

PERENCANAAN PENERANGAN JALAN UMUM JALAN LINGKAR UTARA KOTA SOLOK

Oleh:

Asnal Effendi¹⁾ Aldifian, M²⁾

¹⁾ Dosen Teknik Elektro Institut Teknologi Padang

²⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Padang

Intisari

Pembangunan Jalan Lingkar Utara Kota Solok telah sepanjang 8,12 Km telah selesai dikerjakan pada STA 0+550 M. Guna mengoptimalkan fungsi jalan ini diperlukan perencanaan penerangan jalan umum mengingat jalan lingkar utara merupakan jalur lintas sumatera nantinya. Lampu Penerangan Jalan Umum merupakan bagian dari bangunan pelengkap yang dipasang dikiri/dikanan dan atau ditengah jalan guna menerangi jalan. Dari data Dinas Pekerjaan Umum Kota Solok, bahwa Jalan Lingkar Utara merupakan jalan 2 jalur dengan lebar 7 M dan titik median jalan direncanakan 2 M. Dengan mempertimbangkan Iluminasi Cahaya dititik ujung jalan (bahu jalan) dengan memenuhi persyaratan SNI maka diperoleh tinggi tiang Penerangan Jalan Umum (PJU) sebesar 12 M dengan panjang stang ornamen sebesar 2 M dengan sudut kemiringan $12,3^\circ$. Lampu yang digunakan adalah jenis Sodium dengan daya 400 W dan efisiensi 110 lumen/watt sehingga menghasilkan intensitas cahaya sebesar 3.503,18 candela. Dengan panjang jalan 550 M, maka diperlukan 15 batang tiang dengan stang ornament ganda dengan jumlah lampu sebanyak 30 unit. Penghantar digunakan adalah kabel tanah NYFGbY 4x10 mm² dan NYFGbY 4x16 mm² sebagai penghubung jaringan PLN ke Box APP. Drop tegangan diperkirakan sebesar 4,8%. Berdasarkan perhitungan daya langganan Penerangan Jalan Umum ini sebesar 23.000 VA dengan biaya bulanan sebesar Rp. 4.842.000,-.

Kata Kunci : PJU, Jalan Lingkar Utara, Daya

Abstrac

Construction on the Northern periphery of Solok has long been completed 8,12 Miles on STA 1 + 550 M in order to optimize the functionality of the road [...] this is necessary given the public street lighting planning Northern periphery is cross paths later Sumatra. Public street lighting lamps are part of the mounted building pelengkap dikiri/to the right or in the middle of the road and to illuminate the path. Public works Service data from Solok, that is the Northern periphery road 2 line with a width of 7 M and the lowest median path planned 2 m. taking into account Illumination Light emphasis is down the street (the street) with SNI compliant then obtained high street lighting poles (PJU) by 12 M with a length of 2 M stang ornaments with slope angles. The lamp used is Sodium type with power 400 W and 110 lumen/watt efficiency so that menghasilkan of luminous intensity candela 3.503, 18. With a length of 550 M Street, then the 15th pole rod with required stang with dual lamp ornament amount by as much as 30 units. Conduction is the land lines NYFGbY 4x10 and NYFGbY 4x16 as a liaison to the Box APP network PLN. voltage Drop estimated at 4,8%. Based on the calculation of the power subscribed this public street lighting amounted to 23,000 VA with a monthly fee of Rp. 4.842.000,-.

Keywords: PJU, Northern Periphery, Power

1. Pendahuluan

Penerangan jalan umum merupakan suatu infrastruktur vital bagi kehidupan masyarakat kota modern di malam hari, beberapa keuntungan dari penerangan jalan umum : mendukung aktifitas masyarakat dimalam hari, meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengendara, untuk keamanan lingkungan dan mencegah kriminalitas, dapat memperindah kota baik siang maupun malam hari.

Lampu penerangan jalan merupakan bagian dari bangunan pelengkap jalan yang dapat diletakkan (dipasang dikiri atau dikanan jalan) dan atau ditengah (dibagian badan jalan sisi medan)

yang digunakan untuk menerangi jalan maupun lingkungan sekitarnya. Salah satu Jalan di Kota Solok yang sedang dan akan dilanjutkan pembangunannya adalah Pembangunan Jalan Lingkar Utara sepanjang 8,12 km mulai dari ruas Bandar Pandung sampai Laing Pasir Kota Solok. Jalan Lingkar Utara ini telah selesai pembangunannya sepanjang 550 M (STA 0 + 550). Jalan tersebut pada akhirnya akan dijadikan salah satu jalur lintas sumatera.

Guna mengoptimalkan fungsi jalan lingkar utara maka pada penelitian akan dilakukan Perencanaan Penerangan Jalan Umum Jalan Lingkar Utara Kota Solok.

Dari latar belakang dapat dirumuskan permasalahan yaitu menghitung daya maksimum yang diperlukan dan menghitung Luminasi yang dibutuhkan dan menentukan jenis material untuk Penerangan Jalan Lingkar Utara Kota Solok. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah melakukan Perencanaan Penerangan Jalan Umum Jalan Lingkar Utara Kota Solok sepanjang 550 M (STA 0 + 550) dan menghitung kapasitas daya yang diperlukan untuk Penerangan Jalan Umum Lingkar Utara Kota Solok.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Studi Literatur

Referensi umum dari pembuatan tugas akhir ini adalah berdasarkan dari : **Agung Nugroho (2008)**, menyatakan bahwa lampu penerangan jalan umum yang merupakan salah satu kebutuhan masyarakat, menjadi kewajiban dan tanggung jawab Pemerintah Daerah/Kota sebagai bentuk pelayanan kepada masyarakat.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Lampu Penerangan Jalan

Lampu penerangan jalan adalah bagian dari bangunan pelengkap jalan yang dapat diletakkan/dipasang di kiri/kanan jalan dan atau di tengah (di bagian median jalan) yang digunakan untuk menerangi jalan maupun lingkungan disekitar jalan yang diperlukan termasuk persimpangan jalan (*intersection*), jalan layang (*interchange*, *overpass*, *fly over*), jembatan dan jalan di bawah tanah (*underpass*, *terowongan*).

