

PERENCANAAN PENATAAN LAMPU PENERANGAN JALAN UMUM (LPJU) KABUPATEN SEMARANG UPJ UNGARAN

Angga Pratomo*, Agung Nugroho**, Bambang Winardi**

ABSTRAK- Dengan adanya perkembangan pembangunan jalan raya yang terjadi di kota-kota besar maka akan berdampak pada tingkat kepadatan jalan raya. Suatu perlengkapan jalan raya sebagai penunjang keamanan pemakai jalan raya adalah lampu penerangan jalan umum (LPJU). Kondisi Penerangan Jalan Umum (PJU) sebagian besar daerah belum sesuai dengan standar dan belum menggunakan alat pencatat pembatas listrik. Lampu-lampu yang dipakai masih banyak yang menggunakan lampu dengan daya watt tinggi tetapi lumen rendah, dan juga semakin banyak lampu penerangan jalan liar yang dipasang sendiri oleh masyarakat sehingga akan memberatkan pemerintah daerah atau kota.

Dalam menentukan kebutuhan penerangan jalan perlu diperhatikan kelas dan tingkat kepadatan jalan tersebut. Jalan-jalan yang ramai akan membutuhkan tingkat penerangan yang lebih besar, dan disesuaikan dengan standar yang ada. Masih banyak kondisi Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) yang padam dan liar dalam arti tidak tercatat penggunaan dayanya.

Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan diatas adalah dengan melakukan penataan lampu PJU, maka dalam tugas akhir ini akan dibuat suatu perencanaan lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) dan meterisasi Penerangan Jalan Umum (PJU) untuk efisiensi energi listrik namun tidak mengurangi kenyamanan pemakai jalan. Dengan adanya perencanaan ini diharapkan besarnya kebutuhan lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) dan besarnya tagihan listrik untuk Penerangan Jalan Umum (PJU) dapat diketahui.

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Sebagai salah satu upaya pelayanan sosial yang sangat strategis dan memberikan pelayanan terhadap masyarakat banyak adalah dengan sarana Penerangan Jalan Umum (PJU). Konsep pemikiran mengenai penataan Penerangan Jalan Umum (PJU) yang efektif dan efisien disebabkan karena tingginya tagihan rekening listrik Lampu Penerangan Jalan Umum Pemerintah Daerah, hal ini juga akan berdampak pada beban tanggungan masyarakat.

Kondisi PJU sebagian besar daerah belum menggunakan alat pencatat pembatas (APP) listrik. Lampu-lampu yang dipakai masih banyak yang menggunakan lampu yang tidak sesuai dengan kebutuhan kelas jalan misalnya lampu dengan daya watt tinggi tetapi memiliki lumen rendah, dan juga semakin banyaknya lampu penerangan jalan liar yang dipasang sendiri oleh masyarakat.

1.2. Tujuan

- 1.2.1. Efisiensi tagihan rekening Lampu Penerangan Jalan Umum(LPJU)
- 1.2.2. Memberikan data kebutuhan titik dan jenis lampu agar diperoleh tingkat penerangan jalan yang sesuai dengan kelas jalan
- 1.2.3. Mensukseskan program konservasi energi dengan efisiensi pemakaian energi listrik penerangan jalan umum

1.3. Metode Penelitian

1. Studi Literatur
2. Pengambilan Data di Dinas Pertamanan dan Tata kota Semarang, Survey.
3. Teknik Perencanaan.
4. Cara Penafsiran Data dan Penyimpulan.
Dari data yang ada pada kondisi sebenarnya di lapangan maka dibuat suatu perencanaan LPJU dengan mengefektifkan kondisi eksisting dan dibuat suatu perencanaan.

1.4. Batasan Masalah

Dalam penataan lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) ini, perlu dibuat batasan masalah yang jelas. Berikut rumusan dan batasan masalah yang dimaksud :

- a. Perencanaan dan penataan Lampu Penerangan Jalan Umum dilakukan di wilayah UPJ Ungaran Kabupaten Semarang Kecamatan Pringapus.
- b. Perhitungan efisiensi tagihan rekening listrik lampu penerangan jalan umum (LPJU) yang dilakukan hanya dibatasi dengan memperbandingkan jumlah tagihan rekening listrik sebelum dilakukan meterisasi dan sesudah dilakukan meterisasi
- c. Tidak menghitung jumlah investasi yang dibutuhkan
- d. Perencanaan dilakukan dengan mengabaikan faktor-faktor alam. Misalnya kabut, asap kendaraan, dan debu.

* Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNDIP

**Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro UNDIP

- e. Tidak membahas spesifikasi dan prinsip kerja alat ukur yang digunakan.

2. Dasar Teori

2.1 Sumber Cahaya

Suatu sumber cahaya akan memancarkan energi dimana sebagian dari energi ini diubah menjadi cahaya tampak. Perambatan cahaya di ruang hampa dilakukan oleh gelombang-gelombang elektromagnetik. Gejala-gejala yang sejenis dengan cahaya adalah gelombang-gelombang panas, radio, radar dan sebagainya. Gelombang-gelombang ini hanya berbeda frekuensinya saja.

