

Perencanaan Instalasi Penerangan Jalan Umum (PJU) Jalan Tani Subur Kec. Loa Janan Ilir Samarinda

Muhammad Dzulkifli¹, Verra Aullia², Abdurrahim³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Samarinda
verraaulia@polnes.ac.id

Abstrak- Perencanaan sangat penting untuk memudahkan mencapai tujuan instalasi penerangan jalan umum. Instalasi lampu penerangan jalan umum berfungsi sebagai penerangan jalan pada malam hari, sehingga pejalan kaki dan pengendara bisa melihat lebih jelas jalan yang akan dilewati pada saat malam hari. Penerangan jalan umum juga dapat meningkatkan keselamatan, kenyamanan para pengguna jalan. Jalan Tani Subur merupakan jalan yang minim penerangan, sehingga dibutuhkan perencanaan instalasi penerangan jalan. Jalan Tani Subur mempunyai panjang jalan 1.358 meter dan lebar jalan 5 meter. Jenis tiang lampu yang digunakan adalah tiang lampu jenis oktagonallengan tunggal dengan tinggi 11 meter dan dipasang di kiri jalan secara sejajar dengan jarak 40 meter dengan jumlah tiang sebanyak 35 tiang. Pengaman yang digunakan ialah *miniature circuit breaker* (MCB) yang memiliki kapasitas 6 A pengaman utama dengan penghantar NYY 4 x 10 mm², kapasitas 4 A pengaman tiap grup dengan penghantar NYY 2 x 6 mm², dan kapasitas 2 A pengaman tiap tiang lampu dengan penghantar NYM 2 x 1,5 mm². Lampu yang digunakan adalah lampu Light Emitting Diode (LED). Lampu *light emitting diode* (LED) yang digunakan memiliki daya 55 Watt dengan sistem kontrol otomatis dengan menggunakan timer dan *light dependent resistor* (LDR) namun dapat dioperasikan secara manual dengan tujuan sebagai alternatif jika keadaan otomatis terjadi kerusakan atau dalam melakukan perawatan.

Kata kunci : Instalasi penerangan jalan umum, Light Emitting Diode (LED), otomatis, pengaman, penghantar.

I. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, perencanaan sangat penting untuk memudahkan kita dalam mencapai tujuan atau target tertentu. Pengertian perencanaan sendiri adalah suatu proses yang sudah terkoordinir dalam menentukan langkah, menganalisa ketidakpastian, dan menentukan tujuan yang ingin dicapai kedepannya. Perencanaan selalu menjadi hal yang penting dalam setiap bidang kehidupan manusia, dan salah satunya adalah dibidang kelistrikan.

Seiring berjalannya waktu, listrik menjadi salah satu sumber yang sangat penting dan sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia di jaman sekarang ini. Kebutuhan energi listrik terus meningkat sesuai dengan laju pertumbuhan penduduk. Salah satu pemakaian listrik yang paling banyak digunakan masyarakat saat ini adalah sumber penerangan. Penerangan sangat dibutuhkan dikalangan masyarakat, khususnya penerangan jalan umum.

Penerangan jalan umum adalah penerangan yang biasanya dipasang di ruas jalan maupun di tempat tertentu seperti jalan raya, jembatan, taman dan tempat umum lainnya. Penerangan jalan umum diperlukan guna meningkatkan keamanan lalu lintas dan lingkungan, sebagai alat bantu navigasi jalan, memberikan keindahan lingkungan jalan, meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan khususnya pada malam hari.

Bila ada kegiatan di malam hari maka perlu adanya penerangan pada suatu jalan, sehingga mengurangi resiko terjadinya suatu hal yang tidak diinginkan seperti kecelakaan lalu lintas. Sistem penerangan jalan harus direncanakan dengan baik supaya sistem tersebut mampu bekerja dengan efektif dan efisien serta memberi rasa aman dan keselamatan kepada pengguna jalan yang melintas pada Jalan Tani Subur di malam hari.

Jalan Tani Subur termasuk dalam klasifikasi jenis jalan lokal, karena sebagai jalan alternatif untuk penghubung dari jalan utama ke jalan utama yang lainnya. Intensitas jalan tersebut pun cukup ramai dan sering digunakan masyarakat umum dalam berkendara sehari – hari namun pada malam hari jalan tersebut tidak memiliki pencahayaan sehingga mengganggu nyaman dan keamanan dalam berkendara pada jalan tersebut di malam hari.

Berkenaan pentingnya sistem penerangan jalan umum, maka penyusun akan merencanakan instalasi penerangan jalan umum di Jalan Tani Subur. Oleh karena itu diambil judul penelitian “Perencanaan Instalasi Penerangan Jalan Umum (PJU) Jalan Tani Subur Kec. Loa Janan Ilir Samarinda”.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Lampu Penerangan Jalan

Lampu Penerangan jalan adalah lampu yang digunakan untuk penerangan jalan dimalam hari sehingga mempermudah pejalan kaki, pesepeda dan pengendara kendaraan dapat melihat dengan lebih jelas jalan/medan yang akan dilalui pada malam hari, sehingga dapat meningkatkan keselamatan lalu lintas dan keamanan dari para pengguna jalan dari kegiatan aksi kriminal. Atau bagian dari bangunan pelengkap jalan yang dapat diletakkan dipasang dikiri dan dikanan jalan atau ditengah (di bagian median jalan) yang digunakan untuk menerangi jalan maupun lingkungan sekitar jalan yang diperlukan [1]

B. Fungsi Penerangan Jalan Umum

Penerangan jalan umum mempunyai fungsi antara lain [2]:

1. Menciptakan kontras antara subjek dan permukaan jalan.
2. Sebagai alat bantu pengguna jalan.
3. Meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan, khususnya pada malam hari.
4. Mendukung keamanan lingkungan.
5. Memberikan keindahan lingkungan jalan.

C. Dasar perencanaan Penerangan Jalan Umum

Dasar-dasar perencanaan penerangan jalan umum adalah [2]:

1. Volume lalu-lintas baik kendaraan maupun lingkungan yang bersinggungan seperti pejalan kaki, pengayuh sepeda dan lain-lain.
2. Pemilihan dari jenis dan sebuah kualitas sumber cahaya atau lampu, data fotometrik lampu dan juga lokasi sumber energi listrik.
3. Tingkat permintaan, biaya operasi, biaya perawatan, sehingga desain sistem pencahayaan efisien dan ekonomis.
4. Rencana pembangunan jalan jangka panjang dan pengembangan kawasan sekitarnya.
5. Data kecelakaan dan kerawanan di lokasi.

Beberapa tempat yang akan memerlukan perhatian dalam desain instalasi lampu penerangan jalan umum ialah sebagai berikut [2]:

1. Lebar ruang jalan yang bervariasi dalam suatu ruas jalan.
2. Tempat-tempat di mana kondisi lengkung horizontal (tikungan) tajam.
3. Tempat yang luas seperti persimpangan, interchange, tempat parkir, dll.
4. Jalan-jalan berpohon. Jalur tengah (median) yang sempit, terutama untuk instalasi penerangan lampu di median jalan.
5. Jembatan sempit/panjang, jalan layang dan underpass (terowongan).
6. Tempat-tempat lain di mana lingkungan jalan yang banyak dengan persimpangan jalannya.