2.2.1.1 Kelas Jalan

- Jalan Arteri Primer
- Arteri Sekunder
- Kolektor Primer
- Kolektor Sekunder
- Jalan Lingkungan

2.2.1.2 Sistem Penempatan Lampu Penerangan Jalan

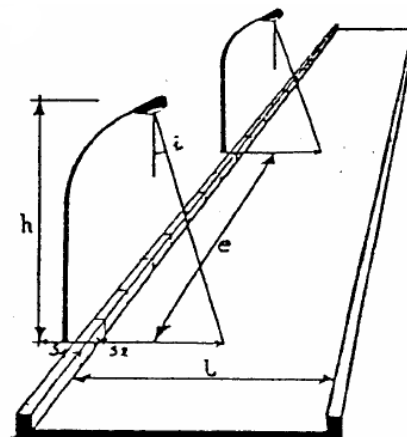
Sistem penempatan lampu penerangan adalah susunan penempatan/penataan lampu yang satu terhadap lampu yang lain. Sistem penempatan ada 2 (dua) sistem, yaitu :

- Sistem Penempatan Menerus**
- Sistem Penempatan Parsial (*setempat*)**

Tabel 2.1 Sistem penempatan lampu penerangan jalan

JENIS JALAN / JEMBATAN	SISTEM PENERAPAN LAMPU YANG DIGUNAKAN
- Jalan Bebas Hambatan / Tol	sistem menerus
- Jalan Arteri	sistem menerus dan parsiai
- Jalan Kolektor	sistem menerus dan parsiai
- Jalan Lokal	sistem menerus dan parsiai
- Persimpangan, Interchange, Ramp	sistem menerus
- Jembatan	sistem menerus
- Terowongan	sistem menerus bergradasi

(Sumber : Direktorat Pembinaan Jalan Kota, 1992)



Gambar 2.1 : Gambaran umum perencanaan dan penempatan lampu penerangan jalan

(Sumber : Direktorat Pembinaan Jalan Kota, 1992)

Keterangan gambar :

- 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 perkerasan
s2 = jarak dari tepi perkerasan ke titik penyinaran terjauh,
I = sudut inklinasi pencahayaan/penerangan

2.2.1.3 Metode Perhitungan Pencahayaan

1. Menghitung besarnya flux cahaya

Fluks cahaya adalah besarnya energi cahaya yang dihasilkan pada setiap satuan waktu. Jika dirumuskan maka menjadi :

$$\Phi = \frac{Q}{t} \quad (2.1)$$

Dimana :

- Φ = fluks cahaya dalam lumen (lm)
Q = energi cahaya dalam lumen jam atau lumen detik
t = waktu dalam jam atau detik

2. Intensitas cahaya

Intensitas cahaya adalah arus cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya dalam satu kerucut ("cone") cahaya, dinyatakan dengan satuan unit Candela.

Dirumuskan dengan :

$$i = \frac{\Phi}{\omega} \quad (2.2)$$

atau

$$\Phi = i \times \omega \quad (2.3)$$

$$i = \frac{\Phi}{\omega}, \quad \omega = 4\pi$$

$$\text{dimana : } K = \frac{\Phi}{P}$$

$$\Phi = K \times P$$

$$\text{Sehingga : } i = \frac{K \cdot P}{\omega} \quad (2.4)$$

Dimana :

i = Intensitas cahaya dalam candela (cd)

Φ = Fluks cahaya dalam lumen (lm)

ω = Sudut ruang dalam steradian (sr)

K = Efisiensi cahaya rata – rata lampu

3. Iluminasi (lux)

Iluminasi atau lux merupakan satuan metrik ukuran cahaya pada suatu permukaan. Cahaya rata-rata yang dicapai adalah rata-rata tingkat *lux* pada berbagai titik pada area yang sudah ditentukan. Satu *lux* setara dengan satu *lumen* per meter persegi.

Dirumuskan dengan :

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

Dimana :

E = illuminasi dalam lux(lx) =lm/m² dan A = luas bidang dalam m²

Iluminasi pada titik P, dirumuskan sebagai :

$$E = \frac{i}{r^2} \cos \theta \quad (2.6)$$

r adalah jarak dari lampu ke ujung jalan.

4. Luminasi

Luminasi adalah permukaan benda yang mengeluarkan/memantulkan intensitas cahaya yang tampak pada satuan luas permukaan benda tersebut, dinyatakan dalam Candela per meter persegi (Cd/m²)

Dirumuskan dengan :

$$L = \frac{\Phi}{\omega(A \cos \theta)} \quad (2.7)$$

atau

$$L = \frac{i}{(A \cos \theta)} \quad (2.8)$$

5. Efisiensi cahaya

Efisiensi cahaya terhitung adalah perbandingan keluaran *lumen* terhitung dengan pemakaian daya terhitung dinyatakan dalam *lumens* per watt.

Dirumuskan dengan :

$$K = \frac{\Phi}{P} \quad (2.9)$$

Dimana :

K = efikasi cahaya dalam lumen/watt (lm/W)

P = daya listrik dalam watt (W)

6. Jumlah Titik Lampu Yang Diperlukan

Jumlah titik lampu jalan yang dibutuhkan dihitung dengan :

$$T = \frac{L}{S} + 1 \quad (2.10)$$

Dimana :

T = Jumlah Titik Lampu

L = Panjang Jalan (M)

S = Jarak Tiang ke Tiang (M)

2.2.2 Jenis-jenis Lampu Penerangan

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. 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 untuk rumah lampu tipe B

JENIS LAMPU	TINGGI LAMPU (M)	LEBAR JALAN (M)						TINGKAT PENCAHAYAAN
		6	7	8	9	10	11	
35W SOX	4	32	-	-	-	-	-	3,5 LUX
	5	35	35	35	34	32	-	
	8	38	36	33	31	30	29	
55W SOX	8	38	38	33	32	30	28	8,0 LUX
90W SOX	8	58	55	52	50	48	45	
90W SOX	8	35	33	31	30	29	28	10,0 LUX
135W SOX	10	45	44	43	41	40	39	
135W SOX	10	25	24	23	22	21	20	20,0 LUX
160W SOX	10	37	36	35	33	32	31	
160W SOX	10	-	-	22	21	20	20	30,0 LUX
50 SON atau 80W MBRU	4	29	29	26	-	-	-	3,5 LUX
	5	32	31	30	29	28	27	
70 SON atau 125W MBRU	8	48	44	43	41	39	37	
70 SON atau 125W MBF/U	8	32	31	30	28	28	24	8,0 LUX
100W SON	8	45	42	40	38	36	34	
150W SON atau 250W MBF/U	8	48	47	45	43	41	39	10 LUX
100W SON	8	28	28	23	-	-	-	
250W SON atau 400W MBF/U	10	-	-	55	53	50	47	
250W SON atau 400W MBF/U	10	36	35	33	32	30	28	20 LUX
400W SON	12	-	-	39	38	37	36	30 LUX

(Sumber :SNI 7391, 2008)

Pada tabel 2.2, dapat dilihat, bahwa dengan menggunakan lampu SON 400W, dengan tinggi tiang 12 Meter, agar diperoleh tingkat pencahayaan 30 lux, diperlukan jarak antar lampu (tiang) sejauh 39 M. Sedangkan untuk lebar jalan 11 M, diperlukan jarak lampu (tiang) sejauh 36 M.