Kecepatan rambat v gelombang-gelombang elektromagnetik di ruang hampa sama dengan $3 \cdot 10^8$ m/detik. Kalau frekuensi sama dengan f dan panjang gelombangnya λ , maka kecepatannya adalah:

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad (2-1)$$

$$v = \lambda \cdot f \quad (2-2)$$

panjang gelombang cahaya tampak berkisar antara 380-780 μm , dan dibagi dalam beberapa daerah panjang gelombang dimana tiap daerah mempunyai suatu warna tertentu :

- 380—436 μm → ungu
- 436—495 μm → biru
- 495—566 μm → hijau
- 566—589 μm → kuning
- 589—627 μm → jingga
- 627—780 μm → merah

selain memiliki warna tertentu, setiap panjang gelombang juga memberi kesan intensitas tertentu. Mata manusia paling peka dengan panjang gelombang 555 μm , yaitu warna kuning kehijauan.

Macam-macam sumber cahaya modern dapat dibagi menjadi dua kelompok utama yaitu:

a. Pemancar suhu

Saat ini satu-satunya pemancar suhu listrik yang masih digunakan ialah lampu pijar.

b. Lampu tabung gas

Lampu tabung gas adalah lampu yang pada bola lampunya diisi gas (misal: natrium, merkuri) untuk menghasilkan cahaya seperti yang diinginkan, sesuai dengan gas yang diisi.

2.1.1 Lampu Pijar

Cahaya lampu pijar dibangkitkan dengan mengalirkan arus listrik dalam suatu kawat halus. Dalam kawat ini energi listrik diubah menjadi panas dan cahaya. Sebagai kawat pijar umumnya digunakan kawat wolfram, karena memiliki titik lebur yang

tinggi, yaitu 3655°K . Kalau suhu kawat pijar wolfram ditingkatkan sampai kira-kira 3300°K , akan diperoleh lampu dengan fluks cahaya spesifik yang sangat tinggi yaitu 50 lm/w. Akan tetapi pada suhu ini kawat pijarnya akan terlalu cepat menguap, sehingga umur lampu menjadi terlalu pendek. Suhu yang terlalu tinggi akan mempercepat penguapan kawat pijarnya dan akan memperpendek umur lampunya.

Setelah dipakai sekian lama, fluks cahaya lampu pijar akan menurun. Karena penguapan, luas penampang kawat pijarnya akan berkurang, sehingga tahanan listriknnya akan meningkat, jadi arus listriknnya akan berkurang. Selain itu bagian dalam bolanya akan menjadi hitam. Karena itu, di banyak perusahaan, semua lampu pijar diganti setelah menyala 700-800 jam, tanpa menunggu putusnya lampu. Penggantian kelompok demi kelompok ini dilakukan bertujuan untuk menghemat banyak jam kerja.

Lampu-lampu pijar kebanyakan dilengkapi dengan kawat monel, yang dipasang seri didalam lampu. Kawat monel ini berfungsi sebagai pengaman lebur. Kalau terjadi gangguan hubung singkat di dalam lampu, maka kawat monel tersebut akan lebur sehingga pengaman instalasinya menjadi tidak sampai rusak.

2.1.2 Lampu-lampu halogen

Lampu-lampu halogen juga dikenal sebagai lampu yodium. Lampu-lampu ini diisi gas dengan campuran sedikit yodium, kira-kira 0,1 mg per cm^3 . Karena adanya yodium ini, dalam lampu akan terjadi suatu reaksi kimia, yang mengembalikan wolfram yang telah menguap, ke kawat pijar lampu. Suhu dinding bola lampu relatif rendah.

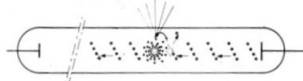
Jadi dengan mencampurkan sedikit yodium, wolfram yang telah menguap dapat dikembalikan ke kawat pijar. Lampu pijar yodium ini adalah sebuah lampu pijar dengan bola yang sangat panas. Suhu dinding bola harus kira-kira 600°C , supaya reaksinya dapat berlangsung dengan baik. Karena itu bola lampu ini terbuat dari kuarsa

Lampu yodium masa kini memiliki flux cahaya spesifik 20 lm/w untuk lampu dengan umur 2000 jam nyala, dan 25 lm/w untuk lampu dengan umur 200 jam. Diameter lampu yodium kira-kira 10 mm dan panjangnya 200 mm.

2.1.3 Lampu Tabung Gas

Lampu tabung gas terdiri dari tabung berbagai bentuk yang diisi dengan gas dan uap logam. Kalau tabungnya dalam keadaan dingin, logamnya berada

dalam bentuk titik-titik logam atau dalam bentuk padat. Pada masing-masing ujung tabung terdapat sebuah elektroda (gambar 2.1) bentuk elektroda bergantung pada jenis tabung



Gambar 2.1 Lampu tabung gas

Fungsi gas dalam tabung tersebut antara lain untuk membantu menyalakan lampunya. Gas yang digunakan adalah gas mulia misalnya *neon* atau *argon*. Gas-gas mulia mempunyai sifat tidak melakukan reaksi kimia dengan unsur-unsur lain. Logam-logam yang digunakan adalah natrium dan air raksa.

Jika elektroda-elektroda tabung dihubungkan pada tegangan yang cukup tinggi (tegangan penyalak), elektron-elektron bebas yang terdapat dalam tabung akan bergerak dari elektroda satu ke yang lainnya. Karena gerakan elektron-elektron ini maka akan terjadi benturan antar elektron gas yang terikat. Kalau benturannya cukup keras maka elektron-elektron yang terikat itu dapat terlempar keluar orbitnya dan lepas dari ikatan inti. Atom-atom yang kehilangan elektron dapat menangkap kembali elektronnya atau elektron bebas lain. Kalau sebuah elektron memasuki orbit kosong itu, kelebihan energinya akan menjadi bebas dan dipancarkan dalam bentuk gelombang elektromagnetik.

