 1699,53. Dari gambar diatas dapat diketahui perhitungan biaya energi listrik tiap bulan untuk PJU adalah sebagai berikut :

- Biaya pemakaian = Daya (kW) x jam nyala x tarif P-3/TR
- Biaya listrik per tahun = 12 x biaya pemakaian

Berikut perhitungan biaya listrik PJU :

Diketahui : jumlah tiang = 163

$$\text{Daya lampu} = 120 = 0,12 \text{ kW}$$

$$\text{Jam nyala} = 12 \text{ jam}$$

$$\text{Tarif bulan} = \text{Rp. } 1699,53/\text{kWh}$$

Penyelesaian :

$$\text{Biaya pemakaian per bulan} = 163 \times 0,12 \text{ kW} \times 12 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \times \text{Rp. } 1699,53/\text{kWh}$$

$$= \text{Rp } 11.967.410,448$$

$$\text{Biaya listrik per tahun} = 12 \times \text{Rp } 11.967.410,448$$

$$= \text{Rp. } 143.608.925,38$$

## V. PENUTUP

### Kesimpulan

Hasil analisis lampu penerangan jalan umum di tol Belmera ruas Tanjung Morawa sampai Bandar Selamat dapat disimpulkan menjadi beberapa hal, antara lain :

4. Ruas Tanjung Morawa sampai Bandar selamat memiliki panjang jalan 11000 meter atau 11 Km dengan lebar jalan 7,2 meter. Jumlah titik lampu yang terpasang yaitu 163 titik lampu dengan jarak antar tiang adalah 35 - 40 meter. Pada perhitungan didapatkan hasil sudut kemiringan  $16,26^\circ$  dengan intensitas cahaya 1050,95 candella dan fluks cahaya 13199,93 lumen. Dari pengukuran intensitas yang digunakan menggunakan alat lux meter terhadap 5 tiang didapatkan bahwa iluminasi tersebut belum sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan oleh BSN SNI 7391:2008. Dari hasil yang didapatkan nilai iluminasi sebesar 4,14 lux. Jarak antar tiang yang diperhitungkan

didapatkan bahwa jarak antar tiangnya yaitu 23 meter dan jumlah titik lampu untuk ruas Tanjung Morawa 276 titik lampu dan Bandar Selamat 315 titik lampu.

5. Analisa pada lampu penerangan jalan umum di Tol Belmera ruas Tanjung Morawa dan Bandar Selamat didapatkan bahwa tinggi lampu sudah sesuai dengan standar nasional indonesia tetapi untuk iluminasi atau intensitas penerangan dan jarak lampu penerangan jalan tidak memenuhi standar nasional indonesia.
6. Berdasarkan perhitungan untuk penerangan jalan umum di tol belmera Ruas Tanjung Morawa sampai Bandar selamat didapatkan daya listrik untuk tiang lengan tunggal 13,8 kW dan tiang lengan ganda 11,52 kW sedangkan biaya konsumsi penggunaan energi listrik sebesar Rp. 11.967.410,448 / bulan.

### Saran

1. Penulis berharap pada penelitian selanjutnya menggunakan sebuah aplikasi atau software yang lebih baik lagi agar mendapatkan hasil yang lebih akurat.
2. Dalam menganalisa penerangan jalan umum harus mengetahui penentuan jenis lampu, penentuan jarak antar tiang dan tinggi tiang.
3. Perlunya evaluasi kembali untuk lampu penerangan jalan yang digunakan agar tingkat pencahayaan tersebut memenuhi standar nasional indonesia (SNI) tentang penerangan jalan umum.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Hidayat, Y. 'Mappeasse, and "Firdaus," "Studi Perencanaan Instalasi Penerangan Jalan Umum (PJU) Menggunakan Panel Surya di Desa Pesse Kecamatan Donri Donri Kabupaten Soppeng," *Dr. Diss. Univ. Negeri Makassar*, 2021.
- [2] R. Rudini, E. Priatna, and I. Usrah, "Analisis Pencahayaan Penerangan Jalan Umum Di Jalan Tol Kabupaten Pangandaran Dan Peluang Hemat Energi," *J. Energy Electr. Eng.*, vol. 3, no. 1, 2021, doi: 10.37058/jeee.v3i1.2693.
- [3] A. Effendi and A. Suryana, "Evaluasi Sistem Pencahayaan Jalan Di Kecamatan Sungai Bahar," *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 2, no. 2, pp. 86–94, 2013.
- [4] E. D. Nursita, "Penentuan Jarak Antar Tiang Penerangan Jalan Umum Untuk Jalan Lurus Dan Jalan Melengkung Pada Jalan Tol Ruas Lingkar Luar Jakarta W2 Utara Seksi I," *Energi & Kelistrikan*, vol. 12, no. 2, pp. 121–130, 2020, doi: 10.33322/energi.v12i2.1063.
- [5] M. Syukri, T. Multazam, and A. Malek, "Perencanaan Sistem Penerangan Jalan Umum di Kampus UNIDA," *J. Serambi Eng.*, vol. 6, no. 4, pp. 2493–2498, 2021, doi: 10.32672/jse.v6i4.3526.
- [6] N. Nurdiana, "Evaluasi Iluminasi Lampu Penerangan Jalan Soekarno - Hatta Palembang," *J. Ampere*, vol. 1, no. 2, p. 1, 2017, doi: 10.31851/ampere.v1i2.896.
- [7] G. Andre Agusta Putra, I. K. Wijaya, and I. W. Arta Wijaya, "Analisis Perhitungan Ulang Lampu Penerangan Jalan Bypass Ngurah Rai," *J. SPEKTRUM*, vol. 7, no. 4, p. 124, 2020, doi: 10.24843/spektrum.2020.v07.i04.p16.
- [8] N. Shamin and N. A. K. Demak, "Evaluasi Tingkat Penerangan Jalan Umum (Pju) Di Kota Gorontalo," *Sekol. Tinggi Tek. Bina Taruna Gorontalo*, vol. 7, no. 1, pp. 44–61, 2018.
- [9] A. Y. Goetama, "Perencanaan instalasi penerangan jalan umum pada jalan soekarno hatta bontang," *Politek. Negeri Samarinda*, 2017.
- [10] A. Effendi; and M. Aldifian, "Perencanaan Penerangan Jalan Umum Jalan Lingkar Utara Kota Solok," *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 1 No.2, no. Januari 2012, p. 9, 2012.
- [11] S. Maryadi, "Buku Informasi Menginspeksi penerangan jalan umum (pju)," pp. 1–81, 2015.
- [12] P. Bunga, M. Pakiding, and S. Silimang, "Perancangan Sistem Pengendalian Beban Dari Jarak Jauh Menggunakan Smart Relay," *E-Journal Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 4, no. 5, pp. 65–75, 2015.
- [13] M. Andrian, "Analisa penggunaan energi listrik dan biaya pada mesin chiller di Transmart Kota Mataram Analysis of the use of electrical energy and costs in chiller machines at Transmart Mataram City," vol. 6, no. 2, pp. 1–7, 2023.

- [14] M. Wahid, A., Junaidi, & Arsyad, “Analisis Kapasitas Dan Kebutuhan Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik,” *J. Tek. Elektro UNTAN*, 2014.
- [15] N. Setiaji, Sumpena, and A. Sugiharto, “Analisis Konsumsi Daya Dan Distribusi Tenaga Listrik,” *J. Teknologi Ind.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–8, 2022.
- [16] E. Zondra, Atmam, and H. Yuvendius, “Analisis Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Di Gedung Madrasah Ibtidaiyah Muhammadiyah I Pekanbaru,” *SainETIn*, vol. 3, no. 2, pp. 50–58, 2019, doi: 10.31849/sainetin.v3i2.3044.
- [17] ESDM, “Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Nomor 28 tahun 2016,” *Esdm*, no. 879. pp. 2004–2006, 2016.
- [18] E. Kedua, *Pengantar Standardisasi*. 2014.
- [19] M. Mustaqim and M. Haddin, “Perhitungan Kuat Cahaya Pada Penerangan Jalan Umum Berstandar SNI 7391:2008,” *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 6, no. 1, p. 106, 2017, doi: 10.36055/setrum.v6i1.2260.
- [20] Badan Standardisasi Nasional (BSN), “Spesifikasi Penerangan Jalan di Kawasan Perkotaan,” *Sni 73912008*, pp. 1–41, 2008.
- [21] Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi, “Efisiensi Energi Pencahayaan Jalan Umum, Buku II: Perencanaan Sistem PJU Efisiensi Energi,” *Jakarta Dirjen Energi Terbarukan dan Konversi Energi*, 2014.