2.2.3 Stuktur Lampu Penerangan Jalan Umum

2.2.3.1 Lampu Penerangan Jalan

Berdasarkan jenis sumber cahaya, lampu penerangan jalan umum dapat pula dibedakan atas 2 (dua) macam yaitu lampu merkuri dan lampu sodium.



a. Lampu Merkuri

b. Lampu Sodium

(Sumber : Direktorat Pembinaan Jalan Kota, 1992)

Gambar 2.2 : Contoh lampu merkuri dan lampu sodium

2.2.3.2 Tiang Lampu Penerangan Jalan

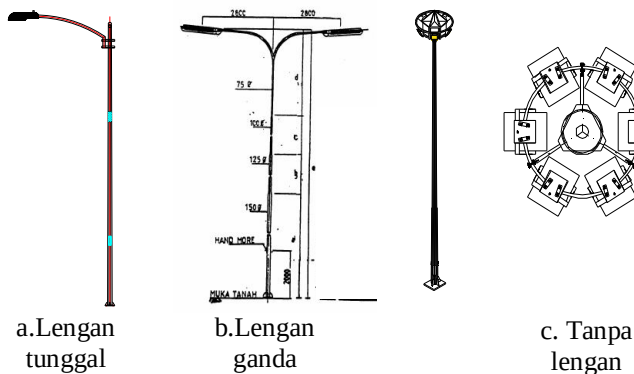
Tiang merupakan komponen yang digunakan untuk menopang lampu. Beberapa jenis tiang yang digunakan untuk lampu jalan adalah tiang besi dan tiang octagonal.

Berdasarkan bentuk lengannya (*stang ornament*), tiang lampu jalan dapat dibagi :

1. Tiang lampu dengan lengan tunggal
2. Tiang lampu dengan lengan ganda
3. Tiang lampu tegak (tanpa lengan)

Agar lebih indah, maka lengan tiang lampu jalan dapat divariasikan sehingga dapat menambah keindahan kota.

Tiang lampu jalan, ditanam dalam suatu pondasi tiang sehingga berdiri kokoh. Berikut contoh konstruksi pondasi lampu penerangan jalan dalam gambar 2.3 dan gambar 2.4.



a. Lengan tunggal

b. Lengan ganda

c. Tanpa lengan

(Sumber : Direktorat Pembinaan Jalan Kota, 1992 dan Data Penerangan Jalan Umum Kota Solok)

Gambar 2.3 : Beberapa bentuk lengan tiang lampu jalan

Konstruksi dari pondasi tiang lampu jalan harus disesuaikan dengan kondisi tanah dilapangan dan penulangan pada kaki tiang juga disesuaikan bersamaan dengan rencana pemilihan jenis tiang lampu dan pondasi yang digunakan.

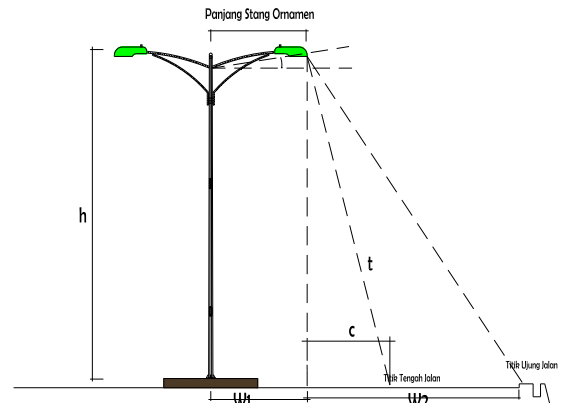
Untuk menentukan sudut kemiringan stang ornamen, agar titik penerangan mengarah ketengah-tengah jalan, maka:

$$T = \sqrt{h^2 + c^2} \dots\dots\dots(2.11)$$

sehingga :

$$\cos \phi = \frac{h}{t}$$

Dimana : h = tinggi tiang ; t = Jarak Lampu ke tengah-tengah jalan ; c = Jarak Horizontal Lampu dengan tengah-tengah jalan ; $W1$ = Tiang ke ujung lampu ; $W2$ = Jarak Jorizontal Lampu ke ujung jalan



Gambar 2.5 : Penentuan sudut kemiringan stang ornamen terhadap lebar jalan

2.2.3.3 Panel Lampu Penerangan Jalan

Panel merupakan bagian sistem penerangan jalan umum yang berfungsi untuk meletakkan komponen-komponen pendukung sehingga lebih aman, rapi, dan teratur.

Berdasarkan tempat meletakkannya, panel dapat dibagi :

- a. Panel duduk, memerlukan pondasi tersendiri untuk meletakkannya.
- b. Panel gendong, terletak ditiang seolah-olah pada posisi menggendong.

Komponen didalam panel antara lain :

- a. Meteran Listrik (Kwh meter)
- b. MCB
- c. Time Switch atau Fotosel
- d. Kontaktor
- e. Terminal

Penempatan panel harus sedemikian rupa, sehingga terjaga keseimbangan beban dan mudah dijangkau.

2.2.3.4 Kabel Lampu Penerangan Jalan

Kabel merupakan penghantar yang berbungkus isolasi, ada yang berbungkus tunggal atau banyak, ada yang dipasang diudara, dalam ruangan atau dalam tanah dan masing-masing digunakan sesuai dengan kondisi pemasangannya.