- Lampu natrium
Lampu natrium terdiri dari tabung berbentuk U dengan dua elektroda. Masing-masing elektroda dilengkapi dengan sebuah emiter, tabungnya diisi dengan natrium cair dan suatu gas bantu. Gas bantu yang digunakan biasanya berupa gas neon, karena itu bila baru dinyalakan cahayanya mula-mula berwarna merah. Setelah beberapa saat, sesudah dicapai suhu kerja sebenarnya, baru dipancarkan cahaya yang sebenarnya
- Lampu tabung fluoresen

Lampu ini berbentuk tabung, yang bagian dalamnya diberi lapisan serbuk fluoresen. Pada setiap ujung tabung terdapat sebuah elektroda. Elektroda ini terdiri dari kawat pijar dari wolfram dengan sebuah emiter untuk memudahkan emisi elektron-elektron. Tabung fluoresen diisi dengan uap air raksa dan gas mulia argon.

2.2 Armatur

Armatur-armatur lampu dapat dibagi menurut beberapa cara, yaitu:

1. Berdasarkan sifat penerangannya
2. Berdasarkan konstruksinya
3. Berdasarkan penggunaannya
4. Berdasarkan bentuknya
5. Berdasarkan cara pemasangannya

Bentuk sumber cahaya dan armatur harus sedemikian rupa sehingga tidak menyilaukan mata. Bayang-bayang harus ada, sebab bayang-bayang diperlukan untuk melihat benda sewajarnya. Akan tetapi bayang-bayang itu tidak boleh terlalu tajam. Selain itu konstruksi armatur harus sedemikian rupa sehingga ada cukup sirkulasi udara untuk menyingkirkan panas yang ditimbulkan oleh sumber cahaya.

2.3 Kriteria Teknik Penerangan

Dalam merencanakan instalasi penerangan, ada 5 kriteria yang perlu diperhatikan untuk mendapatkan penerangan yang baik yaitu memenuhi fungsi supaya mata kita dapat melihat dengan jelas dan nyaman. Kelima kriteria ini saling mempengaruhi dan tidak dapat berdiri sendiri secara terpisah karena masing-masing bergantung satu sama lain dalam menghasilkan kualitas penerangan yang optimal. Kriteria tersebut adalah :

- 1) Kuantitas atau jumlah cahaya pada permukaan tertentu (*lighting level*) atau tingkat kuat penerangan
- 2) Distribusi kepadatan cahaya (*luminance distribution*)
- 3) Pembatasan cahaya agar tidak menyilaukan mata (*limitation of glare*)
- 4) Arah penerangan dan pembentukan bayangan (*light directionality and shadow*)
- 5) Warna cahaya dan refleksi warnanya (*light colour and colour rendering*)

2.3.1 Tingkat Kuat Penerangan

Satu obyek yang pada siang hari dapat dengan mudah dilihat, dapat saja tidak terlihat pada malam hari karena penglihatan kita bergantung pada tingkat kuat penerangan. Tingkat kuat penerangan sebagian besar ditentukan oleh kuat cahaya yang jatuh pada suatu luas bidang atau permukaan yang disebut sebagai iluminasi rata-rata. Iluminasi rata-rata dalam lux adalah arus cahaya yang dipancarkan (ϕ) dalam lumen

dibagi dengan luas bidang atau area (A) dalam m²

$$E(lux) = \frac{\phi(lumen)}{A(m^2)} \quad (2-3)$$

dimana :

E = Tingkat kuat penerangan (lux)

ϕ = fluks cahaya dalam lumen (lm)

A = Luas bidang area (m²)

2.3.2 Distribusi Kepadatan

Kepadatan cahaya atau luminasi adalah ukuran kepadatan radiasi cahaya yang jatuh pada suatu bidang dan diarahkan kearah mata sehingga mata mendapatkan kesan terang. Dengan kata lain, kepadatan cahaya adalah kuat cahaya atau ukuran pancaran cahaya dari bidang tertentu dalam candela (cd) dibagi dengan bidang penglihatan dalam m². Satuan kepadatan cahaya (L) dinyatakan dalam candela/m²

$$L = \frac{I(cd)}{A(m^2)} \quad (2-4)$$

dimana :

L = Kepadatan cahaya/luminasi (cd/m²)

I = Kuat cahaya/ukuran pancaran cahaya dari bidang (cd)

A = Luas bidang penglihatan (m²)

Semakin tinggi kepadatan cahaya suatu permukaan maka semakin terang pula permukaan itu tampak oleh mata. Meskipun tingkat kuat penerangan sudah memenuhi rekomendasi yang diminta, tidak berarti bahwa kepadatan distribusinya baik. Dapat juga distribusinya tidak merata sehingga dapat menimbulkan kontras yang terlalu besar.

2.3.3 Pembatasan Agar Cahaya Tidak Menyilaukan Mata

Silau terutama disebabkan oleh distribusi cahaya yang tidak merata misalnya akibat lampu yang salah dan bergantung pada kepadatan cahaya, besarnya sumber cahaya yang beraga di depan sudut penglihatan, posisi muka, perbedaan kontras antara permukaan yang gelap dan terang. Silau akan menyebabkan penglihatan berkurang dan akan menyebabkan kelelahan pada mata. Silau yang disebabkan oleh sumber cahaya buatan dapat dihindari dengan memakai armatur yang dilengkapi dengan *louvre* atau *optic mirror* dan juga pemasangan lampu jangan melintang didepan kita.

2.3.4 Arah Pencahayaan dan Pembentukan Cahaya

Arah pencahayaan cahaya berkaitan dengan pembentukan cahaya, pembagian atau distribusi penerangan akan mempengaruhi arah penerangan. Pembentukan bayangan dapat menimbulkan efek yang mengesankan atau sebaliknya. Bayangan yang terlalu kuat atau tanpa bayangan sebaiknya dihindari karena dapat menimbulkan kesan monoton dan juga mempersulit penglihatan.

2.3.5 Warna Cahaya dan Refleksi Warnanya

Warna dari benda yang kita lihat adalah relatif karena bergantung pada pencahayaan. Cahaya mata mempunyai temperatur warna 6000 kelvin. Pada suhu ini spektrum warna mempunyai keseimbangan yang sempurna. Benda yang kita lihat mempunyai warna dengan gelombang masing-masing. Warna yang kita lihat akan merefleksikan atau memantulkan panjang gelombang dari warna masing-masing benda ke mata kita.

Warna cahaya dari suatu sumber cahaya berdasarkan DIN 5035 untuk pencahayaan pada suatu penerangan dibagi menjadi tiga kelompok dengan pembatasan yaitu :

1. Putih siang hari/*day light white* mempunyai temperatur warna sekitar 6000 kelvin
2. Putih netral mempunyai temperatur warna sekitar 4000 kelvin.
3. Putih hangat mempunyai temperatur warna sekitar 3000 kelvin.

Tabel 2.1 Warna sinar lampu menurut derajat Kelvin

Jenis lampu	Derajat Kelvin
Lampu pijar	2500-2700
Lampu Halogen Tungsten	3000
Lampu TL,SL (day light)	5500-6500
Lampu TL,SL (putih netral)	3500-4500
Lampu TL,SL (putih hangat)	2700-3000
Lampu mercury High Pressure	4000
Lampu Halogen High Pressure	6000

2.4 Hubungan Antara Berbagai Satuan

Dalam teknik penerangan dikenal beberapa istilah, lambang dan metode perhitungan yang perlu diketahui untuk memberikan gambaran yang lebih baik tentang teknik penerangan. Besaran dan satuan yang dipakai dalam penghitungan dalam teknik penerangan adalah sebagai berikut:

- **Fluks Cahaya**

Fluks cahaya adalah kecepatan aliran cahaya atau jumlah energi cahaya per satuan waktu yang dapat ditulis dalam persamaan:

$$\phi = \frac{Q}{t} \quad (2-5)$$

dimana :

ϕ = fluks cahaya dalam lumen (lm)

Q = Energi cahaya dalam lumen jam atau lumen detik

t = waktu dalam jam atau detik

fluks cahaya yang dipancarkan oleh suatu sumber cahaya ialah seluruh jumlah cahaya yang dipancarkan selama satu detik. Kalau sumber cahayanya ditempatkan dalam suatu reflektor, maka cahayanya akan diarahkan, tetapi jumlah fluks cahayanya tetap.

- **Intensitas Cahaya**

Intensitas cahaya adalah fluks cahaya per satuan sudut ruang dalam arah pancaran cahaya yang dapat ditulis dengan persamaan

$$I = \phi / \omega \quad (2-6)$$

$$\phi = I \times \omega \quad (2.7)$$

dimana :

ϕ = fluks cahaya dalam lumen (lm)

I = intensitas cahaya dalam candela (cd)

ω = sudut ruang dalam steradian (sr)

- **Illuminasi**

Illuminasi atau intensitas penerangan adalah kerapatan fluks cahaya yang mengenai suatu permukaan, intensitas penerangan rata-rata secara matematis dapat ditulis :

$$E = \phi / A \quad (2-8)$$

dimana :

E = illuminasi (lux (lx) = lm/m²)

A = luas bidang (m²)

Intensitas penerangan E_p pada suatu titik P umumnya tidak sama untuk setiap titik pada bidang tersebut. Intensitas penerangan suatu bidang karena suatu sumber cahaya dengan

intensitas I, berkurang dengan kuadrat dari jarak antara sumber cahaya dan bidang itu (*inverse square law*). Dapat ditulis dalam persamaan sebagai berikut :

$$E_p = \frac{I}{r^2} \text{ lux} \quad (2-9)$$

- **Luminasi**

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

$$L = \phi / \omega (A \times \cos \theta) \quad (2-10)$$

$$L = I / (A \times \cos \theta) \quad (2-11)$$

dimana :

L = luminasi (nit (nt) = cd/m²)

θ = sudut antara penglihatan dengan bidang normal permukaan (derajat)

- **Efikasi Cahaya**

Efikasi cahaya adalah perbandingan antar fluks cahaya yang dihasilkan lampu dengan daya listrik yang dipakainya, secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$K = \phi / P \quad (2-12)$$

dimana:

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

P = daya listrik dalam watt (w)

3. Kondisi Eksisting Lampu Penerangan Jalan Kabupaten Semarang

3.1 Daerah Kabupaten Semarang

Kabupaten Semarang terbagi menjadi 5 (lima) wilayah UPJ yaitu :

1. UPJ Ambarawa
2. UPJ Ungaran
3. UPJ Salatiga
4. UPJ Tegalrejo Magelang
5. UPJ Boyolali

3.2 UPJ Ungaran

Telah disebutkan diatas bahwa UPJ Ungaran mencakup beberapa wilayah kecamatan. Tiap-tiap kecamatan terdiri dari beberapa kelurahan/desa.

Adapun untuk tiap-tiap kecamatan yang ada di UPJ Ungaran dapat dilihat pada data di bawah ini.

1. Kecamatan Bawen
2. Kecamatan Pringapus
3. Kecamatan Ungaran
4. Kecamatan Bergas

3.2.1 Penerangan Jalan Umum UPJ Ungaran

Berdasarkan kondisi Penerangan Jalan Umum (PJU) yang ada di wilayah UPJ Ungaran Kabupaten Semarang Kecamatan Pringapus, masih banyak terdapat Penerangan Jalan Umum (PJU) yang belum memenuhi standarisasi dan masih banyak terdapat lampu penerangan jalan umum yang belum termeterisasi

4. Perencanaan dan Penataan penerangan Jalan Umum (PJU)

Pada perencanaan Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) untuk mendapatkan hasil efisiensi tagihan rekening listrik penerangan jalan umum harus memperhatikan beberapa hal mengenai persyaratan khusus yang digunakan dan tetap harus memperhatikan standarisasi pada penerangan jalan umum. Perencanaan dan penataan lampu penerangan jalan umum dilakukan untuk efisiensi hasil tagihan rekening listrik penerangan jalan umum (PJU). Pada perencanaan dan penataan penerangan jalan umum khususnya di wilayah UPJ Ungaran dapat diberikan hasil perbandingan tagihan listrik antara sistem abonemen dan dengan sistem meterisasi. Perencanaan penataan PJU harus tetap mengacu pada standarisasi penerangan.

4.1 Kelas Jalan

Kelas jalan menurut fungsi serta tingkat kepadatan lalu lintasnya dapat dikelompokkan menjadi beberapa tipe yaitu:

a. Jalan Arteri Primer

Merupakan jalur jalan penampung kegiatan lokal dan regional, lalu-lintas sangat padat pada jalan ini, sehingga perlu penerangan jalan yang optimal.

b. Arteri Sekunder

Merupakan arteri penampung kegiatan lokal dan regional sebagai pendukung jalan arteri primer. Dimana kondisi lalu lintas pada jalur ini padat, sehingga memerlukan jenis lampu yang sama dengan arteri primer.

c. Kolektor Primer

Merupakan jalur pengumpul dari jalan-jalan lingkungan di sekitarnya yang akan bermuara pada jalan arteri primer maupun arteri sekunder.

d. Kolektor Sekunder

Merupakan jalur pengumpul dari jalan-jalan lingkungan di sekitarnya yang akan bermuara pada jalur jalan kolektor primer, jalan arteri primer maupun sekunder pada jalur jalan ini diperlukan lampu setingkat dibawah lampu untuk kolektor primer.

e. Jalan Lingkungan

Merupakan jalur jalan di lingkungan perumahan, pedesaan atau perkampungan.

4.2 Perencanaan Penerangan Jalan Umum

Pada perencanaan penerangan jalan umum, untuk mendapatkan hasil yang optimal harus memperhatikan standarisasi penerangan. Adapun Standarisasi Penerangan Jalan Umum yang digunakan sesuai spesifikasi teknis dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Standar Penerangan Jalan berdasarkan spesifikasi teknis

JENIS JALAN	LEBAR JALAN	DAYA LAMPU
Arteri Primer	2 x 7 M	2 x 250 W
Arteri Sekunder	1 x 7 M	1 x 250 W
Kolektor	5 - 7 M	1 x 150 W
Jalan Kabupaten	4 - 5 M	1 x 100 W
Jalan Kabupaten	3 - 4 M	1 x 70 W
Jalan Lingkungan	2 - 3 M	2 x 18 W
Jalan Lingkungan	1 - 2 M	1 x 18 W

4.2.1 Gambar Perencanaan Penerangan Jalan Umum

Pada gambar perencanaan penataan jalan umum, disamping menggunakan standarisasi pada penataan penerangan, haruslah memperhatikan penggantian lampu yang boros energi dengan menggunakan lampu yang hemat energi yaitu untuk mengurangi daya listrik tanpa harus mengurangi lumen cahaya. Dengan adanya standarisasi penataan penerangan jalan umum diharapkan dapat meningkatkan keamanan, pemerataan penerangan pada titik jalan yang penting misalnya pada pusat keramaian. Standarisasi kualitas produk yang

digunakan pada penerangan jalan umum diharapkan agar meminimalkan biaya perawatan. Berikut ini merupakan gambar perencanaan dan penataan Lampu penerangan jalan Umum di wilayah Kelurahan Klepu Dusun Klepu Kecamatan Pringapus UPJ Ungaran.



KETERANGAN METERISASI			
No	Simbol	Keterangan	APP 1
1	T.9	Tiang baru 9 M	-
2	T.8	Tiang baru 8 M	-
3	BS	Bongkar stang	-
4	S.3	Stang baru 2" 3 M	-
5	S.1	Stang baru 1" 3 M	2
6	GL	Ganti lampu	2
7	2	SAP-T150	-
8	3	SON 150	0
9	4	TL 40 W	7
10		Panel APP & KWh meter 2200 VA	1
11	Σ	Jumlah Titik Lampu Ter-APP	14

4.3 Perencanaan Efisiensi Tagihan Rekening

Untuk mendapatkan efisiensi tagihan rekening listrik penerangan jalan umum, digunakan program-program yang digunakan untuk menunjang keberhasilan efisiensi tagihan rekening listrik untuk penerangan jalan umum. Adapun program-program yang digunakan dalam perencanaan dan penataan adalah meterisasi, kapasitorisasi, sodiumisasi, standarisasi, dan peredupan.

4.3.1 Meterisasi

Untuk mendapatkan suatu penerangan yang optimal baik dari segi intensitas penerangan maupun pembiayaannya, maka perlu dilakukan suatu langkah-langkah optimasi agar diperoleh jalan dengan penerangan yang memadai dengan pengeluaran pembiayaan yang sekecil mungkin. Langkah yang dapat diambil diantaranya adalah pemasangan meteran (APP). Pemasangan KWh meter, untuk setiap lampu penerangan jalan dimaksudkan, agar seberapa besar

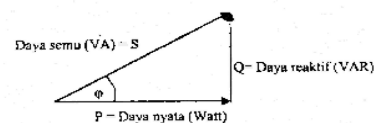
daya yang dipakai oleh lampu PJU dapat diketahui dengan pasti, sehingga berapa biaya yang harus dikeluarkan sesuai dengan jumlah daya yang dipakai. Karena jika menggunakan metode abonemen maka biaya yang harus dikeluarkan tiap bulannya telah ditentukan dan dengan menggunakan standar penghitungan daya yang lebih tinggi dibanding dengan daya lampu sebenarnya.

Pemasangan KWh meter dilakukan pada beberapa titik lampu. Dari pemasangan KWh meter untuk tiap beban lampu PJU diharapkan besarnya daya yang dikonsumsi untuk penerangan dapat terukur dan pengeluaran biaya untuk rekening PJU dapat mengacu pada angka yang tertera pada KWh meter dan bukan lagi dengan abonemen yang mengambil kelas yang relatif lebih tinggi untuk tiap jenis lampu.

Pada sistem abonemen, tarif penerangan jalan umum ditentukan tetap per titik perbulannya sehingga apabila lampu mati maka Pemerintah Daerah rugi karena harus membayar tagihan untuk lampu tersebut, dan apabila pada siang hari lampu penerangan jalan menyala 24 jam maka PLN akan mengalami rugi karena pada sistem abonemen tidak terhitung selama 24 jam namun 12,5 jam.

4.3.2 Kapasitorisasi

Pada penggunaan kapasitor dalam lampu penerangan, kapasitor dapat berfungsi sebagai media untuk menyimpan energi, menyimpan muatan listrik. Dengan adanya kapasitor yang terpasang pada lampu penerangan maka kapasitor dapat digunakan untuk memperkecil kehilangan daya listrik. Kapasitor memberikan suatu faktor daya terhadap daya yang digunakan. Suatu daya yang terdapat pada beban dapat digambarkan pada segitiga daya berikut:



Gambar 4.1 Segitiga daya

Daya semu merupakan perkalian dari tegangan dan arus dengan satuan VA. Pada daya nyata yaitu perkalian tegangan dan arus dikalikan dengan cos phi. Daya reaktif merupakan daya semu dikalikan dengan sin phi. Pada penggunaan kapasitor akan memberikan faktor daya sesuai dengan besar sudut antara tegangan dan arus pada beban yang digunakan.

4.3.3 Sodiumisasi

Sodiumisasi merupakan pemilihan jenis lampu yang mempunyai iluminasi cahaya per wattnya paling tinggi.

4.3.4 Standarisasi

Standarisasi pada penerangan jalan umum merupakan standarisasi penggunaan produk pendukung Penerangan Jalan Umum yang memenuhi standar kesesuaian Internasional, adapun tujuan dari standarisasi ini adalah untuk meningkatkan kualitas efisiensi penerangan jalan umum.

Beberapa instrumen yang diperlukan dalam penerangan jalan umum adalah:

1. Lampu Sodium dan Tube lamp

Lampu yang digunakan adalah jenis lampu hemat energi jenis SON 70 W, SON 100 W, SON 150 W, SON 250 W, TL 18 W, TL 40 W dengan lumen/watt >50 lm/watt. Contoh lampu hemat energi :

Tabel 4.2 Spesifikasi teknis Lampu

Jenis Lampu	Lumen Output (Lm)	Lumen Efikasi (Lm/W)
Mercury 80	3600	45
Mercury 125	6200	50
Mercury 250	12700	51
SON T70	6000	86
SON T100	10000	100
SON T 150	15000	100
TL 10	480	48
TL 20	850	42.5
TL 40	1800	45
Pijar 25	230	9.2
Pijar 60	780	13
Pijar 100	1380	13.8

2. Armature

Armatur yang baik mempunyai IP 65 yaitu indeks pengaman dengan nilai 65 % tahan terhadap air dan debu.

3. Tiang PJU

Tiang PJU berbentuk bulat, berdiameter bervariasi mengecil dari bawah ke atas disesuaikan dengan tinggi tiang. Tinggi tiang PJU 7 m dan 9 m. Tiang harus tahan terhadap karat dan tidak mudah keropos.

4. Komponen Ballast

Ballast merupakan komponen penting dalam sistem penyalaan lampu pelepas gas yang berfungsi untuk membatasi arus lampu.

5. Kabel

Kabel yang digunakan untuk adalah LV-A1XLPE-TC 2 x 25 mm² untuk tegangan rendah ke APP. Kabel LV-A1XLPE-TC 2 x 16 mm² untuk kabel antar lampu jika menggunakan jaringan udara. Kabel NYY 2 x 1,5 mm² untuk kabel dalam tiang. Sehingga kabel diperuntukkan sebagai konektor antara jaringan PLN ke APP, jaringan antar tiang, dan jaringan dalam tiang.

6. Box Panel

Box panel digunakan untuk pelindung komponen kontrol dan kWh meter kecuali dinyatakan lain dari penyesuaian kebutuhan di lapangan.



Gambar 4.2 Box Panel pada penerangan jalan

7. MCB

Miniature Circuit Breaker (MCB), tegangan kerja 220 volt dengan kemampuan arus:

- 2 amper untuk proteksi 450 VA
- 4 amper untuk proteksi 900 VA
- 6 amper untuk proteksi 1300 VA
- 10 amper untuk proteksi 2200 VA
- 16 amper untuk proteksi 3500 VA



Gambar 4.3 MCB Penerangan Jalan Umum

4.3.5 Peredupan

Peredupan yang dimaksudkan disini adalah mematikan sebagian titik lampu secara otomatis pada jam-jam tertentu dimana masyarakat sudah mulai tidur, jalan raya sepi tetapi dukungan faktor keamanan masih diperlukan. Tujuan dari peredupan adalah memberikan tambahan penghematan energi, memperpanjang umur lampu dan komponen. Teknik yang digunakan pada peredupan adalah bergilir nyala dan mati secara berkala. Peredupan dilakukan misalnya pada pukul 24.00 s/d pukul 06.00. Pada pukul 18.00 s/d pukul 24.00 lampu dinyalakan 100%.

4.4 Perhitungan Efisiensi Tagihan Rekening Listrik

Berikut merupakan contoh perhitungan penghematan biaya energi listrik dengan menerapkan keterpaduan program efisiensi:

• **Kondisi Eksisting**

- a) Jenis lampu : Mercury 250 Watt
- b) Lumen output : 14.500 Lm
- c) Nyala : 12,5 jam
- d) Kapasitor : Tidak ada
- e) Tarif : Abonemen

Besarnya biaya listrik = (500 Watt x 12,5 jam x 30 hari x Rp 635,-):1000
 = Rp 119.065,- / bulan / titik lampu

• **Program Efisiensi**

- a) Lampu SON 150 Watt
- b) Lumen output : 16.800 Lm
- c) Nyala : 12 jam
- d) Kapasitor : 20 µF
- e) Tarif : Meterisasi

Besarnya biaya listrik = (150 Watt x 12 jam x 30 hr x Rp 635,-):1000
 = Rp 34.290,- / bulan / titik lampu

• Kesimpulan: Kondisi eksisting dengan lampu mercury 250 Watt yang terpasang dengan sistem abonemen, dibandingkan dengan perencanaan menggunakan program efisiensi dengan lampu SON 150 Watt namun memiliki lumen output yang lebih besar adalah terjadi saving sebesar :

Saving

$$= \frac{Rp\ 119.065,00 - Rp\ 34.290,00}{Rp\ 119.065} \times 100\%$$

= 71 %

Dengan cara yang sama, berikut merupakan tabel program meterisasi dibandingkan dengan sistem abonemen :

Tabel 4.3 Program Meterisasi

JENIS LAMPU	ABONE MEN	METE RISASI	TURUN
MERCURI 125W	119,065	28,575	76%
MERCURI 250W	119,065	57,150	52%
MERCURY400W	238,125	91,440	61%
SODIUM 70W	47,625	16,002	66.4%

SODIUM 150W	119,065	34,290	71%
SODIUM 250W	119,065	57,150	52%
SODIUM 400W	238,125	91,440	61.6%

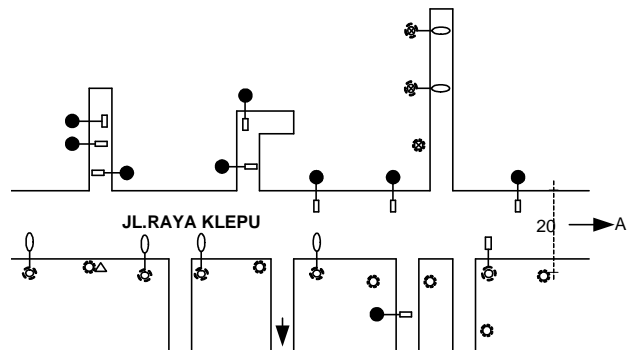
Tabel 4.4 Program Meterisasi dan Sodiuisasi

MERCURY 125 > SODIUM 70W	119,065	18,826	84%
MERCURY 250 > SODIUM 150W	119,065	40,341	66%
MERCURY 400 > SODIUM 250w	238,125	67,235	72%

4.4.1 Efisiensi Tagihan Rekening UPJ Ungaran

Berdasarkan perencanaan yang dilakukan dengan menggunakan program diatas untuk menghasilkan efisiensi tagihan rekening listrik penerangan jalan umum (LPJU) maka untuk wilayah UPJ Ungaran dengan mengambil contoh untuk wilayah Kecamatan Pringapus Kelurahan Klepu Dusun Klepu yaitu:

Gambar 4.1 Kondisi eksisting



Tabel 4.5 kondisi Eksisting Dusun Boro

KETERANGAN EXISTING		
SIMBOL	KETERANGAN	JUMLAH
	JTM, HVL 250W	4
	JTR, HVL 125W	2
	JTM, TL 30 W	1
	Liar, TL 40 W	8
	Liar, TL 30 W	1
Jumlah Titik Lampu		16
Titik Lampu dari Dack Rumah		
Tiang Ganti		9
Stang Ganti		
Lampu Ganti		

KETERANGAN METERISASI			
No	Simbol	Keterangan	APP 1
1	T.9	Tiang baru 9 M	-
2	T.8	Tiang baru 8 M	-
3	BS	Bongkar stang	-
4	S.3	Stang baru 2'3 M	-
5	S.1	Stang baru 1'3 M	2
6	GL	Ganti lampu	2
7	2	SAP-T150	-
8	3	SON 150	0
9	4	TL 40 W	7
10		Panel APP & kWh meter 2200 VA	1
11	Σ	Jumlah Titik Lampu Ter-APP	14

Besarnya tagihan Rekening Listrik adalah:

- **HVL 250 W**

Besar tagihan = Rp 119.065,00 sesuai dengan keputusan direksi PLN No. 335 K/010/DIR/2003

Maka besar tagihan untuk 4 lampu adalah $4 \times \text{Rp } 119.065,00 = \text{Rp } 476.260,00$

- **HVL 125 W**

Besar tagihan = Rp 119.065,00 sesuai dengan keputusan direksi PLN No. 335 K/010/DIR/2003

Maka besar tagihan untuk 2 lampu adalah $2 \times \text{Rp } 119.065,00 = \text{Rp } 238.130,00$

- **TL 30 W**

Besar tagihan = Rp 23.815,00 sesuai dengan keputusan direksi PLN No. 335 K/010/DIR/2003

Total tagihan saat kondisi eksisting adalah $\text{Rp } 476.260,00 + \text{Rp } 238.130,00 + \text{Rp } 23.815,00 = \text{Rp } 738.205,00 / \text{bln}$.

Perhitungan tagihan rekening listrik dengan meterisasi Dusun Klepu APP1

- **SON 150 W**

Besar tagihan = $7 \times 150 \text{ watt} \times 12.5 \text{ jam} \times 30 \text{ hr} \times \text{Rp } 635,00 : 1000 = \text{Rp } 250.031,00$

- **TL 40 W**

Besar tagihan = $7 \times 40 \text{ watt} \times 12.5 \text{ jam} \times 30 \text{ hr} \times \text{Rp } 635,00 : 1000 = \text{Rp } 66.675,00$

Total tagihan APP 1 adalah Rp 250.031,00 + Rp 66.675,00 = Rp 316.706,00

Gambar 4.2 Perencanaan dan Meterisasi



5. Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian program perhitungan ini, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Tagihan rekening listrik lampu penerangan jalan umum secara abonemen ditentukan berdasarkan keputusan direksi PT. PLN nomor 335.K/010/DIR/2003 yang dihitung per titik lampu sesuai dengan jenis lampu yang digunakan, sedangkan untuk tagihan secara meterisasi berdasarkan jumlah daya yang terpakai selama satu bulan.
2. Penggunaan metode abonemen dalam perhitungan tagihan rekening listrik untuk lampu tanpa APP akan lebih besar dibanding lampu dengan APP.
3. Dengan adanya penataan dan meterisasi yang dilakukan di Kecamatan Pringapus Kabupaten Semarang UPJ Ungaran memberikan penghematan sebesar 68,67%

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan penulis untuk efisiensi tagihan rekening listrik adalah sebagai berikut :

1. Memperhitungkan Investasi yang diperlukan termasuk biaya perawatannya.

2. Pembuatan program dan simulasi untuk efisiensi tagihan rekening listrik penerangan jalan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Boast B. Warren, *Illumination Engineering 2nd Ed*, Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1953
2. Christian D, Lestari P, *Teknik Pencahayaan dan Tata Letak Lampu*, Artolite-Grasindo, 1991
3. Fischer D, *Lighting Manual 2nd Ed*, N.V. Gloeilampenfabriek, Netherlands, 1975.
4. McGuinness, William J, *Mechanical and Electrical Equipment for Buildings 6th E*, John Wiley and Sons, 1981
5. Murdoch B. Joseph, *Illumination Engineering from Edison Lamp to the Laser*, Macmillan Publishing Company, New York, 1985
6. NN, *Compact Lighting Catalogue*, Philips, Indonesia
7. NN, *Desain Kriteria Jaringan Distribusi Jawa Tengah*, PLN Distribusi Jawa Tengah, 1983.
8. NN, *Efficient Street Lighting Design Guide Connecticut Light and Power Company*, Connecticut, North America, 2003
9. NN, *Special Specifications For The Construction Of Street Lighting Systems*, Department Of Public Works, Los Angeles, 2004
10. Steffy R. Gary, *Architectural Lighting Design. Van Nostrand Reinhold Company*, New York, 1990
11. Tim Penyusun, *Acuan Hukum Pemberlakuan Tarif Dasar Listrik*, PT PLN (Persero), 2004
12. Turan T, *Electrical on Power Distribution System Engineering*, Mc Graw Hill Book Company, New York, 1986
13. Sulasno, Ir., *Teknik dan Sistem Distribusi Tenaga Listrik*, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang, 2001



Angga Pratomo (L2F 305187)
Lahir tanggal 14 September 1981 di Batang, lulus dari DIII Teknik Elektro Universitas Diponegoro tahun 2005, dan sampai sekarang sedang menyelesaikan studi S-1 di Konsentrasi Ketenagaan Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang

Mengetahui dan menyetujui,

Dosen
Pembimbing I

Dosen
Pembimbing II

Ir Agung Nugroho
NIP. 131668508

Ir. Bambang Winardi
NIP. 132046701