

EVALUASI PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK PADA GEDUNG SEKOLAH DASAR NEGERI 035 KOTA TARAKAN

Imam Prasetyo¹, Sugeng Riyanto²

¹PT Tarakan Elektrik Brother's, Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia

² Universitas Borneo Tarakan, Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia

¹tiyopbajau09@gmail.com

²sugeng@borneo.ac.id

Abstract— *Electricity has a very important role in everyday life. The more population increases, the greater the electrical energy needed to meet these needs. We can see this from everyday life, almost every building requires electrical energy such as schools or campuses, offices, hospitals, hotels, and so on. In operation, these high-rise buildings definitely require a good and quality lighting installation design system. A lighting installation is an electrical installation whose load is a lighting component. The lighting installation circuit consists of several electrical components that are interconnected from the power source to the load located in a certain place or room.*

Lighting installations are generally assembled from several points of light so that a system can be formed that has the function of illuminating a place. To design a circuit system for lighting installations, we must have an installation plan so that we have a reference for installing the installation. In addition, a lighting installation can function properly and safely if it meets the safety and conductor selection requirements.

Therefore, a planner must fully understand the regulations that apply to each installation of electrical installations, especially lighting installations. To find out the general requirements for electrical installations in order to be able to design a circuit that is safe and good, it can be guided by the 2011 General Electrical Installation Requirements (PUIL) standard.

The evaluation of the electrical installation in the 035 elementary school building in Tarakan city produced a total power from the 1st, 2nd floor and outer toilets of 4,636 Watt (4.63) KW with a main panel MCCB capacity of 20 A. on each floor using 1 phase voltage, then it will be grouped into several groups. The group is the lighting group. The total power on the 1st floor is 2,554 Watt (2.55 KW), for the 2nd floor it is 1,938 (1.93 KW) and on the outside toilet building it is 144 W. The type and cross-sectional area of the cable used for each floor is NYY 3 x 2, 5mm². For a grounding value of 2.6 Ω, and a voltage drop of 5% can be guided by the 2011 General Electrical Installation Requirements (PUIL) standard.

Keywords— *Electricity, Lighting Installation, Puil 2011*

Intisari— Listrik memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Semakin bertambahnya jumlah penduduk maka semakin besar pula energi listrik yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Hal ini bisa kita lihat dari kehidupan sehari-hari, hampir setiap bangunan membutuhkan energi listrik seperti sekolah atau kampus, perkantoran, rumah sakit, hotel, dan sebagainya. Dalam operasionalnya, gedung-gedung bertingkat tersebut pasti memerlukan sistem perancangan instalasi penerangan yang baik dan berkualitas. Instalasi penerangan merupakan suatu instalasi listrik yang bebannya merupakan komponen penerangan. Rangkaian instalasi penerangan terdiri dari

beberapa komponen listrik yang saling terhubung dari sumber listrik ke beban yang terletak pada suatu tempat atau ruangan tertentu.

Instalasi penerangan umumnya dirangkai dari beberapa titik cahaya sehingga dapat terbentuk suatu sistem yang mempunyai fungsi untuk menerangi suatu tempat. Untuk merancang suatu sistem rangkaian untuk instalasi penerangan, kita harus mempunyai rencana pemasangan sehingga mempunyai acuan dalam pemasangan instalasi tersebut. Selain itu suatu instalasi penerangan dapat berfungsi dengan baik dan aman apabila memenuhi syarat pemilihan pengaman dan juga penghantar.

Maka dari itu, seorang perencana haruslah memahami betul peraturan-peraturan yang berlaku untuk setiap pemasangan instalasi listrik khususnya pada instalasi penerangan. Untuk mengetahui persyaratan umum instalasi listrik agar dapat merancang suatu rangkaian yang aman dan baik, dapat berpedoman pada standar Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011.

Evaluasi instalasi listrik pada bangunan sekolah dasar 035 kota tarakan menghasilkan total daya dari bangunan lantai 1, 2, dan wc bagian luar sebesar 4.636 Watt (4.63) KW dengan kapasitas MCCB panel utama 20 A . pada setiap lantai menggunakan tegangan 1 fasa, kemudian akan di kelompokkan menjadi beberapa grup. Grup nya yaitu grup penerangan. Untuk total daya pada lantai 1 sebesar 2.554 Watt (2,55 KW), untuk lantai 2 sebesar 1.938 (1.93 KW) dan pada bangunan wc luar sebesar 144 W. Pada jenis dan luas penampang kabel yang digunakan setiap lantai adalah NYY 3 x 2,5 mm². Untuk nilai pentanahan sebesar 2,6 Ω, dan pada nilai susut tegangan sebesar 5% dapat berpedoman pada standar Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011.

Kata Kunci— Listrik, Instalasi Penerangan, Puil 2011

I. PENDAHULUAN

Perkembangan kehidupan manusia tak lepas dari yang namanya teknologi dengan energi listrik sebagai penopangnya. Listrik digunakan di berbagai sektor kehidupan dalam rangka menunjang aktifitas kehidupan. Namun dalam penggunaan energi listrik, perlu memperhatikan perawatan dan pembaharuan pada instalasi listriknya, yang dapat menyebabkan resiko berbahaya bagi pemakainya. Dalam instalasi listrik terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan diantaranya material instalasi atau bahan, pemasangan instalasi, maupun standarisasi peraturan yang menyangkut tentang instalasi.

Tujuan utama diadakanya peraturan-peraturan yang mengikat mengenai pemasangan instalasi listrik adalah

agar terselenggaranya instalasi yang benar-benar layak. Sehingga aman bagi manusia, gedung beserta isinya, juga instalasinya sendiri. Peraturan-peraturan ini tertuang dalam Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) Tahun 2011.