Beberapa jenis kabel yang digunakan dalam penerangan jalan umum :

- Kabel Twisted
- Kabel NYM
- Kabel NYY
- Kabel NYFGbY

Untuk menentukan panjang kabel yang digunakan dapat dihitung dengan rumus :

Panjang kabel (L) = (jumlah tiang x jarak tiang) x 110%

Untuk menentukan luas penampang kabel NYFGbY yang digunakan:

$$A = \frac{L \times I_{\text{rating}} \times \rho \times \cos \phi}{\Delta V} \quad (2.12)$$

Dimana toleransi drop sistem untuk penerangan 5% yaitu :

$$V = 220 \times 5 \%$$

Dengan Tahanan jenis penghantar tembaga (ρ) = $0,0175 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$

Faktor daya lampu ($\cos \phi$) = 0,8

Untuk Penghantar 3 Fasa dari jaringan PLN ke APP

$$A = \frac{\sqrt{3} \times L \times I_{\text{rating}} \times \rho \times \cos \phi}{\Delta V} \quad (2.13)$$

2.2.4 Perhitungan Arus Nominal dan Arus Rating

Arus nominal pada masing-masing fasa dapat dihitung dengan :

$$I_n = \frac{P}{V \cdot \cos \phi} \quad (2.14)$$

Maka arus rating pengaman :

$$I_{\text{rating}} = K \times I_n \quad (2.15)$$

Nilai K (konstanta) biasanya digunakan 125%.

Arus Nominal pada APP 3 Fasa yaitu :

$$I_n = \frac{P_{\text{total}}}{\sqrt{3} V \cdot \cos \phi} \quad (2.16)$$

P_{total} untuk lampu jalan = Daya Terpasang x Jumlah Lampu

Arus Rating pada APP yaitu :

$$I_{\text{rating}} = K \times I_n \quad (2.17)$$

2.2.5 Perhitungan Energi dan Biaya Listrik PLN Penerangan Jalan Umum

Energi Listrik adalah jumlah daya listrik yang digunakan tiap satuan waktu. Besaran energi listrik yang digunakan dapat dihitung dengan :

$$W = \frac{P \times t}{\cos \phi} \quad (2.18)$$

Sedangkan biaya listrik untuk Penerangan Jalan Umum dari PLN dapat berupa biaya pemakaian sementara untuk pemasangan dilakukan

oleh pihak yang bersangkutan atau dapat juga dengan meminta bantuan dari PLN dengan dengan biaya yang disepakati antara kedua belah pihak. Tarif Penerangan Jalan Umum termasuk tarif Publik golongan P3.

Tarif dasar untuk listrik PJU (Penerangan Jalan Umum) telah diatur dalam Permen ESDM no. 07 tahun 2010 yang mengatakan bahwa untuk tarif dasar untuk PJU adalah :

$P3/TR = \text{Biaya beban} + (\text{daya yang dipakai (kVAh)} \times \text{Rp.820}) \dots\dots\dots(2.19)$

dengan biaya beban :
 $RM2 = 40 (\text{jam nyala}) \times \text{daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya pemakaian blok I} \dots\dots\dots(2.20)$

Dan dengan biaya pemakaian blok I :

$$\text{Blok I} = H1 \times \text{Rp. 900} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana :

H1 adalah persentase batas hemat terhadap jam nyala rata-rata nasional x daya tersambung (kVA) . Dengan persentase batas hemat terhadap jam nyala rata-rata nasional adalah 50 %.

Besarnya daya yang terpakai adalah :

$$S = (P / \cos \theta) \dots\dots\dots(2.22)$$

Dan besarnya daya yang terpakai selama selang waktu tertentu adalah:

$$Sh = S \times t \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana :

S = besarnya daya total yang terpakai dalam kVA

Sh = besarnya daya total yang terpakai pada selang waktu tertentu dalam kVAh

P = besarnya daya aktif yang terpakai dalam kW

$\cos \theta$ = faktor daya

t = waktu dalam jam

3. Metodologi Penelitian

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini mengambil lokasi pada Jalan Lingkar Utara Kota Solok dari titik 0 meter hingga 550 meter (STA 0 + 550). Jalan lingkar utara Kota Solok tersebut sudah mulai dibangun, sehingga perencanaan penerangan jalan umumnya juga diperlukan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dimasa yang akan datang.

3.2 Data – Data Yang Dibutuhkan

Data – data yang dibutuhkan merupakan data yang diambil dari survey langsung ke lapangan dan data dari Pemerintah Kota Solok, seperti :

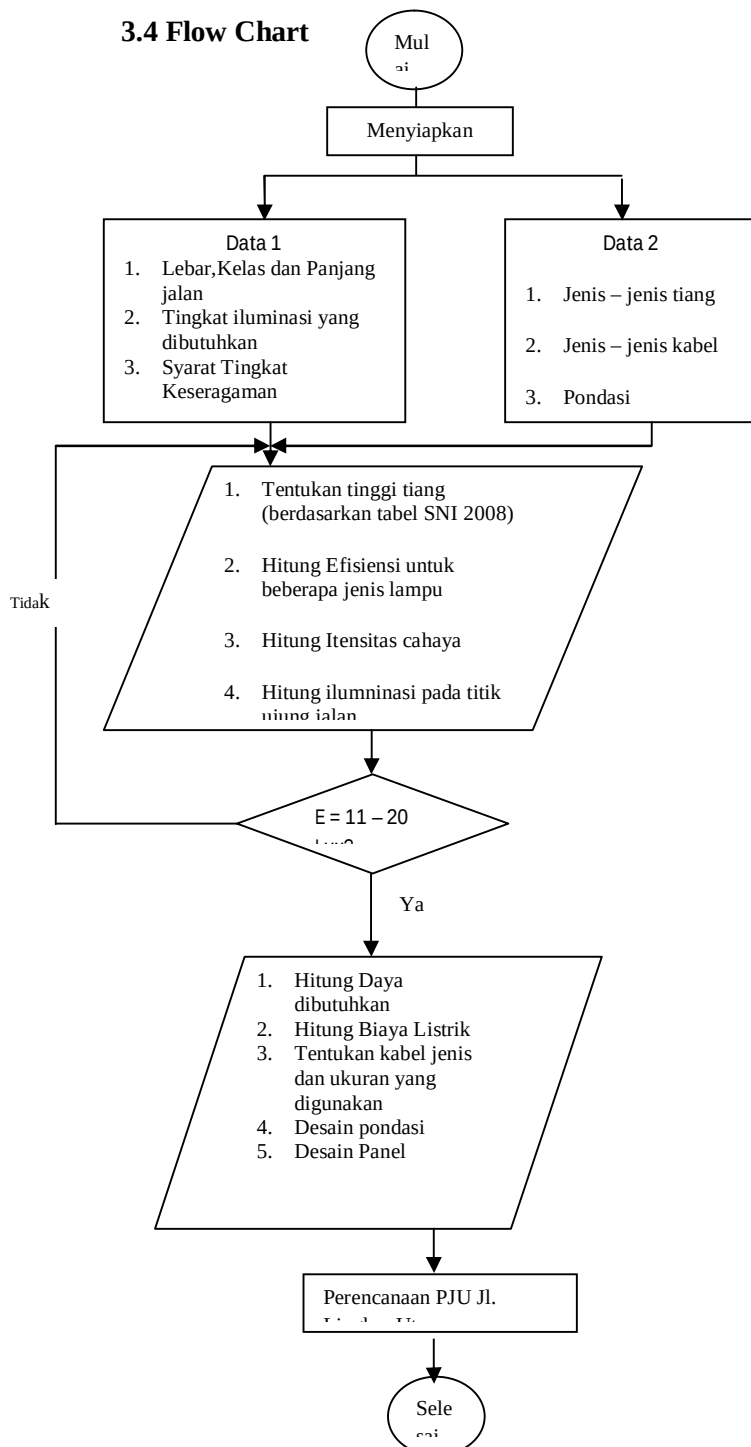
- Gambar dan kondisi lokasi Jalan lingkar Utara (Lebar jalan, kelas jalan, dan panjang jalan)
- Jaringan PLN disekitar lokasi
- Jenis - jenis lampu penerangan jalan
- Jenis dan bentuk tiang
- Kabel yang digunakan Panel dan isi panel
- Jenis dan bentuk tiang