D. Klasifikasi Jenis Jalan

Jenis dan jumlah penerangan yang digunakan sebagai penerangan jalan dapat dibagi menjadi beberapa kategori [3]:

1. Jalan Arteri

Merupakan jalan umum untuk perjalanan jarak jauh dan kecepatan rata-rata tinggi. Jalan ini menghubungkan menghubungkan kota jenjang kesatu dengan dengan kota jenjang kedua. Jalan arteri dibagi menjadi jalan arteri primer dan sekunder.

2. Jalan Kolektor

Merupakan jalan umum untuk perjalanan jarak sedang dan kecepatan rata-rata sedang. Jalan ini menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang kedua atau menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang

ketiga. Jalan kolektor dibagi menjadi jalan kolektor primer dan sekunder.

3. Jalan Lokal

Merupakan jalan umum untuk jarak dekat dan kecepatan rata-rata rendah. Jalan lokal dibagi menjadi jalan lokal primer dan sekunder.

4. Jalan Lingkungan

Merupakan jalan umum untuk perjalanan jarak dekat dan kecepatan rata-rata rendah. Jalan lingkungan dibagi menjadi jalan lingkungan primer dan sekunder.

E. Tiang Lampu Jalan

Tiang merupakan komponen yang digunakan untuk menopang lampu. Salah satu jenis tiang yang digunakan untuk lampu jalan adalah tiang galvanis dengan lengan tunggal.

F. Jenis Tiang Lampu Jalan

1. Tiang Lampu Oktogonal

Tiang lampu oktagon memiliki bentuk tiang 8 sisi. Tiang lampu oktagon galvanis memiliki berbagai kegunaan dari sarana industri, yang memiliki keunggulan keras, kuat, ringan, tahan panas, dan juga tahan karat dan memiliki tinggi tiang dari 5 – 45 m [4].

2. Tiang Lampu Hexagonal

Tiang lampu hexagonal memiliki bentuk 6 sisi. Tiang hexagonal ini sama seperti tiang oktagon memiliki berbagai kegunaan, mulai dari sarana olahraga sampai area industri. Namun kekuatannya sendiri tiang lampu hexagonal lebih kuat dari tiang lampu oktagon karena, bentuk segi 6 dari tiang ini seperti bentuk sarang lebah yang juga mempunyai 6 sisi [4].

3. Tiang Lampu Konvensional / Bulat

Tiang lampu konvensional adalah tiang lampu yang berbentuk bulat. Kontruksi tiang PJU bulat cenderung lebih solid, sehingga tidak rawan terserang karat atau keropos dan juga memiliki harga yang jauh lebih murah [4].

G. Lampu Light Emitting Diode (LED)

Lampu LED adalah komponen semikonduktor yang mengubah energi listrik menjadi cahaya pada saat mendapatkan arus listrik. Lampu LED memiliki kelebihan untuk menekan biaya listrik menjadi lebih hemat jika dibandingkan dengan jenis lampu lainnya, umur lampu relatif lebih panjang bertahan 2-4 kali lebih lama dari lampu lainnya [5].

H. Armatur

Armatur adalah rumah lampu yang berfungsi untuk memancarkan cahaya dari lampu. Armatur dilengkapi dengan alat pelindung untuk melindungi lampu, menurut klasifikasi SNI Indeks Proteksi (IP) memiliki 2 angka. Angka pertama menyatakan melindungi lampu dari debu dan angka kedua menyatakan pelindung terhadap air dan juga pada peraturan menteri perhubungan, bahwa armatur lampu harus tahan terhadap hujan, debu, uap air dan serangga. Sistem perlindungan yang baik adalah semakin tinggi indeks perlindungan semakin baik standar pelindungannya. Pada umumnya indeks proteksi yang sering di pakai pada lampu jalan adalah IP 66 [2].

Panel Lampu Penerangan

Panel adalah kombinasi dari satu atau lebih peralatan pengsakelaran tegangan rendah dengan peralatan kontrol pengaman dan pengatur yang saling berhubungan yang seluruhnya dirancang lengkap dengan sistem pengkabelan listrik dan hubungan mekanik serta bagian kerangka lengkap dan tertutup. Panel kontrol penerangan jalan umum yang dilengkapi dengan kontaktor dan *time switch*, dengan tutup berengsel yang mudah dibuka. Semua panel yang digunakan untuk instalasi penerangan jalan umum harus memenuhi persyaratan standar 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 [7].

J. Pengaman

Pengaman adalah suatu peralatan listrik yang digunakan untuk melindungi komponen listrik dari kerusakan yang diakibatkan oleh gangguan seperti arus beban lebih ataupun arus hubung singkat [8].

K. Miniatur Circuit Breaker

Miniatur Circuit Breaker (MCB) adalah suatu komponen instalasi tenaga listrik yang berfungsi memutus dan menyambung rangkaian listrik baik dalam keadaan normal atau saat terjadi beban lebih dan hubung singkat [8].

Pada MCB terdapat dua jenis pengaman yaitu secara *thermis* dan elektromagnetis, pengaman *thermis* berfungsi untuk mengamankan arus beban lebih sedangkan pengaman elektromagnetis berfungsi untuk mengamankan jika terjadi hubung singkat [8].

MCB dibuat hanya memiliki satu kutub untuk pengaman satu Phase, sedangkan untuk pengaman tiga Phase biasanya memiliki tiga kutub dengan tuas yang disatukan, sehingga apabila terjadi gangguan pada salah satu kutub maka kutub yang lainnya juga akan ikut terputus.

Untuk menentukan kapasitas MCB dapat menggunakan persamaan sebagai berikut [9] :

Untuk persamaan pengaman satu Phase menggunakan persamaan 1 dibawah ini:

$$P = V_{L-N} \times I \times \cos \phi \dots \dots \dots (1)$$

Untuk persamaan pengaman tiga Phase menggunakan persamaan 2 dibawah ini:

$$P = \sqrt{3} \times V_{L-L} \times I \times \cos \phi \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

I	: Arus (A)
P	: Daya Aktif (W)
V_{L-N}	: Tegangan Line to Netral (V)
V_{L-L}	: Tegangan Line to Line (V)
$\cos \phi$	: Faktor Daya

L. Penghantar

Penghantar adalah bahan yang digunakan untuk menghubungkan suatu titik ketitik yang lain. Penghantar yang digunakan untuk instalasi listrik adalah berupa kawat berisolasi

atau kabel. Jenis penghantar yang biasa digunakan adalah tembaga dan aluminium [11].

M. Kabel NYAF

Kabel NYAF merupakan jenis kabel fleksibel dengan penghantar tembaga serabut berisolasi PVC. Kabel ini hanya memiliki satu inti kabel berupa serabut. Isolasinya tipis dan juga diberi warna berbeda. Kabel ini direncanakan dan direkomendasikan untuk instalasi dalam kabel kotak distribusi pipa atau di dalam duct. Digunakan untuk instalasi panel-panel yang memerlukan fleksibilitas yang tinggi. Kabel jenis ini sangat cocok untuk tempat yang mempunyai belokan – belokan tajam [11].

N. Kabel NYM

Kabel NYM adalah kabel yang memiliki beberapa penghantar dan isolasi luar sebagai pelindung. Kabel jenis ini mempunyai isolasi luar jenis PVC berwarna putih (cara mengenalinya bisa dengan melihat warna yang khas putih ini) dengan selubung karet di dalamnya dan berinti kawat tunggal yang jumlahnya antara 2 sampai 4 inti dan masing-masing inti mempunyai isolasi PVC dengan warna berbeda.[11].

O. Kabel NYFGbY

Penghantar ini terdiri dari penghantar tembaga tanpa lapisan timah putih,dengan isolasi PVC. Jumlah inti kabel kebanyakan tiga atau empat dan kadang- kadang dua. Inti kabel ini dibelit menjadi satu, Kemudian diberi lapisan pembungkus inti dari karet atau plastik lunak, dan perisai kawat baja pipih berlapis seng. Perisai kawat baja ini diikat dengan spiral pita baja berlapis seng [11].

P. Kuat Hantar Arus (KHA)

Kemampuan hantar arus merupakan arus maksimum yang dapat dialirkan dengan kontinu oleh penghantar pada keadaan tertentu tanpa menimbulkan kenaikan suhu yang melampaui nilai tertentu.

Untuk menentukan luas penampang penghantar yang digunakan maka harus menentukan arus nominal yang melewati suatu penghantar. Dengan mengetahui kemampuan hantar arus dapat ditentukan penghantar dengan menggunakan persamaan rumus seperti di bawah ini [9] :

$$KHA = 125\% \times I_n \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

KHA	: Kemampuan Hantar Arus
I_n	: Arus Nominal

Dalam menentukan luas penampang penghantar harus memperhatikan jatuh tegangan (drop voltage) [9].

Untuk persamaan satu phase menggunakan rumus :

Jatuh tegangan dalam bentuk (%)

$$\Delta u = \frac{\Delta v}{V_s} \times 100 \% \dots \dots \dots (4)$$

Jatuh tegangan dalam bentuk (Volt)

$$\Delta v = \frac{L \times I \times 2}{A \times \sigma} \dots \dots \dots (5)$$

Menentukan luas penampang

$$A = \frac{L \times I \times 2}{\Delta V \times \sigma} [mm^2] \dots \dots \dots (6)$$

Untuk persamaan tiga phase menggunakan rumus :

Jatuh tegangan dalam bentuk (%)

$$\Delta u = \frac{\Delta v}{V_s} \times 100 \% \dots\dots\dots(7)$$

Jatuh tegangan dalam bentuk (Volt)

$$\Delta v = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \varphi}{A \times \sigma} \dots\dots\dots(8)$$

Menentukan luas penampang

$$A = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \varphi}{\Delta V \times \sigma} [mm^2] \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan :

A	= Luas penampang (mm^2)
L	= Panjang Jalan (m)
I	= Arus Beban (A)
ΔV	= Jatuh Tegangan (V)
Δu	= Jatuh Tegangan (%)
V_s	= Tegangan Sumber (V)
σ	= Konduktivitas penghanta, Tembaga 56, Aluminium 32,7 ($m/\Omega mm^2$)

Q. Sistem Otomatis Penerangan

Sistem otomatis penerangan adalah cara atau proses suatu alat yang dibuat untuk melakukan dan mengatur pekerjaan secara otomatis agar sesuai dengan rencana dan harapan sehingga memudahkan suatu pekerjaan yang biasanya dilakukan oleh manusia [13].

R. Kontaktor

Magnetik kontaktor adalah sakelar listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Prinsip kerjanya didalam kontaktor terdapat lilitan yang akan menjadi magnet bila di aliri listrik, magnet tersebut akan menarik kontak yang berada di dekatnya sehingga kontak yang semula terbuka (NO) akan menjadi tertutup sedangkan kontak yang awalnya tertutup (NC) akan menjadi terbuka. Magnetik kontaktor terdiri dari kontak utama dan kontak bantu. Kontak utama digunakan untuk sumber arus listrik sedangkan kontak bantu digunakan untuk rangkaian pengendali [10].

$$KHA \text{ Kontaktor} = I_n \times 115\% \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan :

I_n	: Arus Nominal (A)
-------	--------------------

S. Timer

Timer sering disebut juga relay timer atau relay penunda batas waktu banyak digunakan dalam instalasi yang membutuhkan pengaturan waktu secara otomatis. Fungsi dari peralatan ini adalah sebagai pengatur waktu bagi peralatan yang dikendalikannya. Timer ini dimaksudkan untuk mengatur waktu hidup atau mati dari kontaktor dalam delay waktu tertentu.

T. Efikasi Cahaya

Efikasi cahaya terhitung adalah perbandingan keluaran lumen terhitung dengan pemakaian daya terhitung dinyatakan dalam lumen [14].

$$K = \frac{\Phi}{P} \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan :

K	= Efikasi Cahaya (Lumen/watt)
Φ	= Flux Cahaya (Lumen)
P	= Daya Listrik (Watt)

U. Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya (I) dengan satuan kandela (Cd) adalah arus cahaya dalam lumen yang diemisikan setiap sudut ruang (pada arah tertentu) oleh sebuah sumber cahaya. Intensitas cahaya dapat ditentukan dengan persamaan berikut ini [14].

$$\Phi = I \times \omega \dots\dots\dots(12)$$

$$\omega = 4\pi \dots\dots\dots(13)$$

$$I = \frac{\Phi \times P}{\omega} \dots\dots\dots(14)$$

Keterangan :

I	= Intensitas Cahaya (Cd)
Φ	= Fluks Cahaya (lumen)
ω	= Sudut ruangan (steradian)
K	= Efikasi cahaya (Lumen/watt)
P	= Daya

V. Intensitas Penerangan

Flux cahaya yang mengenai bidang yang diterangi seluas m^2 disebut dengan intensitas penerangan (E) dalam satuan lux, jadi 1 lux = 1 lumen per m^2 . Bila suatu bidang dengan luas A m^2 diterangi dengan flux cahaya, maka rata – rata intensitas penerangan itu sama dengan [14] :

$$E_{rata-rata} = \frac{\Phi}{A} \text{ lux} \dots\dots\dots(15)$$

Keterangan :

$E_{rata-rata}$	= Intensitas Cahaya
Φ	= flux Cahaya (lumen)
A	= Luas bidang yang terkena cahaya

W. Iluminasi

Iluminasi adalah intensitas penerangan atau kekuatan penerangan yang disebut tingkat pencahayaan suatu bidang [14]:

Kuat Penerangan pada titik I :

$$E = \frac{I}{h^2} \dots\dots\dots(16)$$

Kuat Penerangan pada titik (Eq) :

$$r = \sqrt{h^2 + q^2} \dots\dots\dots(17)$$

$$\cos \theta = \frac{h}{r} \dots\dots\dots(18)$$

$$E = \frac{I}{r^2} \times \cos \theta \dots\dots\dots(19)$$

Keterangan :

I	= Intensitas cahaya (cd)
q	= Jarak horizontal lampu dengan titik pencahayaan
h	= Jarak dari sumber cahaya ke titik kerja (m)
r	= Jarak lampu ketengah-tengah jalan
E	= Kuat penerangan (Lux)

X. Menentukan Jumlah Titik Lampu

Jumlah titik lampu yang dibutuhkan dihitung menggunakan rumus [1].

$$T = \frac{L}{S} + 1 \dots\dots\dots(20)$$

Keteraangan :

T	= Jumlah titik lampu
L	= Panjang jalan (m)
S	= Jarak tiang ke tiang (m)

Ada banyak jenis penempatan lampu jalan, baik untuk penggunaan dua sisi atau satu sisi jalan, dan tentu saja mempengaruhi penempatan tiang yang akan dipasang. Ada beberapa cara untuk menempatkan lampu penerangan jalan yaitu [2] :

1. Dikiri/kanan jalan.
2. Dikiri dan kanan jalan secara selang-seling.
3. Dikiri dan kanan jalan secara berhadapan.
4. Ditengah median jalan.
5. Kombinasi.

Y. Menentukan Sudut Stang Ornamen

Untuk menentukan sudut kemiringan stang ornamen, agar titik cahaya penerangan maksimal menerangi badan jalan maka dapat dilihat pada rumus di bawah ini dan Penentuan sudut kemiringan stang ornamen dapat dilihat pada [Gambar 7 \[1\]](#).

$$r = \sqrt{h^2 + q^2} \dots\dots\dots(21)$$

sehingga :

$$\cos \theta = \frac{h}{r} \dots\dots\dots(22)$$

Keterangan :

- r : Jarak lampu ketengah-tengah jalan
 h : Jarak dari sumber cahaya ke titik kerja (m)
 q : jarak horizontal lampu dengan titik pencahayaan
 H : Tiang tiang (meter)
 $W1$: Tiang ke ujung lampu
 $W2$: Jarak horizontal lampu ke ujung jalan

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu Tempat Perencanaan

Tempat perencanaan yang akan direncanakan oleh penulis untuk instalasi penerangan jalan umum adalah Jalan Tani Subur Kec. Loa Janan Ilir, karena masih minimnya penerangan pada jalan tersebut, sementara pada jalan ini merupakan salah satu jalan alternatif untuk penghubung dari jalan utama ke jalan utama yang lainnya, maka dari itu jalan ini perlu adanya penerangan yang optimal agar membantu pengguna jalan untuk mengetahui dan dapat melihat kondisi jalan dengan jelas dan juga hal ini sangat berkaitan dengan kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan agar terhindar dari kecelakaan ataupun tindakan kriminal yang terjadi pada jalan tersebut. Waktu perencanaan akan dilaksanakan pada bulan Januari 2023 dengan bulan Juli 2023.

B. Jenis Sumber Data

Data – data yang digunakan dalam perencanaan ini adalah data yang berhubungan dengan perencanaan penerangan lampu jalan, seperti :

1. Buku – buku atau referensi pendukung lain melalui website yang berkaitan dengan teori penerangan jalan umum.
2. Panjang dan lebar Jalan Tani Subur yang diukur dengan *measure wheel* dan roll meter.
3. Katalog yaitu meliputi jenis pengaman, jenis kabel,

lampu penerangan *Light Emiting Diode* (LED), komponen kontrol dan lain – lain.

4. Dokumentasi pada lokasi Jalan Tani Subur menggunakan kamera *handphone* dan *Lay Out* lokasi jalan berdasarkan *Google Earth*.

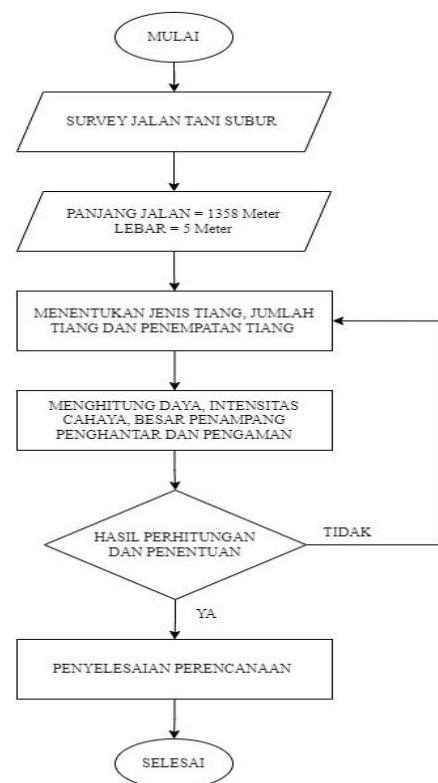
C. Metode

Dalam penyusunan penelitian ini, metode yang digunakan adalah :

1. Metode Observasi Langsung
Melakukan pemantauan langsung ke lapangan untuk meninjau objek yang akan diteliti serta didokumentasikan dan dapat digunakan sebagai bahan untuk wawancara.
2. Metode Wawancara
Melakukan diskusi tanya jawab dengan masyarakat sekitar seperti lurah dan RT.
3. Metode Literatur
Metode pengambilan data dengan cara membaca referensi baik berupa buku maupun situs internet yang berkaitan dengan masalah yang dibahas.
4. Dokumentasi
Metode yang dilakukan dengan gambar jalan sebagai gambaran dalam pembuatan perencanaan penerangan jalan umum.

D. Langkah-Langkah Perencanaan (Flowchart)

Proses perencanaan instalasi penerangan jalan umum Jalan Tani Subur Kecamatan Loa Janan Ilir, Samarinda dapat dilihat pada [Gambar 1](#).



Gambar 1. Flowchart perencanaan instalasi Penerangan Jalan Umum (PJU)

E. Data Panjang Jalan

Proses pengukuran panjang Jalan Tani Subur menggunakan *measure wheel* dengan pengukuran awal dari *measure wheel* yaitu menunjukkan nilai 0000 meter dan setelah melakukan pengukuran dengan *measure wheel* menunjukkan nilai 1.358 meter. Proses pengukuran Jalan Tani Subur dapat dilihat pada [Gambar 2](#) dan [Gambar 3](#).



Gambar 2. Pengukuran awal panjang Jalan Tani Subur dari *measure wheel* menunjukkan nilai 0000 meter



Gambar 3. Pengukuran akhir panjang Jalan Tani Subur dari *measure wheel* menunjukkan nilai 1.358 meter

F. Data Lebar Jalan

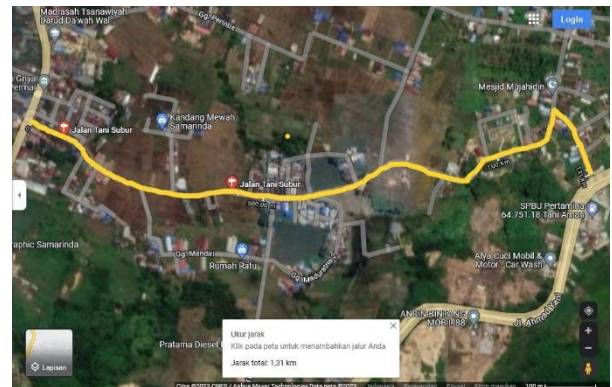
Jalan Tani Subur memiliki lebar jalan 5.2 meter apabila ditinjau dari alat ukur Roll meter dapat dilihat pada [Gambar 4](#).



Gambar 4. Pengukuran lebar jalan dari alat ukur Roll meter menunjukkan nilai 5.2 meter

G. Denah Lokasi Jalan

Denah Lokasi perencanaan pada Jalan Tani Subur, pada [Gambar 5](#) Denah lokasi Jalan Tani Subur berupa foto dari *Google Earth*.



Gambar 5. Foto denah lokasi Jalan Tani Subur dari *Google Earth*

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perencanaan Instalasi PJU Jalan Tani Subur

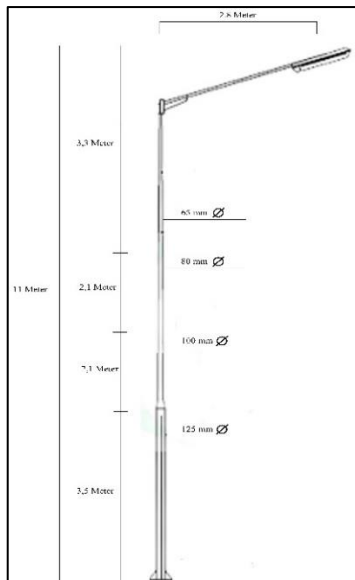
Dalam merencanakan suatu penerangan lampu jalan, aspek yang perlu diperhatikan adalah faktor lingkungan disekitar jalan tersebut. Jalan yang akan direncanakan instalasi penerangan lampu jalan ini memiliki panjang keseluruhan 1358 meter dan lebar Jalan Tani Subur adalah 5,2 meter dilakukan pembulatan menjadi 5 meter dan Jalan Tani Subur termasuk jalan kelas lokal.

Berdasarkan masalah diatas penulis dapat mempertimbangkan dalam perencanaan penerangan lampu di Jalan Tani Subur. Dari faktor lingkungan tersebut maka dapat menjadikan acuan dalam memilih komponen yang tepat untuk digunakan pada perencanaan instalasi penerangan lampu Jalan Tani Subur ini seperti pemilihan jenis lampu tiang dan panel PJU.

B. Menentukan Jenis Dan Penempatan Tiang Lampu

Jalan Tani Subur adalah jalan dengan tipikal satu jalur dua arah. Jadi pada perencanaan ini jenis tiang yang akan digunakan adalah tiang lengan tunggal dengan tinggi 11 meter.

Pada perencanaan penerangan lampu Jalan Tani Subur ini tiang yang digunakan memiliki tinggi 11 meter dan panjang lengan tiang sebesar 2,8 meter. Pada perencanaan ini jenis tiang yang akan digunakan adalah tiang galvanis jenis oktagon dengan lengan tunggal dikarenakan memiliki keunggulan keras, kuat, ringan, tahan panas, dan juga tahan karat. Penempatan tiang lampu jalan akan dipasang dibagian kiri jalan searah dengan trafo dan panel PJU dan dapat dilihat pada [Gambar 6](#).



Gambar 6. Tiang lengan tunggal

C. Menentukan Sudut Stang Ornamen

Pada perencanaan jalan maka harus menentukan kemiringan stang ornamen agar pencahayaannya mengarah ke tengah jalan, maka harus mengetahui jarak tengah jalan. Untuk mengetahui sudut stang ornamen maka menggunakan persamaan rumus sebagai berikut :

$$r = \sqrt{h^2 + q^2}$$

$$r = \sqrt{11^2 + 0,7^2}$$

$$r = 11,02$$

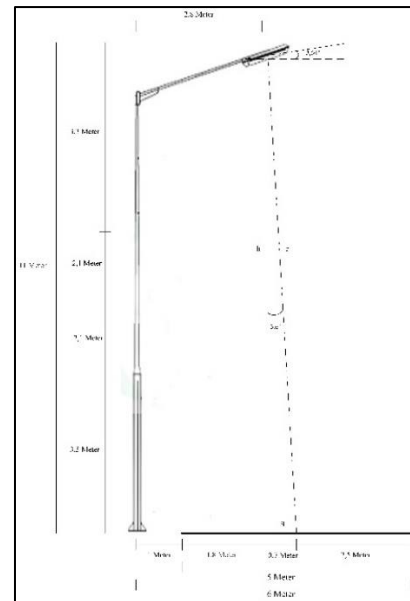
Sehingga :

$$\cos \theta = \frac{h}{r}$$

$$\cos \theta = \frac{11}{11,02} = 0,998$$

$$\cos \theta^{-1} = 3,64^\circ$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas sudut stang ornament tepat dibawah lampu yang mengarah ketengah jalan adalah 3,64 ° dan dapat dilihat pada [Gambar 7](#).



Gambar 7. Sudut stang ornamen

D. Menentukan Intensitas Cahaya

Untuk menentukan intensitas cahaya terlebih dahulu mengetahui jarak sumber cahaya ke titik kerja. Sesuai dengan persyaratan SNI 7391:2008 dimana untuk jalan kelas lokal iluminansi cahaya rata – ratanya sebesar 2 – 5 lux. Intensitas cahaya dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini :

$$E = \frac{I}{h^2}$$

$$5 = \frac{I}{11^2}$$

$$I = 5 \times 11^2 = 605 \text{ candela (Cd)}$$

Berdasarkan hasil perhitungan maka besaran intensitas cahaya dengan iluminasi 5 lux adalah 605 Candela.

E. Menentukan Flux Cahaya

Langkah berikutnya menentukan flux cahaya. Untuk menentukan besarnya Flux cahaya dapat menggunakan persamaan rumus sebagai berikut :

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

$$605 = \frac{\Phi}{4\pi}$$

$$\Phi = 605 \times 4 \times 3,14 = 7.598,8$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, besar fluks cahaya yang diperoleh adalah 7.598,8 lumen.

F. Menentukan Daya Lampu

Setelah mendapatkan nilai flux cahaya kemudian dapat menentukan besar daya lampu yang akan digunakan dengan menggunakan persamaan rumus efikasi cahaya dan untuk efikasi rata – rata (lumen/watt) lampu *Light Emitting Diode* (LED) yang berkisar 70–150 lumen/watt dan untuk perhitungan dibawah ini menggunakan 140 lumen/watt :

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

$$140 = \frac{7.598,8}{P}$$

$$P = \frac{7.598,8}{140} = 54,27 \text{ watt}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan diatas maka didapatkan hasil perhitungan daya lampu sebesar 54,27 watt, karena daya lampu tersebut tidak ada dipasaran, maka penulis menggunakan lampu *Light Emitting Diode* (LED) 55 watt yang sesuai dengan katalog dipasaran.

G. Menentukan Jumlah Tiang Lampu

Dalam perencanaan instalasi penerangan lampu jalan tidak terlepas dari jumlah tiang lampu yang digunakan. Banyaknya tiang lampu yang akan digunakan dapat ditentukan dari panjang jalan dan jarak antar tiang yang akan dipasang. Jalan Tani Subur ini memiliki panjang jalan 1358 meter, memiliki lebar jalan 5 meter dengan jarak antar tiang 40 meter. Untuk menentukan jumlah tiang dapat menggunakan rumus persamaan sebagai berikut :

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

$$T = \frac{1358}{40} + 1$$

$$T = 33,9 \text{ Dilakukan pembulatan } (34) + 1 = 35$$

Dilakukan penambahan 1 tiang berguna untuk pada persimpangan pada ujung titik jalan atau pada tikungan. Tiang yang digunakan pada perencanaan Jalan Tani Subur berjumlah 35 tiang dengan lengan tunggal yang pada setiap tiangnya terdapat sebuah lampu.

H. Menentukan Intensitas Penerangan

Dalam menentukan intensitas penerangan terlebih dahulu harus mengetahui tinggi sumber cahaya terhadap jalan, lebar jalan, jarak tiang ke ujung lampu, jarak horizontal lampu ke ujung jalan, dan mengetahui jarak antar tiang lampu jalan setelah semuanya diketahui maka dapat menentukan intensitas penerangan sebagai berikut :

$$r = \sqrt{h^2 + q^2}$$

$$r = \sqrt{11^2 + 0^2}$$

$$r = \sqrt{121} = 11$$

Menentukan E :

$$E = \frac{I}{r^2} \times \frac{h}{r}$$

$$E = \frac{605}{11^2} \times \frac{11}{11}$$

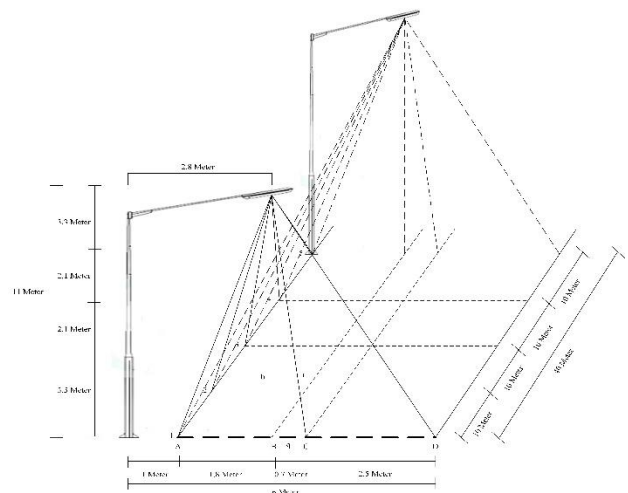
$$E = 5 \text{ Lux}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan lux tepat dibawah lampu sebesar 5 lux dan untuk kuat penerangan pada titik 0 meter atau titik pada jatuhnya lampu (B). selanjutnya dapat dilihat dalam [Tabel 1](#) dibawah ini :

TABEL 1
HASIL PERHITUNGAN KUAT PENERANGAN

Titik Pencahaya (Lux)	Jarak Antar Tiang 40 Meter				
	0	10	20	30	40
A = 1,8 m	4,805 Lux	1,981 Lux	0,554 Lux	0,203 Lux	0,092 Lux
B = 0 m	5,000 Lux	2,025 Lux	0,560 Lux	0,204 Lux	0,093 Lux
C = 0,7 m	4,969 Lux	2,018 Lux	0,558 Lux	0,203 Lux	0,093 Lux
D = 3,2 m	4,426 Lux	1,892 Lux	0,543 Lux	0,203 Lux	0,092 Lux

Di mana untuk menghitung kuat penerangan dimulai dari titik B (0) tepat dibawah lampu, kemudian diukur dari titik B (0) ke titik A bahu jalan didapatkan panjang 1,8 meter, kemudian dari titik B (0) ke titik C (tengah jalan) didapatkan 0,7 meter dan titik B ketitik D (ujung jalan) didapatkan panjang 3,2 meter. Jarak intensitas penerangan dapat dilihat pada [Gambar 8](#).



Gambar 8. Jarak intensitas penerangan

I. Menentukan Jumlah Beban Tiap Phase

Dari Perhitungan menentukan jumlah titik lampu, maka dapat menghitung jumlah beban tiap phase dengan menjumlah total daya lampu yang digunakan.

$$P_{\text{lampu}} = 55 \text{ watt}$$

$$\text{Phase (R)} = 55 \times 12 = 660 \text{ watt}$$

$$\text{Phase (S)} = 55 \times 12 = 660 \text{ watt}$$

$$\text{Phase (T)} = 55 \times 11 = 605 \text{ watt}$$

$$\text{Total beban tiap phase} = 1925 \text{ watt}$$

J. Menentukan Pengaman Utama

Untuk menentukan pengaman utama PJU pada Jalan Tani Subur perencana harus mengetahui jenis pengaman yang digunakan. Dimana pengaman utama yang akan digunakan adalah MCB 3 Phase, maka dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_L - L \times \cos \phi}$$

$$I_n = \frac{1925}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9}$$

$$I_n = 3,25 \text{ A}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas arus nominal yang didapat adalah 3,25 A, maka pengaman utama yang digunakan pada perencanaan penerangan Jalan Tani Subur adalah MCB 3 Phase sebesar 6 A.

K. Menentukan Pengaman Tiap Phase

Setelah menentukan pengaman utama selanjutnya menentukan pengaman tiap phase. Untuk menentukan pengaman tiap phase perlu diketahui jumlah beban yang digunakan setiap phase. Untuk menentukan besar pengaman

yang digunakan tiap phase (R,S dan T) dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$I_n = \frac{P}{V \times \cos \phi}$$

$$I_n = \frac{660}{220 \times 0,9}$$

$$I_n = 3,33 \text{ A}$$

Sehingga berdasarkan hasil perhitungan diatas maka didapat arus nominal sebesar 3,33 A maka pengaman yang digunakan adalah MCB 4 A.

L. Menentukan Pengaman Tiap Tiang

Setelah menentukan pengaman pada setiap phase selanjutnya menentukan pengaman tiap tiang. Untuk menentukan pengaman tiap tiang perlu diketahui berapa besar daya lampu yang digunakan pada setiap tiang. Untuk menentukan besar pengaman yang digunakan tiap tiang dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$I_n = \frac{P}{V \times \cos \phi}$$

$$I_n = \frac{55}{220 \times 0,9}$$

$$I_n = 0,27 \text{ A}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka arus nominal pengaman tiap tiang sebesar 0,27 A. Maka pengaman yang digunakan tiap tiang adalah 2 A.

M. Menentukan Luas Penampang Kabel Utama

Dalam menentukan luas penampang utama yaitu dengan menggunakan persamaan rumus sebagai berikut :

$$KHA = 125\% \times I_n \text{ (Arus Nominal)}$$

$$KHA = 125\% \times 3,25$$

$$KHA = 4,06 \text{ A}$$

Berdasarkan dari hasil perhitungan diatas Kemampuan Hantar Arus (KHA) yang didapat adalah 4,06 A, karena luas penampang utama harus lebih besar dari luas penampang tiap grup, maka luas penampang kabel yang digunakan adalah kabel NYFGbY 4 × 10 mm²

N. Menentukan Luas Penampang Kabel Tiap Phase

Dalam menentukan luas penampang penghantar tiap phase dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut

$$A = \frac{L \times I \times 2}{\Delta V \times \sigma}$$

$$A = \frac{1358 \times 3,33 \times 2}{22 \times 56}$$

$$A = 7,34 \text{ mm}^2 \text{ Menyesuaikan Tabel Penampang} = 6 \text{ mm}^2$$

$$\Delta v = \frac{L \times I}{A \times \sigma \times 2}$$

$$\Delta v = \frac{1358 \times 3,33 \times 2}{7,34 \times 56}$$

$$\Delta v = 22 \text{ V}$$

$$\Delta u = \frac{\Delta v}{V_s} \times 100 \%$$

$$\Delta u = \frac{22}{220} \times 100 \% = 10 \%$$

Berdasarkan perhitungan diatas, Maka kabel yang akan digunakan adalah NYFGbY 2 × 6 mm², dengan drop tegangan sebesar 10 %.

O. Menentukan Luas Penampang Kabel Tiap Grup

Dalam menentukan luas penampang kabel tiap tiang dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$KHA = 125\% \times I_n \text{ (Arus Nominal)}$$

$$KHA = 125\% \times 0,27$$

$$KHA = 0,33 \text{ A}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas KHA luas penampang penghantar didapat 0,33 A, maka kabel yang digunakan tiap tiang adalah jenis kabel NYM 2 × 1,5 mm².

P. Menentukan Kapasitas Kontaktor

Untuk menentukan kapasitas kontaktor yang akan digunakan pada rangkaian otomatis pada panel instalasi penerangan lampu jalan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$I = I_n \times 115\%$$

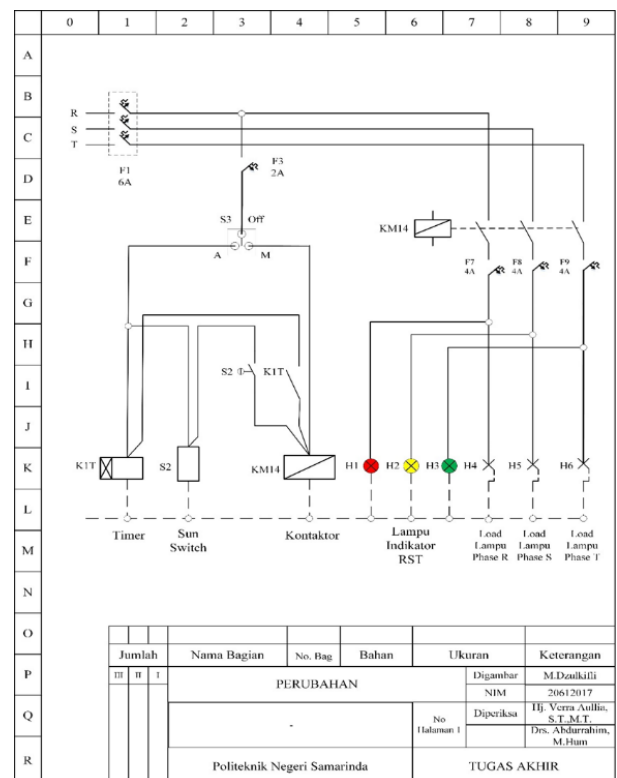
$$I = 3,25 \times 115\%$$

$$I = 3,73 \text{ A}$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka kontaktor yang akan digunakan pada instalasi penerangan jalan umum ialah kontaktor dengan kapasitas 9 A.

Q. Menentukan Rangkaian Kontrol

Pada perencanaan instalasi penerangan pada Jalan Tani Subur, menggunakan sistem otomatis dengan Timer dan *Light Dependent Resistor* (LDR). Adapun untuk rangkaian kontrol dan wiring rangkaian kontrol dapat dilihat pada [Gambar 9](#).



Gambar 9. Rangkaian kontrol

R. Prinsip Kerja Rangkaian Kontrol

Pada rangkaian ini menggunakan Timer sebagai sistem otomatisnya dan memiliki *selector switch* yang mempunyai 3 posisi yaitu Off, Otomatis dan Manual.

1. Posisi Off

Pada posisi *selector switch* dalam keadaan off, beban lampu jalan tidak akan menyala karena kontaktor tidak mendapatkan arus dari sumber sehingga koil pada kontaktor tidak dapat terhubung. Posisi ini hanya digunakan ketika adanya perawatan dan perbaikan.

2. Posisi Otomatis

Pada posisi *selector switch* dalam keadaan otomatis, beban lampu beroperasi sesuai dengan pengaturan waktu pada Timer dan *Light Dependent Resistor* (LDR). Untuk Timer waktu nyala lampu diatur mulai pukul 18.00 sampai pukul 06.00, anak kontak Timer akan berada pada posisi menutup (lampu menyala) selama 12 jam dan akan membuka (lampu mati) selama 12 jam. Apabila telah sampai waktu yang telah ditentukan untuk lampu menyala, Timer akan mengalirkan arus listrik menuju koil kontaktor yang akan membuat anak kontak dari kontaktor yang awalnya berada di posisi Normally Open (NO) berubah ke posisi Normally Close (NC) dan arus listrik akan mengalir ke beban lampu jalan yang akan membuat lampu jalan menyala dan apabila telah sampai waktu yang telah ditentukan untuk lampu mati, Timer akan memutus arus listrik menuju koil kontaktor yang akan membuat anak kontak dari kontaktor yang awalnya berada di posisi Normally Close (NC) berubah ke posisi Normally Open (NO) dan arus listrik akan terputus ke beban lampu jalan yang akan membuat lampu jalan mati. Untuk *Light Dependent Resistor* (LDR) akan bekerja pada saat keadaan mulai gelap dan akan langsung mengalirkan arus listrik menuju koil kontaktor dan akan membuat anak kontak bekerja yang akan mengalirkan arus listrik pada beban lampu jalan yang membuat lampu menyala dan pada saat keadaan terang *Light Dependent Resistor* (LDR) akan memutus arus listrik yang mengalir menuju koil kontaktor yang akan membuat anak kontak tidak bekerja dan memutus arus listrik pada beban lampu jalan yang membuat lampu jalan mati.

3. Posisi Manual

Pada posisi *selector switch* dalam keadaan manual arus listrik akan langsung masuk ke koil kontaktor yang membuat anak kontak dari kontaktor yang awalnya berada di posisi Normally Open (NO) berubah ke posisi Normally Close (NC) dan arus listrik akan mengalir ke beban lampu jalan yang akan membuat lampu jalan menyala. Posisi manual hanya akan digunakan ketika Timer dan *Light Dependent Resistor* (LDR) tidak berfungsi dengan baik sehingga lampu jalan dapat tetap dihidupkan.

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan sebagai berikut :

Jalan Tani Subur memiliki panjang 1358 meter dan lebar jalan sebesar 5 meter. Jalan Tani Subur termasuk jalan lokal.

Perencanaan instalasi penerangan lampu pada Jalan Tani Subur menggunakan tiang besi jenis oktagonan lengan tunggal

dengan tinggi tiang 11 meter dan panjang lengan 2,8 meter dengan sudut stang ornamen sebesar $3,64^\circ$.

Jenis lampu yang digunakan pada instalasi penerangan jalan umum di Jalan Tani Subur adalah lampu *Light Emitting Diode* (LED) dengan daya 55 watt dan memiliki lumen output sebesar 7.500 lumen. Total tiang yang akan dipasang pada Jalan Tani Subur sebanyak 35 tiang dengan lengan tunggal dan terdapat 1 buah lampu disetiap tiangnya yang akan dipasang pada sisi kiri jalan dengan jumlah total daya sebesar 1.925 watt.

Perencanaan instalasi penerangan lampu Jalan Tani Subur menggunakan kabel NYFGbY $4 \times 10 \text{ mm}^2$ sebagai penghantar utama, kabel NYFGbY $2 \times 6 \text{ mm}^2$ sebagai penghantar percabangan tiap phase dan kabel NYM $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ sebagai kabel penghantar pada beban lampu *Light Emitting Diode* (LED).

Pada pengaman utama menggunakan MCB 3 phase 6 A, pada pengaman setiap phase menggunakan MCB 1 phase 4 A, dan pada pengaman tiap tiang lampu menggunakan MCB 1 phase 2 A.

Perencanaan instalasi penerangan pada Jalan Tani Subur dalam pengoperasian lampunya menggunakan sistem otomatis, manual, dan off. Pada sistem otomatis menggunakan timer dan *Light Dependent Resistor* (LDR) untuk mengoperasikan nyala dan padamnya lampu jalan. Pada sistem manual digunakan hanya pada saat Timer dan *Light Dependent Resistor* (LDR) tidak bisa digunakan dan posisi off digunakan pada saat pemeliharaan atau perbaikan.

B. Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian ini, penulis dapat menyampaikan kepada pembaca yang ingin mengembangkan penelitian ini :

1. Sebelum merencanakan penerangan lampu jalan harus terlebih dahulu mengetahui bagaimana medan lokasi pada jalan yang akan direncanakan.
2. Dalam merencanakan instalasi penerangan jalan umum harus mengetahui dan memerlukan pengetahuan dasar tentang penerangan jalan umum seperti penentuan jenis lampu dan armatur, menentukan jarak antar tiang dan tinggi tiang, pengaman dan penghantar yang akan digunakan serta mengetahui kerja dari sistem otomatis yang akan digunakan.
3. Selalu melakukan pemeliharaan dan perawatan lampu jalan secara rutin dan teratur untuk mencegah terjadinya kerusakan pada komponen dan menjamin penerangan jalan umum dapat beroperasi secara maksimal.

REFERENSI

- [1] A. Effendi dan A. Suryana, "Evaluasi sistem pencahayaan lampu jalan ke kecamatan sungai bahar," *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 2, no. 2, pp. 86–94, 2013.
- [2] B. S. Nasional, *Spesifikasi Penerangan Jalan Di Kawasan Perkotaan (Standar Nasional Indonesia 7391:2008)*, SNI 73912008, pp. 1–52, 2008.
- [3] N. Shamin dan N. A. K. Demak, "Evaluasi tingkat penerangan jalan umum (PJU) di kota Gorontalo," *Radial*, vol. 7, no. 1, pp. 44–61, 2018.
- [4] R. R. Bunahri, "Analisis perbandingan ekonomis penggunaan penerangan jalan umum hexagonal dengan penerangan jalan umum konvensional di Bandar Udara Djalaluddin Gorontalo," *Sky East: Education of Aviation Science and Technology*, vol. 1, no. 1, pp. 68–79, 2023.

- [5] H. Nayomi, “Peluang pemanfaatan lampu LED sebagai sumber penerangan,” Skripsi, Universitas Indonesia, 2013.
- [6] S. Palaloi, S. Nafis, dan S. Emo, “Kajian tingkat efikasi lampu led swabalast untuk pencahayaan umum,” *Jurnal Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan*, vol. 14, no. 1, pp. 1–14, 2015.
- [7] M. Saralina dan B. D. Cahyono, “Perancangan panel kapasitor bank 1200 kVAR di PT. Tiga Kreasi Indonesia,” *J. Ilm. Tek.*, vol. 1, no. 3, pp. 32–39, 2022, doi: 10.56127/juit.v1i3.373.
- [8] P. Bunga, M. Pakiding, dan S. Silimang, “Perancangan sistem pengendalian beban dari jarak jauh menggunakan smart relay,” *Journal Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 4, no. 5, pp. 65–75, 2015.
- [9] G. G. Logor, Ih. Tumaliang, dan L. S. Patras, “Redesain Instalasi Listrik Gedung RS. GMIBM,” pp. 1–10, 2022.
- [10] E. Gunawan dan E. Wahyono, “Rancangan instalasi lampu penerangan jalan umum dengan sistem kontaktor dan timer,” *Jurnal Cahaya Bagaskara*, vol. 1, no. 1, pp. 36–44, 2017.
- [11] B. Suriansyah, “Catu daya cadangan berkapasitas 100 Ah / 12 V untuk laboratorium otomasi industri Poliban,” *J. Intekna*, no. 2, pp. 102–209, 2014.
- [12] *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011*, Badan Standardisasi Nasional, 2011.
- [13] Sujito, A. R. D. Mardika, dan Z. S. Nugroho, “Rancang bangun otomatisasi sistem penerangan pada gedung,” *Jurnal Teknik*, vol. 14, no. 1, pp. 17–23, 2022.
- [14] Muhaimin, *Teknologi Pencahayaan*, Bandung: PT. Revina Aditama, 2001.