Penerangan yang baik dan memadai memegang peranan penting dalam suatu gedung atau bangunan agar pekerjaan yang berlangsung di dalamnya dapat dijalankan secara efisien dan aman. Selain itu, penerangan yang cukup dan baik akan berguna pula untuk menciptakan suasana yang nyaman dan menyenangkan [8]. Faktor-faktor yang harus diperhatikan didalam perencanaan instalasi listrik untuk penerangan adalah:

1. Kenyamanan (*Comfortable*)

Untuk memberikan kenyamanan mata didalam menikmati atau melaksanakan sesuatu kegiatan tanpa adanya akomodasi yang berlebihan, yang dimaksud adalah memberikan jarak pandang mata yang baik dan kenyamanan kepada pemakainya.

2. Keindahan (*Estetika*)

Selain faktor jarak pandang mata yang baik dan kenyamanan, diperlukan juga faktor keindahan yang mana kedua faktor tersebut dapat saling mendukung serta saling mengisi satu sama lainnya, sehingga dapat diselaraskan mengingat keduanya sangat penting.

3. Ekonomis. (*Economise*).

- Investasi murah adalah dengan pemanfaatan instalasi listrik yang sebaik mungkin, untuk selalu diusahakan biaya semurah atau seefisien mungkin dengan pelayanan listrik yang sebaik-baiknya, yaitu dengan cara tidak menggunakan material atau peralatan instalasi yang spesifikasinya dan kegunaannya melebihi dari keperluan, kecuali apabila benar-benar lebih murah dan ekonomis.
- Memenuhi persyaratan teknis. Syarat-syarat teknis dalam merencanakan instalasi listrik adalah:
 - a) Aman bagi manusia (konsumen), hewan, barang, serta lingkungan disekitarnya.
 - b) Material yang digunakan atau dipasang harus mempunyai kualitas yang baik.

Berdasarkan permasalahan diatas maka peneliti ingin melakukan evaluasi perancangan instalasi pada gedung sekolah dengan cara membandingkan instalasi dan data beban dengan PUIL 2011. Uji kelayakan instalasi listrik juga dapat digunakan untuk mengurangi resiko berbahaya yang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan mengurangi kerugian (*losses*) arus bocor sehingga dapat mengoptimalkan pemakaian energi listrik.

II. LANDASAN TEORI

A. Instalasi Listrik

Instalasi listrik adalah jaringan atau saluran yang rangkaianannya satu sama yang lain saling terhubung ke beban. Instalasi listrik terbagi beberapa golongan diantaranya adalah:

1. Instalasi Domestik (rumah tinggal) adalah Instalasi listrik untuk rumah tinggal, rumah kontrakan, rumah susun.
2. Instalasi Non Domestik adalah instalasi listrik untuk sosial, bisnis dan publik:

- Sosial: Rumah sakit, rumah ibadah, rumah panti sosial, rumah pusat rehabilitasi cacat, rumah (tempat asrama) pelajar milik pemerintah.
 - Bisnis: Perhotelan, perbankan, pergudangan, dan perkantoran pertamina.
 - Publik: Perkantoran pemerintah atau perkantoran dinas sosial.
3. Spesifikasi dan tempatnya instalasi listrik terbagi dua diantaranya adalah:
- Instalasi listrik didalam gedung. Instalasi listrik didalam gedung adalah instalasi listrik yang pekerjaannya meliputi: instalasi listrik pada rumah tinggal, instalasi listrik perkantoran dan instalasi listrik rumah sakit, dimana penerangannya meliputi setiap ruangan, teras, koridor dan lain-lainnya.
 - Instalasi listrik diluar gedung. Instalasi listrik diluar gedung adalah instalasi listrik yang pekerjaannya diluar gedung yaitu instalasi listrik penerangan halaman rumah, taman, jalan dan lain-lainnya.

B. Instalasi Penerangan

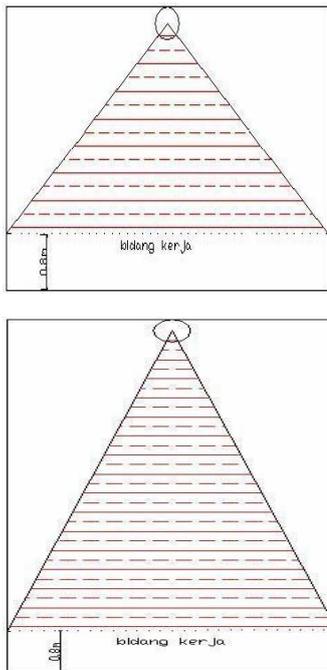
Perancangan penginstalasian listrik pada bangunan haruslah mengacu pada peraturan yang berlaku sesuai PUIL dan Undang – Undang Ketenagalistrikan tahun 2002. Pada gedung bertingkat biasanya membutuhkan energy listrik yang cukup besar, oleh karena itu pendistribusian energi listriknya harus diperhitungkan sebaik mungkin agar energi listrik terpenuhi dengan baik sesuai dengan peraturan yang berlaku, sehingga pemakaian listrik tepat guna. Menurut Muhaimin (2001), beberapa hal-hal yang harus diperhitungkan yaitu sebagai berikut :

- Efisiensi Armaturnya (*v*)
Efisiensi sebuah armatur ditentukan oleh konstruksinya dan bahan yang digunakan. Dalam efisiensi penerangan selalu diperhitungkan efisiensi armaturnya.
- Faktor-faktor refleksi
Faktor-faktor refleksi dinding (*rw*) dan faktor refleksi langit-langit (*rp*) masing-masing menyatakan bagian yang dipantulkan dari fluks cahaya yang diterima oleh dinding dan langit-langit yang mencapai bidang kerja. Pengaruh dinding dan langit-langit pada sistem penerangan langsung jauh lebih kecil daripada pengaruhnya pada sistem-sistem penerangan lain, sebab cahaya yang jatuh pada dinding dan langit-langit hanya sebagian dari fluks cahaya.
- Indeks Ruang atau Indeks Bentuk
- Faktor Penyusutan / depresiasi (*d*)
Untuk memperoleh efisiensi penerangan dalam keadaan dipakai, nilai efisiensi yang didapat dari Tabel harus dikalikan dengan faktor penyusutan. Faktor penyusutan ini dibagi menjadi tiga golongan utama, yaitu
 1. Pengotoran ringan (daerah yang hampir tak berdebu)
 2. Pengotoran sedang / biasa
 3. Pengotoran berat (daerah banyak debu) Bila tingkat pengotoran tidak diketahui, maka faktor depresi yang digunakan ialah 0,8. (Muhaimin, 2001).

C. Perancangan Instalasi Penerangan

Intensitas penerangan ditentukan dengan jenis atau pekerjaan apa yang akan diterangi, salah satunya adalah pemasangan instalasi penerangan pada rumah, sekolah atau fasilitas umum. Bidang kerja umumnya diambil 80 cm di atas lantai. Bidang kerja ini sebuah meja atau bangku kerja, atau juga suatu bidang horisontal khayalan 80 cm di atas lantai. Intensitas penerangan yang diperlukan ditentukan oleh sifat pekerjaan yang harus dilakukan.

Gambar 2.1 menunjukkan intensitas penerangan untuk ruang dan jenis pekerjaan. Intensitas penerangan (E) dinyatakan dalam satuan lux, sama dengan jumlah lm/m^2 , jadi flux cahaya yang diperlukan untuk suatu bidang kerja seluas Am^2 . Flux cahaya yang dipancarkan lampu-lampu tidak semuanya mencapai bidang kerja. Sebagian flux cahaya itu akan dipancarkan ke dinding dan langit-langit (P Van. Harten, Ir. E. Setiawan).



Gambar 1. Pembagian Flux Cahaya

Pada proses pemancaran cahaya yang keluar dari suatu sumber cahaya berkaitan pada bentuk konstruksi sumber cahaya itu sendiri dan berhubungan dengan bentuk atau konstruksi armatur yang di gunakan. Untuk menghitung jumlah titik lampu pada ruangan, sebelumnya harus ditentukan terlebih dahulu data-data ruangan antara lain adalah sebagai berikut:

- a. Tinggi langit langit (t)
- b. Tinggi lampu terhadap bidang kerja (h)
- c. Tinggi bidang kerja kurang lebih 0,8 meter
Sehingga didapat persamaan rumus di bawah ini:

$$h = t - 0,8 \tag{1}$$

D. Indeks Ruang Dan Indeks Bentuk

Dalam buku P Van. Harten, Ir. E. Setiawan Indeks ruangan atau indeks bentuk (k) menyatakan perbandingan antara ukuran-ukuran utama suatu ruangan berbentuk bujur sangkar atau persegi panjang menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$K = \frac{P \times l}{h \times (P+l)} \tag{2}$$

$$\eta = \eta_1 + \frac{K-K_1}{K_2-K_1} \times (\eta_2-\eta_1) \tag{3}$$

dengan:

K = Faktor induksi

η = Faktor penggunaan ruang

P = Panjang ruangan (m).

l = Lebar ruangan (m).

h = Tinggi sumber cahaya di atas bidang kerja (m).

Bidang kerja adalah suatu bidang horisontal khayalan umumnya 0,80 m di atas lantai. Nilai (k) yang diperoleh tidak terdapat dalam tabel efisiensi penerangannya dapat ditentukan dengan interpolasi.

Selanjutnya, setelah di ketahui nilai indeks ruangnya barulah bisa dihitung nilai efisiensi penerangannya dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\eta = \eta_1 + \frac{K-K_1}{K_2-K_1} \times (\eta_2-\eta_1) \tag{4}$$

dengan :

k = indeks bentuk

$k_1 k_2$ = indek ruang

$\eta_1 \eta_2$ = efesiensi indek ruang

η = efesiensi penerangan

E. Faktor Penyusutan/Depresiasi

Intensitas penerangan (E) dalam keadaan dipakai adalah intensitas penerangan rata-rata suatu instalasi dengan lampu-lampu dan armatur-armatur, yang daya gunanya telah berkurang karena kotor, sudah lama dipakai atau sebab-sebab lainnya. Efisiensi penerangannya yang diberikan pada tabel 2.1. Faktor depresiasinya 0,8 suatu instalasi yang dalam keadaan baru 250 lux, akan memberikan hanya 200 lux saja dalam keadaan sudah terpakai. Faktor penyusutan atau faktor depresiasi (d) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$d = \frac{E \text{ dalam keadaan dipakai}}{E \text{ dalam keadaan baru}} \tag{5}$$

dengan :

d = depresiasi

E = intensitas penerangan

Armatur penerangan sebagian besar langsung	Efisiensi penerangan untuk keadaan baru										Faktor depresiasi untuk masa pemeliharaan			
	v	r_p	0,7			0,5			0,3			1 tahun	2 tahun	3 tahun
	k	r_w	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1			
GCB														
2 x TLF 36W	0,5	0,32	0,26	0,22	0,29	0,24	0,21	0,27	0,23	0,20				
	0,6	0,37	0,31	0,27	0,35	0,30	0,26	0,32	0,28	0,25				
	0,8	0,46	0,41	0,36	0,43	0,38	0,35	0,40	0,36	0,33	0,90	0,80	0,75	
	1	0,53	0,48	0,44	0,49	0,45	0,42	0,46	0,42	0,39				
	1,2	0,58	0,52	0,48	0,54	0,49	0,46	0,50	0,46	0,43				
	1,5	0,62	0,58	0,54	0,58	0,54	0,51	0,54	0,51	0,48	0,80	0,75	0,70	
	22	2	0,68	0,64	0,60	0,63	0,59	0,57	0,58	0,55	0,53			
	↑ 2,5		0,71	0,67	0,64	0,66	0,63	0,60	0,61	0,59	0,57			
	87	3	0,73	0,70	0,67	0,68	0,65	0,63	0,63	0,61	0,59	X	X	X
	↓ 4		0,76	0,74	0,71	0,71	0,69	0,67	0,65	0,64	0,62			
	65	5	0,78	0,76	0,74	0,72	0,71	0,69	0,67	0,65	0,64			

Efisiensi penerangan untuk keadaan baru											Faktor depresiasi untuk masa pemeliharaan		
armatur	v	0,7			0,5			0,3			1 tahun	2 tahun	3 tahun
		k	r _w	r _m	k	r _w	r _m	k	r _w	r _m			
	%	r _m	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1			
LAMPU SL 20 W 	0,5	0,23	0,18	0,14	0,20	0,16	0,12	0,18	0,14	0,11			
	0,6	0,27	0,21	0,17	0,24	0,19	0,15	0,20	0,16	0,13			
	0,8	0,34	0,28	0,23	0,29	0,24	0,20	0,25	0,21	0,18	0,85	0,80	X
	1	0,39	0,33	0,28	0,34	0,29	0,25	0,29	0,25	0,21			
	1,2	0,43	0,37	0,32	0,37	0,32	0,28	0,31	0,27	0,24			
	1,5	0,47	0,41	0,36	0,41	0,36	0,32	0,35	0,31	0,28	0,80	0,70	X
	38 2	0,52	0,47	0,42	0,45	0,41	0,37	0,39	0,35	0,32			
	↑ 2,5	0,56	0,51	0,47	0,48	0,44	0,41	0,41	0,38	0,35			
	81 3	0,59	0,54	0,50	0,51	0,47	0,44	0,43	0,41	0,38	X	X	X
	↓ 4	0,62	0,58	0,55	0,54	0,51	0,48	0,46	0,44	0,42			
43 5	0,65	0,61	0,58	0,56	0,54	0,51	0,48	0,46	0,44				

Gambar 2. Efisiensi penerangan dalam keadaan baru

F. Penerangan Dalam Ruang

Didalam suatu ruangan yang harus diperhatikan adalah penerangan lampu dan jumlah lampu pada suatu ruangan tersebut sehingga pencahayaan dalam ruangan tersebut dapat menghasilkan pencahayaan yang maksimal, maka ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$n = \frac{E \times A}{\phi \times \eta \times d} \tag{6}$$

dengan :

- n = Jumlah titik beban (lampu).
- E = Intensitas penerangan/iluminasi.
- A = Luas ruangan (panjang x lebar = m²).
- Φ = Flux cahaya lampu (lumen)

G. Menentukan Kemampuan Hantar Arus

Dalam bukunya P Van.Harten, Ir E Setiawan Untuk menentukan kemampuan hantar arus pengaman dan luas penampang penghantar yang diperlukan, pertama-tama harus menentukan arus yang digunakan berdasarkan daya beban yang terhubung. Untuk pengaman pada pembagian tiap group (kelompok) instalasi listrik satu fasa dengan tegangan 220 volt, dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$I_n = \frac{P}{V \times \text{Cos } \varphi} \tag{7}$$

$KHA = 125\% \times I_n$

Dengan:

- P = Daya (watt)
- V = Tegangan (Volt)
- I_n = Arus nominal (Ampere)
- Cos φ = Faktor daya

H. Luas Penampang Kabel

Luas penampang pada perencanaan instalasi listrik harus memenuhi standart dan ukuran yang telah ditentukan menurut PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN) maupun pada Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011 dengan persamaan sebagai berikut:

$$A = \frac{2 \times i \times l \times \text{Cos } \varphi}{\gamma \times u} \tag{8}$$

dengan :

- A = Luas penampang penghantar yang digunakan (m²)
- γ = Daya hantar jenis dari bahan penghantar : (Untuk tembaga = 56 × 10⁶ S/m)
- ℓ = Panjang penghantar (m)
- I = Arus beban (A)
- u = Rugi tegangan dalam penghantar (V)
- Cos φ = Faktor daya.

I. Susut Tegangan

Susut tegangan atau rugi tegangan terjadi karena adanya pergeseran arus listrik dengan saluran yang dialiri arus listrik tersebut, karena saluran utama terdiri dari hantaran dan hantaran tersebut mempunyai hambatan serta induktansi. Setelah merancang instalasi listrik dan penerangan, maka susut tegangan di uji melalui standar susut tegangan yang di tetapkan PUIL 2011 dan susut tegangan tidak boleh melebihi 5% dari tegangan pengenal pada terminal konsumen (PUIL 2011), maka secara matematis susut tegangan atau rugi tegangan dapat dijabarkan sebagai berikut :

$$\Delta V = [2 \times I \times (R_L \text{cos } \varphi + X_L \text{sin } \varphi) \times L] / 1000 \tag{9}$$

dengan :

- ΔV = susut tegangan (V)
- I = Arus beban penuh pada saluran (A)
- L = panjang saluran (m)
- R_L = Resistansi saluran (Ω/m)
- X_L = Reaktansi saluran (Ω/m)

J. Pentanahan (Grounding)

Pentanahan (grounding) merupakan cara mengamankan peralatan atau rangkaian instalasi listrik dengan cara mentanahkan rangkaian atau badan peralatan yang akan diamankan dengan cara dihubungkan ke tanah. Proses ini bertujuan agar dapat menghindari tegangan sentuh akibat tegangan lebih (over voltage) baik dari dalam sistem maupun luar sistem seperti contohnya akibat sambaran petir.

Pada nilai pentanahan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis tanah, lapisan tanah dan kandungan elektrolit tanah. Berbagai macam pengaruh yang dapat dilihat pada tabel merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi. Dapat dilihat pada Tabel I dibawah ini:

Tabel I
Jenis tanah dan Tahanan tanah

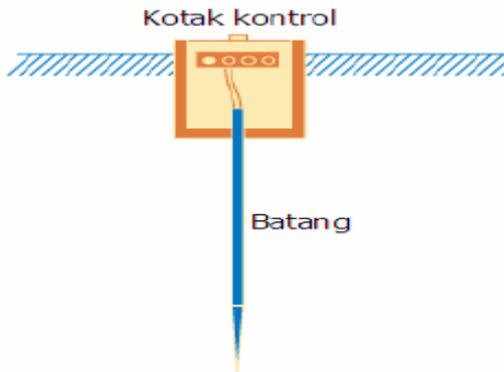
Jenis tanah pentanahan	Tahanan jenis tanah (Ω)
Tanah rawa	30
Tanah liat	100
Tanah Pasir basah	200
Tanah batu kerikil basah	500
Tanah pasir dan kerikil kering	1000
Tanah batu	3000

Sumber : (PUIL 2011)

K. Elektroda batang (Rod)

Elektroda batang merupakan elektroda yang terbuat dari besi atau baja profil yang dipasang secara tegak lurus masuk kedalam tanah. Umumnya digunakan batang tembaga atau bisa juga pipa galvanis dengan diameter minimal 1 inc sampai 2 inc, elektroda batang adalah elektroda dari pipa atau besi baja profil yang dipancangkan ke dalam tanah.

Selain itu keuntungan dari penggunaan elektroda jenis batang (rod) secara teknis mudah pemasangannya karena hanya perlu menancapkan bagian batang elektroda pada tanah.



Gambar 3. Elektroda batang (Rod)

Rumus Untuk mencari nilai tahanan pentanahan pada elektroda batang adalah :

$$R_G = \frac{\rho}{2\pi L_R} \left[\ln \left(\frac{4L_R}{A_R} \right) - 1 \right] \tag{10}$$

Untuk memperkecil tahanan pentanahan maka pemasangan elektroda batang dapat dihubung paralel dengan jarak antara elektroda tersebut minimum harus dua kali panjangnya (PUIL 2000 ,h. 81).

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \tag{11}$$

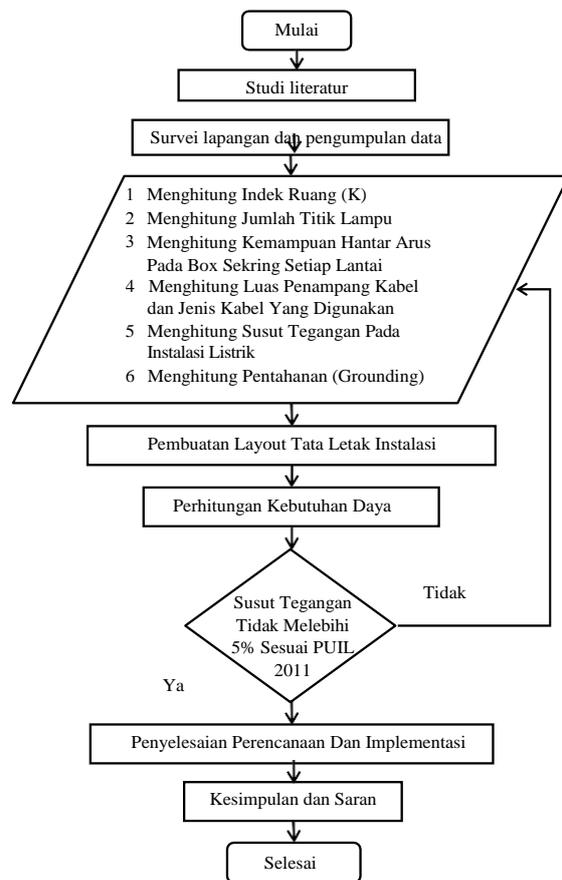
dengan :

- R_G = Tahanan pentanahan (Ohm)
- ρ = Tahanan jenis tanah (Ohm-meter)
- \ln = Logaritmus (dasar e = 2,7182818)
- L_R = Panjang elektroda (meter)
- A_R = Diameter elektroda (meter)

III. METODE PENELITIAN

A. Kerangka Konsep Perencanaan

Kerangka konsep perencanaan instalasi listrik ini adalah dalam bentuk diagram alir Pada diagram alir dijelaskan tentang dari perencanaan instalasi listrik adalah menghitung luas ruangan, menghitung indeks ruang, menghitung jumlah titik beban (lampu), menghitung kemampuan hantar arus tiap lantai, menghitung luas penampang dan jenis kabel yang di gunakan, menghitung susut tegangan (*drop voltase*) tegangan dan menghitung pentanahan (*grounding*) pada denah gedung sekolah dasar 035 kota tarakan yang akan dikerjakan.



Gambar 4. Flowchart

B. Langkah-Langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Studi Literatur
Langkah ini bertujuan mempelajari dan memahami berbagai sumber (jurnal, buku, dll) mengenai data instalasi listrik, data beban berdasarkan standar PUIL 2011.
2. Pengambilan Data Lapangan
Langkah ini bertujuan agar daya yang disuplai dari PLN dapat digunakan secara maksimal pada penggunaan beban di sekolah dasar 035 Tarakan.
3. Evaluasi Data Lapangan Berdasarkan Standar PUIL 2011
Pada tahap ini akan dilakukan evaluasi instalasi listrik yang terpasang mengacu pada data yang telah diperoleh dari observasi, wawancara, perhitungan dan pengamatan langsung di lokasi penelitian.

C. Tahapan Evaluasi Data Berdasarkan PUIL 2011

Evaluasi dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah sistem instalasi listrik di gedung sekolah dasar 035 Tarakan terpasang sudah sesuai dengan standar yang berlaku. Evaluasi dilakukan agar daya pada gedung sekolah dasar 035 Tarakan dapat digunakan atau difungsikan secara maksimal dengan mengetahui nilai maksimal arus pada MCB yg ditetapkan pada gedung. Evaluasi dilakukan agar mengetahui apakah bahan-bahan instalasi listrik yang di pasang di gedung sekolah dasar 035 Tarakan, sudah sesuai standar PUIL 2011 atau belum

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karena perhitungannya banyak dan berulang, maka akan disajikan satu contoh perhitungan yang sama:

1. Koridor B (Lantai 2)
 - Panjang ruangan (m) : 9 m
 - Lebar ruangan (m) : 3 m
 - Luas ruangan (m²) : 27 m²
 - Tinggi armatur- bidang kerja (h)(m) : 2,55 m
 - Intensitas penerangan (E) (Lux) : 150 Lux
 - Faktor penyusutan (d) : 0,8
 - Untuk selanjutnya dihitung :

D. Menentukan tinggi lampu penerangan terhadap bidang kerja (h) :

$$h = t - \text{tinggi bidang kerja}$$

$$h = 3,35 - 0,8 \text{ meter} \\ = 2,55 \text{ meter (Tinggi armatur terhadap bidang kerja)}$$

E. Menentukan indeks ruang (k):

$$k = \frac{p \cdot l}{h(p+l)} \\ = \frac{9 \cdot 3}{2,55(9+3)} \\ = 0,88 \text{ (indeks ruang atau indeks bentuk)}$$

dengan :

- h = Tinggi armatur terhadap bidang kerja (m)
- t = Tinggi Langit-Langit (m)
- k = indeks ruang atau indeks bentuk
- p = Panjang Ruangan (m)
- l = Lebar ruangan (m)

F. Menentukan faktor-faktor refleksi penerangan (Tabel 2.2).

- r_p = Faktor refleksi Langit-langit (0.5)
- r_w = Faktor refleksi dinding (0.3)
- r_m = Faktor refleksi bidang pengukuran/lantai (0.1)
- Maka didapatkan:

$$k = 0,88$$

$$k_1 = 0,8$$

$$k_2 = 1$$

$$\eta_1 = 0,34$$

$$\eta_2 = 0,39$$

D. Efisiensi penerangan untuk nilai indeks ruang/bentuk (k) pada penggunaan lampu SL adalah :

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

$$\eta = 0,34 + \frac{0,88-0,8}{1-0,8}(0,39 - 0,34)$$

$$\eta = 0,38 \text{ (Efisiensi penerangan)}$$

G. Menentukan faktor depresiasi (d) :

$$d = \frac{E \text{ dalam keadaan dipakai}}{E \text{ dalam keadaan baru}} = \frac{120}{150} = 0,8 \text{ (faktor depresiasi)}$$

H. Menggunakan & lampu SL 1 x 21 Watt,(1 x 2100 lumen),dengan faktor depresiasi pada lampu SL 0,8

$$n = \frac{E \cdot A}{\Phi \cdot \eta \cdot d}$$

$$= \frac{150 \cdot 27}{2100 \cdot 0,38 \cdot 0,8} \\ = 6 \text{ Lampu}$$

Dari hasil perhitungan lampu yang di dapatkan n = 6 dimana n adalah jumlah titik lampu.

dengan :

- n = Jumlah lampu atau armatur
- E = Intensitas penerangan (Lux)
- A = Luas ruangan
- Φ = Flux cahaya lampu (lumen)
- d = Faktor penyusutan atau depresiasi

A. Perhitungan Perhitungan I_n, KHA dan Luas Penampang Kabel Penerangan Pada SDN 035 Kota Tarakan

RKB 4 (Ruang kelas belajar 4) (Lantai 1)

$$I_n = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{348}{220 \cdot 0,8} = 1,97 \text{ A} \approx 4 \text{ A}$$

$$\text{KHA} = I_n \cdot 125\% = 1,97 \cdot 1,25 = 2,46 \text{ A}$$

$$\text{Panjang Kabel } (\ell) = (\text{PHB ke Beban}) = 24 \text{ m}$$

RKB 5 (Ruang kelas belajar 5) (Lantai 1)

$$I_n = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{348}{220 \cdot 0,8} = 1,97 \text{ A} \approx 4 \text{ A}$$

$$\text{KHA} = I_n \cdot 125\% = 1,97 \cdot 1,25 = 2,46 \text{ A}$$

$$\text{Panjang Kabel } (\ell) = (\text{PHB ke Beban}) = 32 \text{ m}$$

RKB 6 (Ruang kelas belajar 6) (Lantai 1)

$$I_n = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{348}{220 \cdot 0,8} = 1,97 \text{ A} \approx 4 \text{ A}$$

$$\text{KHA} = I_n \cdot 125\% = 1,97 \cdot 1,25 = 2,46 \text{ A}$$

$$\text{Panjang Kabel } (\ell) = (\text{PHB ke Beban}) = 40 \text{ m}$$

RTU (Ruang tata usaha) (Lantai 1)

$$I_n = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{464}{220 \cdot 0,8} = 2,63 \text{ A} \approx 4 \text{ A}$$

$$\text{KHA} = I_n \cdot 125\% = 2,63 \cdot 1,25 = 3,28 \text{ A}$$

$$\text{Panjang Kabel } (\ell) = (\text{PHB ke Beban}) = 22 \text{ m}$$

RKS 1&2 (Ruang kepala sekolah 1&2) (Lantai 1)

$$I_n = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{464}{220 \cdot 0,8} = 2,63 \text{ A} \approx 4 \text{ A}$$

$$\text{KHA} = I_n \cdot 125\% = 2,63 \cdot 1,25 = 3,28 \text{ A}$$

$$\text{Panjang Kabel } (\ell) = (\text{PHB ke Beban}) = 45 \text{ m}$$

WC Pria & Wanita (Lantai 1)

$$I_n = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{36}{220 \cdot 0,8} = 0,24 \text{ A} \approx 1 \text{ A}$$

$$\text{KHA} = I_n \cdot 125\% = 0,24 \cdot 1,25 = 0,3 \text{ A}$$

$$\text{Panjang Kabel } (\ell) = (\text{PHB ke Beban}) = 14 \text{ m}$$

Koridor A,B, & C (Lantai 1)

$$I_n = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{546}{220 \cdot 0,8} = 3,1 \text{ A} \approx 4 \text{ A}$$

$$\text{KHA} = I_n \cdot 125\% = 3,1 \cdot 1,25 = 3,87 \text{ A}$$

$$\text{Panjang Kabel } (\ell) = (\text{PHB ke Beban}) = 105 \text{ m}$$

Menghitung Luas penampang kabel 1 Fasa Penerangan (Lantai 1)

$$A = \frac{2 \cdot \cos\phi}{\gamma \cdot u} \text{ jumlah } (i \cdot \ell) \\ = \frac{2 \cdot 0,8}{56,2 \cdot 10^6 \cdot 5\% \cdot 220} (1,97 \cdot 24) + (1,97 \cdot 32) + (1,97 \cdot 40) + (2,63 \cdot 22) \\ + (2,63 \cdot 45) + (0,24 \cdot 14) + (3,1 \cdot 105) \\ = \frac{2 \cdot 0,8 \cdot 694,19}{56,2 \cdot 10^6 \cdot 5\% \cdot 220}$$

$$= 1,8 \cdot 10^{-6} \text{ m} \approx 2,5 \text{ mm}$$

dengan:

- A = Luas penampang penghantar yang digunakan
- γ = tahanan jenis penghantar (tembaga = $56,2 \times 10^6$)
- ℓ = Panjang penghantar (m)
- I = Arus nominal (I_n)
- u = Rugi-rugi tegangan dalam penghantar 5% (Puil 2011)
- $\text{Cos}\varphi$ = Faktor daya

B. Perhitungan Perhitungan Susut Tegangan

Hasil Perhitungan Susut Tegangan Pada Bangunan Lantai 1,2 dan WC bagian luar dapat diketahui melalui data sebagai berikut :

Susut Tegangan pada lantai 1 dengan asumsi $\text{cos } \varphi = 0,8$ dan panjang saluran 1 = 282 m = 0,282 km

$$\Delta V = [2 \times I \times (R_L \cos \varphi + X_L \sin \varphi) \times l]$$

$$= 2 \times 7,25 \times 0,813 \times 0,282$$

$$= 3,32 \text{ Volt}$$

Susut Tegangan pada lantai 2 dengan asumsi $\text{cos } \varphi = 0,8$ dan panjang saluran 2 = 223 m = 0,223 km

$$\Delta V = [2 \times I \times (R_L \cos \varphi + X_L \sin \varphi) \times l]$$

$$= 2 \times 5,50 \times 1,62 \times 0,223$$

$$= 3,97 \text{ Volt}$$

Susut Tegangan pada bangunan WC luar dengan asumsi $\text{cos } \varphi = 0,8$ dan panjang saluran 3 = 54 m = 0,054 km

$$\Delta V = [2 \times I \times (R_L \cos \varphi + X_L \sin \varphi) \times l]$$

$$= 2 \times 0,4 \times 2,43 \times 0,054$$

$$= 0,10 \text{ Volt}$$

Tegangan di KWH meter terjauh :

$$= 3,32 + 3,97 + 0,10 = 7,39$$

$$= 220 - 7,39 = 212,61 \text{ Volt}$$

Jadi presentasi tegangan drop adalah :

$$= \frac{220 - 212,61}{220} \times 100\% = 3,35\%$$

C. Perhitungan Perhitungan pentanahan (grounding) instalasi

- Tahanan jenis tanah (ρ) = 100 Ω (Tanah liat)
- Panjang Elektroda (L_R) = 4 meter (Elektroda batang/pasak)
- Diameter Elektroda (A_R) = 16 mm $\approx 0,016$ meter

$$R_G = \frac{\rho}{2\pi L_R} \left[\ln \left(\frac{4L_R}{A_R} \right) - 1 \right]$$

$$= \frac{100}{2 \cdot 3,14 \cdot 4} \left[\ln \left(\frac{4 \cdot 4}{0,016} \right) - 1 \right]$$

$$= 26,49 \Omega$$

dengan :

- R_G = Tahanan pentanahan (Ohm)
- ρ = Tahanan jenis tanah (Ohm-meter)
- \ln = Logaritmus (dasar e = 2,7182818)
- L_R = Panjang elektroda (meter)
- A_R = Diameter elektroda (meter)

Karena didapatkan hasil pentanahan yang besar maka dapat diperkecil dengan cara menggunakan persamaan hubung paralel:

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{26,49} + \frac{1}{26,49} + \frac{1}{26,49} + \frac{1}{26,49} + \frac{1}{26,49}$$

$$\frac{1}{26,49} + \frac{1}{26,49} + \frac{1}{26,49} + \frac{1}{26,49} + \frac{1}{26,49}$$

$$= 2,6 \Omega$$

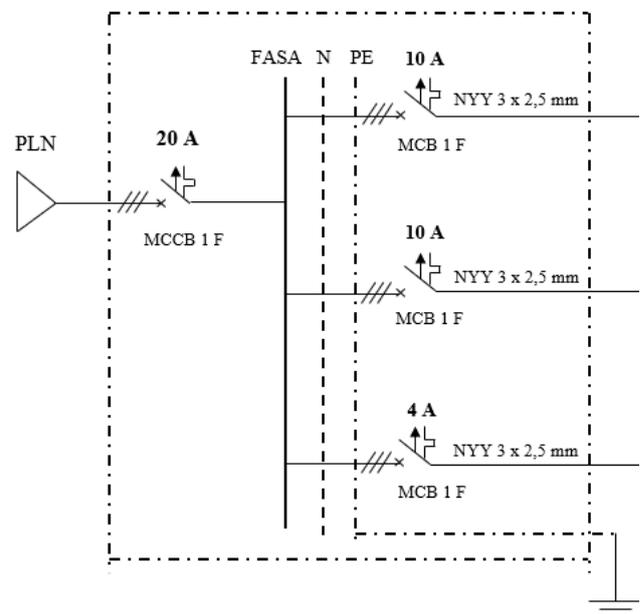
D. Rekapitulasi daya Panel Utama (MDP)

Lantai1(grup lampu) $I_n = \frac{P}{2 \cdot V \cdot \text{cos}\varphi} = \frac{2,554}{2 \cdot 220 \cdot 0,8} = 7,25 \text{ A} \approx 8 \text{ A}$ KHA = $I_n \cdot 125\% = 7,25 \cdot 1,25 = 9,06 \text{ A}$ \rightarrow

Lantai2(grup lampu) $I_n = \frac{P}{2 \cdot V \cdot \text{cos}\varphi} = \frac{1,938}{2 \cdot 220 \cdot 0,8} = 5,50 \text{ A} \approx 6 \text{ A}$ KHA = $I_n \cdot 125\% = 5,50 \cdot 1,25 = 6,87 \text{ A}$ \rightarrow

Bangunan WC bagian Luar (grup lampu) $I_n = \frac{P}{2 \cdot V \cdot \text{cos}\varphi} = \frac{144}{2 \cdot 220 \cdot 0,8} = 0,40 \text{ A} \approx 1 \text{ A}$ KHA = $I_n \cdot 125\% = 0,40 \cdot 1,25 = 0,51 \text{ A}$ \rightarrow

Adapun hasil perhitungan I_n dan KHA didapatkan MCCB pengaman grup Lampu pada panel pembagi (MDP) bangunan Lantai 1,2 dan bangunan wc bagian luar sebesar 20 A (Ampere), dan dapat dilihat pada rekapitulasi daya panel utama (MDP) di bawah ini.



Gambar 5. MDP

I. KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan perhitungan yang telah didapatkan dari Perancangan instalasi listrik dengan menggunakan jaringan listrik PLN dengan pada bangunan gedung sekolah dasar 035 kota tarakan maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

- a. Total daya dari bangunan lantai 1,2 dan bangunan wc luar sebesar 4.636Watt atau 4.63 KW dengan kapasitas MCCB utama pada panel utama (MDP) sebesar 20 A.

- b. Pada setiap lantai masing-masing terdiri dari 1 fasa yang terhubung pada panel pembagi beban (SDP). Total daya masing-masing lantai adalah pada lantai 1 sebesar 2.554 Watt atau 2.55 KW, pada lantai 2 sebesar 1.938 Watt atau 1.93 KW, dan pada bangunan wc luar sebesar 144 Watt.
 - c. Di dalam panel SDP dibagi menjadi tiga grup penerangan dan dengan rincian MCCB grup penerangan 10 A bangunan lantai 1, dan 8 A pada bangunan lantai 2 dan bangunan wc bagian luar. Untuk MCCB pengaman utama panel pembagi beban (SDP) adalah sebesar 20 A.
 - d. Jenis dan Luas penampang kabel yang digunakan adalah NYY 3 x 2,5 mm pada MCCB utama panel utama (MDP), kemudian NYY 3 x 2,5 mm ke panel pembagi beban (SDP) dan NYY 3 x 2,5 mm dari panel pembagi beban (SDP) menuju ke masing-masing beban instalasi.
 - e. Nilai grounding instalasi didapatkan hasil 2,6 Ω dengan cara memparalel 10 elektroda batang.
 - f. Nilai susut tegangan (*Drop Voltase*) didapatkan hasil sebesar 5% dapat berpedoman pada standar Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011.
- [10] Sinaga, Joslen. 2019. *Perancangan Instalasi Listrik Pada Rumah Toko Tiga Lantai Dengan Daya 12 Kw*. Penerbit: Jurnal Teknologi energi UDA. Vol. VIII. No. 2
- [11] Steven, Sim. Jarman. 2014. *PUIL 2011*. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan

REFERENSI

- [1] Cahyono, Taufiq.D. 2020. *Pelatiham Perancangan Instalasi Listrik Bangunan Sederhana*. Penerbit: Proceeding SENDIU. ISBN: 978-979-3649-72-6
- [2] Carles, R.A. Winarso. 2021. *Perancangan Kebutuhan Daya Dan Instalasi Listrik Pada Gedung Askrindo Bogor*. Penerbit: Jurnal Riset Rekayasa Elektro. Vol. 3. No. 1. P-ISSN: 2685-4341, E-ISSN: 2685-5313
- [3] Chandra, Juli.T. 2020. *Kajian Rancangan Instalasi Penerangan Pada Laboratorium Eksplorasi Dan Mekanika Batuan Politeknik Muara Teweh*. Penerbit: Jurnal EEICT. Vol. 3. No. 2. e-ISSN: 2615-2169, p-ISSN: 2654-4296
- [4] Hermansyah. 2019. *Evaluasi Keandalan Sistem Grounding Pada Instalasi Listrik Rumah Tinggal Di Kabupaten Bantaeng*. Penerbit: Jurnal Ilmiah d'Computare. Vol. 9
- [5] Khatimi, Husnul. Dkk. 2019. *Perencanaan Penataan Dan Pengembangan Instalasi Listrik Di Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat*. Program Studi Magister Teknik Sipil ULM Banjarmasin. ISBN: 978623-7533-03-0
- [6] Mardiyah, Hikmatul. Dkk. 2016. *Evaluasi Instalasi Listrik Pada Rumah Sakit Berdasarkan PUIL 2011 (Suatu Studi Kasus Pada Rumah Sakit Swasta Di Jakarta Timur)*. Penerbit: Journal Of Electrical and Vocatinal Education and Technology. Vol. 1. No. 1
- [7] Mr. Colin, May. Jarman. 2016. *Keselamatan Dan Pemasangan Instalasi Listrik Voltase Rendah Untuk Rumah Tangga PUIL 2011 + Amandemen 1 (2011)*. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan
- [8] Nurdiana, Nita. Dkk. 2018. *Konversi Lampu TL Ke Lampu LED (Studi Kasus: Jakabaring Shooting Range Jakabaring Sport City Palembang)*. Penerbit: Jurnal Ampere. Vol. 3. No. 2. P-ISSN: 2477-2755, E-ISSN: 2622-2981
- [9] Santoso, Iksan. 2014. *Perancangan Instalasi Listrik Pada Blok Pasar Modern Dan Apartemen Di Gedung Kawasan Pasar Terpadu Blimbing Malang*. SKRIPSI. Fakultas Teknik. Universitas Brawijaya