7. Besaran – besaran listrik yang diperlukan untuk perencanaan lampu penerangan jalan.

3.3 Metode Pengambilan Data

1. Studi literatur yaitu dengan melakukan studi pustaka untuk mencari bahan dan perhitungan yang berkaitan dengan perencanaan lampu penerangan jalan,
2. Studi lapangan yaitu mengadakan survey dan pengukuran kelapangan,
3. Mengumpulkan data-data yang berkaitan dari instansi terkait seperti dari Dinas Pekerjaan Umum Kota Solok.

3.4 Flow Chart



4. Perencanaan Penerangan Jalan Umum Jalan Lingkar Utara

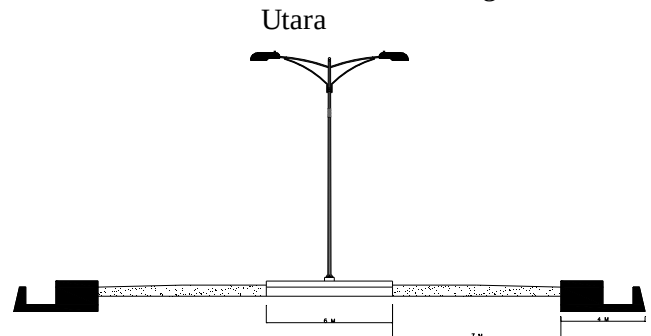
4.1 Umum

Jalan Lingkar Utara Kota Solok termasuk kelas jalan arteri primer yang akan menjadi jalur lintas Sumatera, sehingga kendaraan-kendaraan dengan kapasitas besar tidak akan lagi melintasi pusat kota. Jalan ini direncanakan sepanjang 8,12 Km dan telah selesai pengerjaannya sepanjang 550 M. Oleh karena untuk mendukung mobilitas dan keamanan lingkungan, maka diperlukan perencanaan Penerangan Jalan pada lokasi tersebut.

4.2 Kondisi Eksisting Jalan Lingkar Utara Kota Solok STA 0-550 M

Jalan Lingkar Utara termasuk kelas jalan arteri primer yang akan dilalui oleh kendaraan dari arah Sawahlunto atau Jakarta yang akan atau dari Bukittinggi. Jalan ini mempunyai daerah milik jalan selebar 28 M, dengan median yang direncanakan selebar 6 M, dan lebar badan jalan kiri dan kanan selebar 7 M sehingga daerah trotoar dan saluran air dengan lebar 4 M.

Gambar 4.1: Perencanaan Jalan Lingkar



Pengerjaan jalan ini telah dikerjakan pengerasannya sepanjang 550 M (STA 0-550 M) dengan titik 0 Km pada Jalan lintas Solok – Bukittinggi daerah Bandar Pandung.

4.3 Perencanaan Penerangan Jalan Umum (PJU) Jalan Lingkar Utara STA 0 – 550 M

Lebar Jalan Lingkar Utara adalah 7 meter termasuk kelas arteri primer sehingga sesuai dengan SNI 7391 tahun 2008 syarat kuat pencahayaan (Iluminasi/I) antara 11 – 20 Lux. Panjang jalan yang termasuk perencanaan sepanjang 550 M. Untuk jalan arteri Primer tingkat keseragaman (Luminasi/L) yang harus dipenuhi sesuai dengan SNI 7391 tahun 2008 adalah minimum 50 cd.

a. Tiang Lampu Jalan yang digunakan

Jalan Lingkar Utara merupakan jalan arteri yang termasuk kelas jalan dengan aktifitas padat.

Dijalur Banda Pandung yang berbatasan langsung dengan Jalan Lingkar Utara telah memiliki Penerangan Jalan Umum dengan tinggi tiang oktagon 11 M dengan lampu Sodium 400 W. Panjang stang ornamen 2,1 M dengan jarak antar tiang lebih kurang 40 M.

Maka untuk keseragaman dan keindahan, dan sesuai dengan SNI 7391, untuk Jalan Lingkar Utara dengan lebar badan jalan 7 M (diluar median), dipilih Lampu Jenis SON/SON-T 400 W dengan tinggi tiang 11 M dan jarak pemasangan 40 M. Stang ornamen digunakan stang ornamen ganda (kiri dan kanan).

Untuk menentukan sudut kemiringan stang ornamen dapat dihitung sebagai berikut :

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

$$= \sqrt{11^2 + 2,4^2}$$

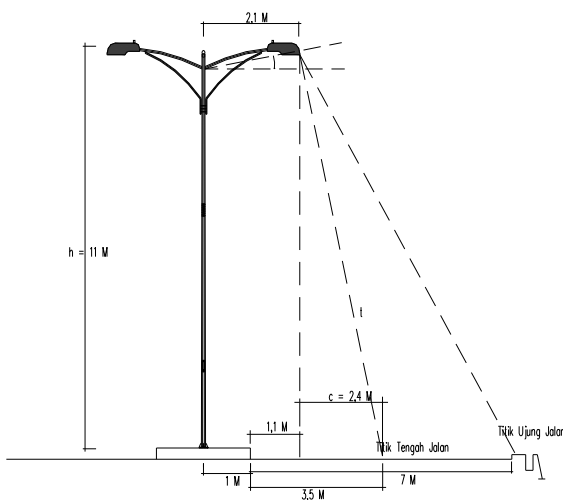
$$= 11,26 \text{ M}$$

Maka :

$$\cos \varphi = \frac{h}{t} = \frac{11}{11,26} = 0,977$$

$$\varphi = \cos^{-1} 0,977 = 12,3^\circ$$

Jadi didapat kemiringan stang ornamen sebesar $12,3^\circ$.



Gambar. 4.2 Letak lampu Jalan

Berikut ini adalah tabel perbandingan tinggi tiang terhadap sudut kemiringan stang ornamen dengan lebar badan jalan tetap (7 M) dan panjang stang ornamen 2,1 M.

Tabel 4.1 Perbandingan tinggi tiang terhadap sudut kemiringan stang ornamen

No	Tinggi Tiang (Meter)	Sudut stang ornamen
1	7	18,9
2	8	16,7
3	9	14,8
4	10	13,4
5	11	12,3

6	12	11,5
---	----	------

Dari tabel 4.1 diperoleh bahwa semakin tinggi tiang yang digunakan, maka sudut stang ornamen diperoleh semakin kecil. Artinya jika semakin tinggi tiang yang digunakan, maka cahaya yang dihasilkan lebih menyebar.

a. Menentukan Efisiensi Lampu

Dalam menentukan lampu yang digunakan perlu diperhatikan hal sebagai berikut :

- Efisiensi lampu
- Perawatan lampu/ekonomis
- Umum lampu
- Warna cahaya yang dihasilkan

Lampu yang digunakan adalah lampu sodium bertekanan tinggi dengan tabung jernih (SON-T) karena memiliki keluaran lumen yang tinggi. Efisiensi lampu Sodium bertekanan tinggi rata-rata 110 lumen/watt hal ini tergantung merk dan tipe lampu Sodium.

b. Menghitung Intensitas Cahaya (i dalam candela/cd)

$$i = \frac{\Phi}{\omega}, \quad \omega = 4\pi$$

$$\text{dimana : } K = \frac{\Phi}{P}$$

$$\Phi = K \times P$$

$$\text{Sehingga : } i = \frac{K \cdot P}{\omega}$$

Besarnya K (efisiensi cahaya) rata-rata lampu Sodium sebesar 110 lumen/watt, dengan daya (P) 400 Watt, dan besarnya sudut ruang $\omega = 4\pi$,

$$\text{maka : } i = \frac{K \cdot P}{\omega}$$

$$= \frac{110 \cdot 400}{4 \cdot 3,14}$$

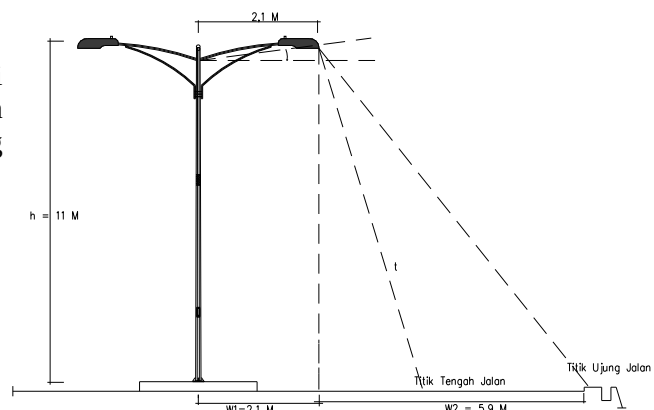
$$= 3.503,18 \text{ cd}$$

c. Menghitung Iluminasi pada titik ujung jalan

Jarak lampu ke ujung jalan (r):

$$r = \sqrt{11^2 + 5,9^2} = 12,48 \text{ M}$$

$$E_B = \frac{I}{r^2} \cos \beta = \frac{3503,8}{12,48^2} \cdot \frac{11}{12,48} = 19,83 \text{ lux}$$



Gambar. 4.3 Iluminasi Diujung Jalan

Sesuai dengan SNI 7391, Iluminasi yang diperoleh memenuhi syarat yang ditentukan.

Berikut ini tabel pengaruh variasi beberapa ketinggian tiang lampu jalan yang digunakan terhadap Iluminasi yang dihasilkan dengan data jalan seperti gambar diatas dan efisiensi lampu Sodium 110 lumen/watt.

Tabel 4.2 Variasi ketinggian tiang lampu jalan terhadap Iluminasi yang dihasilkan.

No	Tinggi Tiang (M)	Iluminasi (lux)
1	7	31,95
2	8	28,54
3	9	25,31
4	10	22,39
5	11	19,83
6	12	17,59

Berikut ini tabel pengaruh variasi lebar jalan terhadap Iluminasi yang dihasilkan dengan tinggi tiang tetap 11 M.

Tabel 4.3 Variasi lebar jalan terhadap Iluminasi yang dihasilkan.

No	Lebar jalan (M)	Iluminasi (lux)
1	4	23,86
2	5	22,67
3	6	21,29
4	7	19,82
5	8	18,31
6	9	16,84

d. Jumlah titik lampu yang diperlukan

Jumlah titik lampu dapat dihitung dengan rumus :

$$T = \frac{L}{S} + 1$$

$$T = \frac{550}{40} + 1 = 14,75$$

Dibulatkan menjadi 15 buah tiang dengan jumlah lampu sebanyak 30 buah lampu (double ornamen).

e. Perhitungan Daya Listrik yang dibutuhkan

Berdasarkan jumlah lampu pada tiang, maka group beban dapat dibagi menjadi 6 group R, S, dan T kiri dan kanan panel.

Jumlah daya yang mengalir pada tiap-tiap group:

$$P = 400 \text{ watt} \times 5 \text{ lampu} \\ = 2.000 \text{ Watt}$$

Arus nominal pada masing-masing fasa dapat dihitung dengan :

$$I_n = \frac{P}{V \cdot \cos \phi} \\ = \frac{2000}{220 \cdot 0,8} \\ = 11,36 \text{ A}$$

Maka arus rating pengaman :

$$I_{\text{rating}} = K \times I_n \\ = 125\% \times I_n \\ = 1,25 \times 11,36 \text{ A} = 14,2 \text{ A}$$

Arus Nominal pada APP 3 Fasa yaitu :

$$I_n = \frac{P_{\text{total}}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi} \\ = \frac{2000 \times 6}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} \\ = 22,79 \text{ A}$$

Arus Rating pada APP yaitu :

$$I_{\text{rating}} = K \times I_n \\ = 125\% \times 22,79 \\ = 28,49 \text{ A}$$

f. Penentuan panjang saluran dan jenis penghantar

- Untuk Penghantar Dalam Tanah

Untuk menghubungkan satu lampu dengan lampu lainnya digunakan kabel tanah, agar terlihat lebih rapi. Kabel tanah yang aman digunakan adalah Kabel NYFGbY. Oleh karena jumlah tiang yang digunakan sebanyak 15 batang tiang, dan letak panel ditengah-tengah tiang tersebut (8 tiang kekanan dan 7 tiang kekiri), maka panjangnya kabel NYFGbY yang digunakan ditambahkan dengan toleransi 10% dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Panjang kabel tanah (L1)} \\ &= (\text{jumlah tiang} \times \text{jarak tiang}) \times 110\% \\ &= (8 \times 40 \text{ M}) \times 110\% \\ &= 352 \text{ M (arah kanan panel)} \\ \text{Panjang kabel tanah (L2)} \\ &= (\text{jumlah tiang} \times \text{jarak tiang}) \times 110\% \\ &= (7 \times 40 \text{ M}) \times 110\% \\ &= 308 \text{ M (arah kiri panel)} \end{aligned}$$

Untuk menentukan luas penampang kabel NYFGbY yang digunakan:

$$A = \frac{L \times I_{\text{rating}} \times \rho \times \cos \phi}{\Delta V}$$

Dimana toleransi drop sistem untuk penerangan 5% yaitu :

$$V = 220 \times 5\% \\ = 11 \text{ V}$$

Tahanan jenis penghantar tembaga (ρ) = 0,0175 $\Omega \text{mm}^2/\text{m}$

Faktor daya lampu ($\cos \phi$) = 0,8

Maka :

Untuk kabel kekanan panel

$$A = \frac{352 \times 14,2 \times 0,0175 \times 0,8}{11} \\ = 6,36 \text{ mm}^2$$

Untuk kabel kekiri panel

$$A = \frac{308 \times 14,2 \times 0,0175 \times 0,8}{11}$$

$$= 5,6 \text{ mm}^2$$

- Untuk Kabel Dalam Tiang
Dari kabel tanah ke lampu dapat digunakan kabel NYM 2x2,5 mm².
- Untuk Penghantar 3 Fasa dari jaringan PLN ke APP

Jarak panel ke jaringan PLN (arah kiri panel) ditambah lebar jalan Bandar pandang dan tinggi tiang PLN sejauh 360 M.

$$A = \frac{\sqrt{3} \times L \times I_{\text{rating}} \times p \times \cos\phi}{\Delta V}$$

$$A = \frac{\sqrt{3} \times 360 \times 28,49 \times 0,0175 \times 0,8}{380 \times 5\%}$$

$$= 13,09 \text{ mm}^2$$

- g. Perhitungan Drop Tegangan
Persentase jatuh tegangan dapat dihitung dengan rumus :

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times L \times I_{\text{rating}} \times p \times \cos\phi}{A}$$

$$= \frac{\sqrt{3} \times 660 \times 28,49 \times 0,0175 \times 0,8}{25}$$

$$= 18,24 \text{ Volt}$$

Persentase jatuh tegangan :

$$\% \Delta V = \frac{\Delta V}{V} \times 100\%$$

$$= \frac{18,24}{380} \times 100\%$$

$$= 4,8\%$$

- h. Energi Listrik

Pemakaian energi listrik untuk lampu jalan diatur melalui *time switch*. Pukul 18.00 lampu sudah menyala dan mati pada pukul 06.00 pagi, sehingga lampu beroperasi selama 12 jam. Energi yang terpakai pada PJU ini adalah :

$$W = (P \times t) / \cos\phi$$

$$= (12.000 \times 12) / 0,8$$

$$= 144.000 \text{ Wh} / 0,8$$

$$= 180 \text{ KVAh perhari}$$

Dalam satu bulan energi yang dibutuhkan :
W/bulan = 180 KVAh x 30 hari = 5.400 KVAh
Sebagai perbandingan, untuk Lampu PJU 250 Watt sebanyak 30 Unit lampu, maka energi yang terpakai pada PJU ini adalah :

$$W = (P \times t) / \cos\phi$$

$$= (250 \times 30 \times 12) / 0,8$$

$$= 90.000 \text{ Wh} / 0,8$$

$$= 112,5 \text{ KVAh perhari}$$

Dalam satu bulan energi yang dibutuhkan :

$$W/\text{bulan} = 112,5 \text{ KVAh} \times 30 \text{ hari} = 3.375 \text{ KVAh}$$

- i. Perhitungan Tarif Listrik

Penerangan Jalan Umum termasuk tarif P3/TR. Perhitungannya sebagai berikut :

$$P3/TR = \text{Biaya Beban} + ((\text{daya dipakai KVAh}) \times \text{Rp.820})$$

- Biaya Beban

$$\text{RM2} = 40 (\text{jam menyala}) \times \text{daya tersambung (KVA)} \times \text{Biaya Pemakaian Blok I}$$

$$= 40 \times 23 \text{ kVA} \times (\text{H1} \times \text{Rp.900})$$

$$= 40 \times 23 \text{ kVA} \times (50\% \times \text{Rp.900})$$

$$= \text{Rp. 414.000,-}$$

- Biaya Bulanan

$$P3/TR = \text{Biaya Beban} + ((\text{daya dipakai KVAh}) \times \text{Rp.820})$$

$$= \text{Rp. 414.000,-} + (5.400 \text{ KVAh} \times \text{Rp.820})$$

$$= \text{Rp.414.000,-} + \text{Rp.4.428.000,-}$$

$$= \text{Rp.4.842.000,-}$$

Sebagai perbandingan, untuk Lampu PJU 250 Watt sebanyak 30 Unit lampu, maka Perhitungannya sebagai berikut :

$$P3/TR = \text{Biaya Beban} + ((\text{daya dipakai KVAh}) \times \text{Rp.820})$$

- Biaya Beban

$$\text{RM2} = 40 (\text{jam menyala}) \times \text{daya tersambung (KVA)} \times \text{Biaya Pemakaian Blok I}$$

$$= 40 \times 23 \text{ kVA} \times (\text{H1} \times \text{Rp.900})$$

$$= 40 \times 23 \text{ kVA} \times (50\% \times \text{Rp.900})$$

$$= \text{Rp. 414.000,-}$$

- Biaya Bulanan

$$P3/TR = \text{Biaya Beban} + ((\text{daya dipakai KVAh}) \times \text{Rp.820})$$

$$= \text{Rp. 414.000,-} + (3.375 \text{ KVAh} \times \text{Rp.820})$$

$$= \text{Rp.414.000,-} + \text{Rp.2.767.500,-}$$

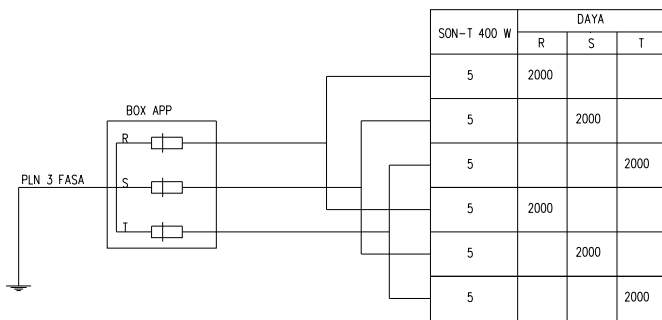
$$= \text{Rp.3.181.500,-}$$

- a. Daya listrik yang dibutuhkan

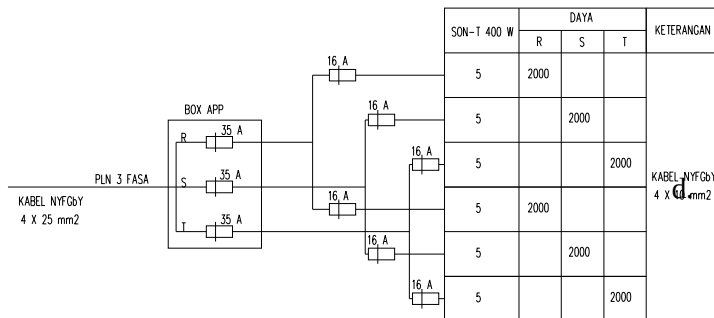
Jumlah lampu yang dibutuhkan sebanyak 30 unit lampu dengan daya 400 Watt dipasang pada stang double ornamen. Beban dibagi dalam 6 group, 3 group (R,S,T) kekiri panel dan 3 group (R,S,T) kekanan panel.

Dari perhitungan, arus rating pada group diperoleh 14,2 A. Oleh karena ketidaktersediaan MCB 14,2 A dipasaran, maka digunakan MCB diatasnya yaitu 16 A.

Arus rating pada APP diperoleh 28,49 A. Sesuai dengan ketersediaan dipasaran, rating MCB yang digunakan adalah MCB 3x32 A.



Gambar. 4.9 Pembagian group daya



Gambar. 4.10 Diagram group Box APP

- b. Jenis Penghantar yang digunakan
Untuk kabel jaringan dari panel ke lampu tiang lampu jalan dari perhitungan diperoleh besarnya kabel yang digunakan 6,36 mm² dan 5,6 mm². Maka digunakan kabel NYFGbY 4x10 mm² karena ketersediaan kabel dipasaran. Untuk kabel penghantar dari jaringan PLN ke panel lampu jalan diperoleh sebesar 13,09 mm², maka digunakan kabel NYFGbY 4x16 mm². Drop tegangan yang dihasilkan dari sistem ini diperkirakan sebesar 4,8%.
- c. Tarif Listrik
Sistem penerangan jalan umum ini karena mengandalkan jaringan milik PLN, maka setiap bulannya Pemerintah harus membayar tagihan rekening listrik. Pelanggan penerangan jalan umum termasuk dalam golongan Pelanggan Publik yang disingkat dengan P3/TR. Dari perhitungan diperoleh biaya bulanan dari penerangan jalan umum jalan lingkar Utara STA 0 + 550 M sebesar Rp. 4.842.000,-.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari Perhitungan-perhitungan diatas, dapat disimpulkan :

- a. Tiang yang digunakan tiang besi oktagonal tinggi 11 M dengan sudut kemiringan stang ornamen sebesar 12,3°. Jumlah tiang yang dibutuhkan adalah 15 batang tiang dengan

double stang ornamen, sehingga jumlah lampu dibutuhkan sebanyak 30 buah lampu.

b. Penghantar

Untuk kabel bawah tanah (anta lampu ke lampu) digunakan kabel NYFGbY 4x10 mm², dan kabel NYFGbY 4x16 mm² untuk penghubung jaringan PLN ke Panel APP. Sedangkan untuk kabel dari kabel tanah ke lampu digunakan kabel NYM 2x2,5 mm². Drop tegangan diujung jaringan diperoleh sebesar 4,8% dari tegangan pangkal.

c. Pembatas dan pengamanan

Penerangan Jalan Umum jalan lingkar utara ini mempunyai daya langganan sebesar 23.000 VA dengan pembatas arus 3 x 35 A. Untuk masing-masing group diberi sekering 32 A dan MCB 16 A.

Tarif Listrik

Berdasarkan perhitungan, Penerangan Jalan Umum jalan lingkar utara ini akan menghabiskan dana sebesar Rp.4.842.000,- untuk biaya bulanannya.

5.2 Saran

Untuk yang akan datang, dari tugas akhir ini Penulis menyarankan :

1. Tugas akhir ini dapat dijadikan acuan perencanaan Penerangan Jalan Umum Kota Solok pada umumnya dan Jalan Lingkar Utara pada khususnya.
2. Pemilihan jenis lampu sodium agar diperhatikan pada merek lampu, karena perbedaan teknologi masing-masing produsen yang berpengaruh pada efisiensi penerangan.

Daftar Pustaka

1. Christian D., Lesatri P. (1991). *Teknik Pencahayaan dan Tata Letak Lampu*. Artolite Grasindo
2. Hermawan, Kartono. *Perancangan Software Aplikasi Optimasi Penataan Lampu PJU Sebagai Upaya Penghematan Biaya Energi Listrik*. Semarang : Fakultas Teknik Undip
3. SNI 7391, (2008). *Spesifikasi Penerangan Jalan di Kawasan Perkotaan*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional