

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

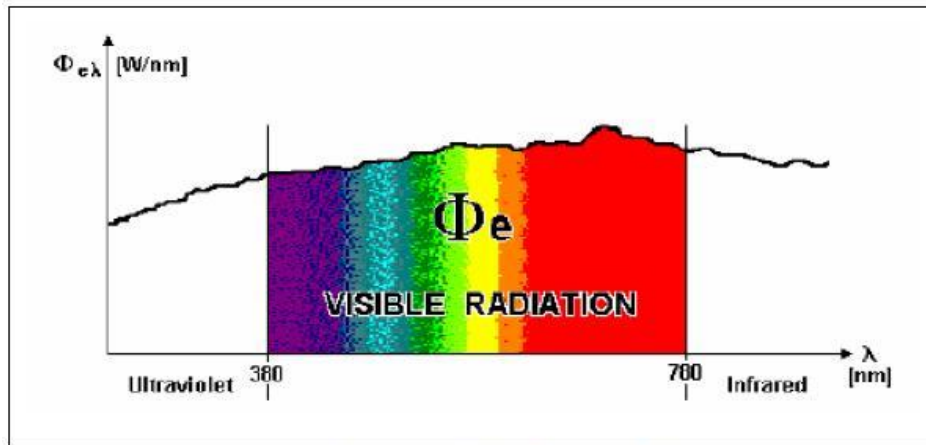
Rujukan penelitian yang pernah dilakukan untuk mendukung penulisan tugas akhir ini:

- (Irawan, 2014) melakukan penelitian tentang Analisis Peningkatan Efisiensi Penerangan Jalan Umum (PJU) Di Kabupaten Jember. Dari penelitian yang didapat disimpulkan bahwa dari analisis teknis dan finansial untuk metode penghematan lampu penerangan jalan umum (PJU) dapat menggunakan 3 metode penghematan, yaitu:
 1. Metode deskriminasi tingkat penerangan berdasarkan jam operasi.
 2. Metode deskriminasi beban berdasarkan jam operasi.
 3. Metode pergantian lampu dengan menggunakan lampu hemat energi jenis LED dengan tingkat penerangan yang setara.

2.2 Landasan Teori

2.2.1. Pengertian Cahaya

Cahaya adalah salah satu bagian dalam berbagai jenis gelombang elektromagnetik yang memancarakan ke angkasa. Pada gelombang ini memiliki frekuensi dan panjang tertentu, yang dimana nilainya dapat dibedakan dari energi cahaya lainnya di dalam spektrum elektromagnetik.



(sumber: repository.wima.ac.id/9482/6/BAB%205.pdf)

Gambar 2.1 Gelombang radiasi diantara UV (*Ultraviolet*) dan Inframerah.

Sumber cahaya yang dimanfaatkan oleh manusia sebagai penerangan saat ini adalah cahaya matahari dan energi listrik. Konsep cahaya pada prinsipnya merupakan bentuk gelombang elektromagnetik. Mengacu pada konsep gelombang elektromagnetik, maka kecepatan rambat gelombang cahaya dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{v}{f} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

λ = Panjang gelombang [m]

v = Kecepatan rambat cahaya [km/s]

f = Frekuensi gelombang cahaya [Hz]

Energi listrik yang dialirkan pada sebuah sumber cahaya (lampu) tidak semua terkonversi menjadi energi cahaya. Sebagian besar energi berubah menjadi panas dan sebagian kecil saja yang menjadi gelombang cahaya. Nilainya tergantung dari jenis lampu yang digunakan, namun tidak lebih dari 20%.

(Nayomi, Hanum: *Peluang Pemanfaatan Lampu LED Sebagai Sumber Penerangan*, 2011)

2.2.2. Pencahayaan

Pencahayaan adalah salah satu faktor penting yang dimana untuk agar mendapatkan keadaan lingkungan aman kondusif dan berkaitan dengan aktifitas produktifitas manusia. Pencahayaan yang sesuai memungkinkan manusia dapat melihat objek yang dilihat atau dikerjakan secara jelas. Pada dasarnya pencahayaan dibagi dua macam, yaitu:

1. Pencahayaan Alami

Pencahayaan alami merupakan sumber pencahayaan yang berasal dari sinar matahari. Sinar alami mempunyai keuntungan tersendiri, dimana selain dapat menghemata pemakaian energi listrik, juga dapat menghilangkan atau membunuh kuman.

2. Pencahayaan Buatan

Pencahayaan buatan adalah pencahayaan yang berasal dari sumber cahaya selain pencahayaan alami. Pada dasarnya pencahayaan buatan diperlukan saat posisi ruangan sulit di capai oleh pencahayaan alami atau

saat hari sudah berganti malam dan saat pencahayaan alami tidak mencukupi untuk kondisi lingkungan yang tertutup.

2.2.3. Penerangan

Penerangan terhadap gedung merupakan kebutuhan gedung yang penggunaannya terbilang dominan, karena manusia membutuhkan penerangan untuk membantu melihat atas apa yang dilihat. Pada rumah, penerangan umumnya banyak digunakan diruang-ruang, teras, halaman, mushola, kamar-kamar, toilet, garasi, gudang dan bahkan sebagai penghias rumah. Tiap ruangan menggunakan jenis lampu yang sesuai dengan kondisi tempat tersebut. Sama halnya pada bangunan besar seperti hotel, gedung perkantoran, rumah sakit, industri, sekolah, mal, stadion dan lain sebagainya. Untuk diluar bangunan, penerangan yang diperlukan adalah PJU (Penerangan Jalan Umum), lampu reklame, dekorasi, dan sebagainya. Ciri penerangan yang baik adalah sebagai berikut:

1. Penerangan Cahaya yang Cukup

Penerangan yang cukup mempengaruhi didalam menentukan kemampuan seorang dalam untuk membantu melihat. Besar kecilnya ukuran benda yang dilihat sangat menentukan kemampuan seseorang dalam melihat benda atau objek secara jelas, mata membutuhkan cahaya penerangan saat didalam ruangan yang penyinaran alami. Sedangkan dalam melihat benda yang berukuran kecil membutuhkan penerangan yang lebih dari standar normal, agar nantinya benda tersebut dapat dilihat dengan detail dan terinci.

2. Sinar yang Menyilaukan

Pada dasarnya objek harus terhindar dari sinar yang menyilaukan. Sinar cahaya yang menyilaukan biasanya datang langsung dari sumber cahaya dan dari pantulan cahaya. Munculnya cahaya menyilaukan biasanya terjadi akibat lampu tidak memakai pelindung (kap) atau biasanya pelindung wadah yang tidak sesuai.

Cara mengurangi cahaya yang menyilaukan dengan memasang lampu pada area yang tepat, memasang kebutuhan lampu yang sesuai dengan kebutuhan lokasi/tempatnya, memperbaiki posisi kemiringannya, serta dengan mengatur jarak tingginya objek yang dapat memantulkan kembali cahaya. Selain itu, saat perencanaan fasilitas penerangan harus sesuai dengan tata letak properti kerja yang ada sesuai dengan pencahayaan pada ruangan tersebut, sehingga nantinya tidak mengganggu para pekerja akibat dari penerimaan cahaya yang kurang tepat serta dari efek pantulan cahaya.

3. Tidak Terdapat Kontras yang Tajam

Adapun didalam ruang, di setiap bagian dari objek yang ada didalam ruangan tersebut dapat mudah dibedakan dengan bagian-bagian dari objek tersebut dan dari latar belakang sekelilingnya dalam terangnya cahaya yang diperlukan, bila bagian tersebut muda untuk dilihat, Sebaiknya saat perencanaan harus membuat kontras sedemikian rupa yang sesuai diantara satu objek dengan objek lainnya serta latar belakang yang

terdekat yang sesuai agar dapat dengan mudah membedakannya. Akan tetapi disaat perencanaan usahakan kontras dalam ruangan tersebut tidak tajam, karena nantinya mengakibatkan kelelahan mata yang lebih cepat. Untuk mengatasi hal ini bila sudah terlanjut dibuat, kita bias usahakan dengan penambahan tingkat penerangan cahaya yang sesuai pada tempat yang terdapat kontas yang berlebih.

4. Terang Cahaya

Suatu benda memiliki tingkat warna yang berbeda-beda sehingga hal ini bergantung pada terangnya cahaya untuk mata manusia melihat benda. Pada dasarnya penglihatan ke suatu benda sering bergantung pada perbedaan cahaya (kontras) yang terang di antara bagian tersebut dengan latar belakangnya. Perbedaan perbandingan terangnya cahaya disebut sebagai rasio. Semakin besar atau baik rasio akan membantu mempermudah dalam mengamati benda, Sehingga penenerangan hendaknya penerangan yang dibuat relatif seragam pada ruangan.

5. Pengaruh Meratanya Pancaran Cahaya, Bayangan, Serta Distribusi Cahaya.

Distribusi penerangan yang merata akan sangat membantu untuk terciptanya fleksibilitas *layout* ruang kerja. Penerangan yang tidak merata nantinya akan berdampak pada mata sehingga memicu saat bekerja mata akan lebih cepat lelah. Hal ini disebabkan karena mata harus sering

melakukan penyesuaian terhadap kondisi ruangan yang memiliki pencahayaan yang tidak merata dan tidak baik, yang dimana mata harus melihat dua kondisi ruangan yang signifikan yaitu kondisi dilain sisi mata melihat bagian yang terang dan lainnya gelap.

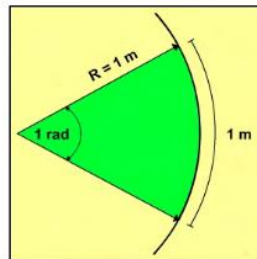
6. Warna yang Sesuai

Warna termasuk memiliki peranan yang terbilang penting dalam menciptakan kondisi lingkungan kerja yang baik, nyaman, dan kondusif. Pada kenyataanya penggunaan warna yang sesuai dengan psikologis lingkungan kerja akan berdampak sangat baik mengingat pekerjaan yang dilakukan menghabiskan waktu yang sama pada tempat atau lokasi yang tetap. Selain itu juga, pada penggunaan warna yang tepat dapat mengurangi pantulan cahaya atau cahaya-cahaya yang pudar akibat warna yang tidak merata terangnya. Untuk itu peranan penggunaan warna lampu perlu dilakukan penyesuaian antara dengan warna ruangan kondisi lingkungan kerja yang ada.

2.2.4. Definisi dan Istilah Umum Mengenai Pencahayaan

Definisi dan istilah umum yang sering dipakai mengenai pencahayaan, yaitu sebagai berikut:

2.2.4.1. Steradian



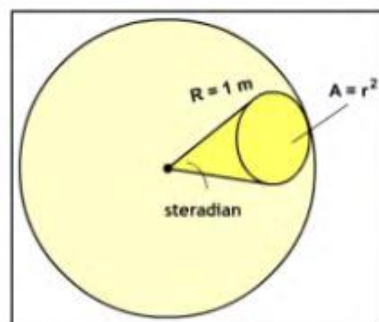
(Sumber: Sumardjati, Prih: Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik, 2008)

Gambar 2.2 Radian

Radian merupakan suatu titik ditengah lingkaran diantara dua jari-jari lingkaran, yang dimana jarak jari-jari (R) sama dengan jarak kedua ujung busur radian. Untuk menghitung keliling lingkaran adalah $2\pi R$, sehingga 1 radian =

$$\frac{360^{\circ}}{2\pi R} = 57,3^{\circ}$$

Sedangkan steradian adalah suatu sudut yang berada di titik tengah bola dari jari-jari ke batas luar permukaan bola sebesar kuadrat jari-jari.



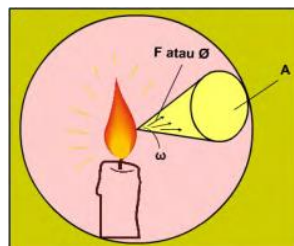
(Sumber: Sumardjati, Prih: Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik, 2008)

Gambar 2.3 Steradian

Diketahui bahwa luas permukaan bola adalah $4\pi R^2$ maka disekitar titik bola terdapat 4π sudut ruangan yang masing-masing 1 steradian. Untuk jumlah Steradian suatu sudut dinyatakan dengan lambang omega (ω).

2.2.4.2. Fluks Cahaya (Lumen)

Fluks cahaya biasa disebut lumen merupakan jumlah tinggat cahaya yang dipancarkan dari sumber cahaya tersebut. Lambang fluks cahaya dinyatakan dalam F atau ϕ dan satuannya adalah lumen (lm). Pada satu lumen merupakan fluks cahaya yang dipancarkan pada 1 steradian dari sumber cahaya 1 Cd pada permukaan bola dengan jumlah jari-jari (R) = 1m.



(Sumber: Sumardjati, Prih: Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik, 2008)

Gambar 2.4 Fluks Cahaya

Jika suatu fluks cahaya dihubungkan dengan daya listrik, maka 1 watt cahaya yang dimana dengan panjang gelombang 555 mμ sama dengan nilainya 683 lm. Jadi dengan $\lambda = 555 \text{ m}\mu$, maka 1 watt cahaya = 683 lm. Rumus untuk menghitung fluks cahaya antara lain sebagai berikut:

$$\phi = P \times K \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

ϕ = Fluks Cahaya (lm)

P = Daya Lampu (Watt)

K = Efikasi Cahaya (lm/W)

2.2.4.3. Intensitas Cahaya

Dalam sejarah, suatu sumber cahaya buatan awalnya merupakan lilin (*candela*). Satuan cahaya *candela* atau (Cd) adalah satuan dari intensitas cahaya (I) pada sebuah sumber energi yang dapat memancarkan energi cahaya kesegala arah. Intensitas cahaya merupakan fluks cahaya dalam per satuan sudut ruang dalam pancaran cahaya yang datang.

$$I = \frac{\phi}{\omega} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

I = Intensitas Cahaya (Cd)

ϕ = Fluks Cahaya (lm)

ω = Sudut Ruangan (sr)

(Sumardjati, Prih: *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik*, 2008)

2.2.4.4. Luminasi

Luminasi merupakan kuantitatif dari jumlah cahaya atau satuan ukur tingkat terangnya objek/benda, baik pada sumber cahaya atau pada suatu permukaan. Luminasi pada permukaan dan sumber cahaya yang memantulkan cahaya

merupakan intensitas dibagi dengan luas semua permukaan yang ada. Sedangkan luasnya permukaan merupakan proyeksi dari sumber cahaya pada bidang rata yang arahnya tegak lurus pada arah pandangan, sehingga tidak termasuk seluruhnya permukaan.

2.2.4.5. Intensitas Penerangan

Intensitas dalam bahasa penerangan biasa disebut dengan iluminasi atau kuat penerangan atau dalam Badan Standar Nasional (BSN) disebut dengan tingkat pencahayaan terhadap bidang. Intensitas cahaya dilambangkan dengan (E) yang dimana satuannya adalah Lux. Iluminasi merupakan satuan metric ukuran cahaya pada suatu permukaan. Cahaya rata-rata yang dicapai merupakan rata-rata tingkat lux pada berbagai titik pada area yang sudah ditentukan. Satu lux setara dengan 1 lumen per meter persegi. Dimana untuk rumus perhitungannya yaitu:

$$E = \frac{\phi}{A} \dots\dots\dots (2.4)$$

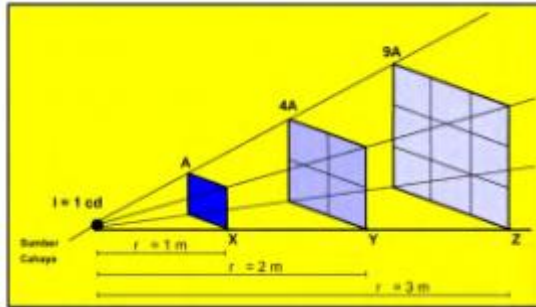
Dimana:

E = Intensitas Cahaya (lux)

ϕ = Fluks Cahaya (lm)

A = Luas Bidang (m^2)

Perhitungan intensitas cahaya bisa juga dihitung dengan hukum kuadran terbalik. Pada umumnya bidang yang diterangi bukan permukaan bola, tetapi suatu bidang datar.



(sumber: Sumardjati, Prih: Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik, 2008)

Gambar 2.5 Hukum Kebalikan Kuadran Iluminasi

Tabel 2.1 Perhitungan Iluminasi

Bidang	I (Cd)	F (lm)	A (m ²)	E (Lux)
X	1	1	1	1
Y	1	1	4	1/4
Z	1	1	9	1/9

(sumber: Sumardjati, Prih: Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik, 2008)

Cahaya dari 1 Cd yang menyinari suatu bidang X seluas 1 m² yang berjarak 1 m dan akan mengiluminasi 1 lux, jika bidang tersebut dikali dua pada bidang Z, maka intensitas cahaya 1 lux akan menyinari bidang seluas 4 m². Sehingga intensitas cahaya akan mengikuti rumus persamaan hukum kebalikan kuadran. Berikut rumus perhitungannya:

$$E = \frac{I}{r^2} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana:

E = Iluminasi (lux)

I = Intensitas Cahaya (Cd)

r = Jarak dari sumber cahaya ke bidang (m)

(Sumardjati, Prih: *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik*, 2008)

2.2.4.6. Efikasi Cahaya

Efikasi cahaya merupakan suatu rentang angka perbandingan antara fluks cahaya (lm) dengan sumber daya listrik untuk sumber cahaya (W), sehingga dinyatakan dalam satuan (lm/W). Efikasi cahaya sering disebut juga sebagai fluks cahaya spesifik. Pada tabel 2.2 berikut ini menunjukkan efikasi dari macam-macam lampu. Efikasi ini biasanya didapatkan pada katalog dari suatu produk lampu, berikut data dari Badan Standar Nasional (BSN):

Tabel 2.2 Daftar Efikasi Lampu

Jenis lampu	Lumen/Watt	Umur rata-rata. (Jam operasi)
Incandescent (pijar)	12 ~ 15	1.000
Halogen.	15 ~ 25	2.000 ~ 5.000
Merkuri	30 ~ 50	24.000
Fluoresen kompak	40 ~ 80	8.000 ~ 12.000
Fluoresen tabung	50 ~ 100	10.000 ~ 15.000
Fluoresen tabung "T8"	90	12.000
Fluoresen tabung "T5"	105	17.000
Sodium tekanan tinggi	60 ~ 110	24.000
Sodium tekanan rendah	70 ~ 180	18.000
LED (<i>Light Emitting Diode</i>)	70	40.000

(sumber: BSN, *Konversi Energi pada Sistem Pencahayaan*, 2011)

Untuk menghitung efikasi sebuah lampu dapat digunakan rumus sebagai berikut, yaitu:

$$K = \frac{\phi}{P} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana:

K = Efikasi Cahaya (lm/W)

ϕ = Fluks Cahaya (lm)

P = Daya listrik lampu (W)

2.2.5. Jenis-Jenis Lampu

Lampu memiliki beberapa jenis lampu dan setiap lampu tersebut memiliki keunggulan dan kegunaan masing-masing disetiap tempat. Berikut adalah beberapa jenis lampu yang sering digunakan dalam industri:

2.2.5.1. Lampu *Hight Preassure Sodium* (HPS)



(sumber: Sumardjati, Prih: Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik, 2008)

Gambar 2.6 Lampu *Hight Preassure Sodium*

Lampu *high pressure sodium* (HPS) atau lampu sodium bertekanan tinggi adalah lampu yang didalam tabungnya mengandung sodium serta tambahan unsur raksalain seperti gas argon dan xenon sehingga dapat menghasilkan cahaya warna oranye kemerah jambuan. Dan ada beberapa lampu yang menghasilkan cahaya warna putih kebiru-biruan. Sumber cahaya utama didalam lampu ini adalah jalur-D natrium. Dan didalam terjadi pelebaran spektrum sempit yang di lakukan oleh natrium tekanan tinggi dari lampunya karena haini pelebaran dan pancaran raksa ini dapat mengetahui warna benda yang di sinarinya. Pada penggunaanya lampu ini banyak digunakan di jalan raya atau ruang terbuka lainnya.

Lampu HPS ini terdiri dari dua bagian tabung yaitu tabung bagian U yang fungsinya sebagai penghasil tempat penguapan uap jenuh dari cairan natrium yang mempunyai gas tekan rendah yang bekerja pada suhu 270°C serta tambahan gas neon dan 1% gas argon sebagai zat bantu. Selanjutnya adalah bagian tabung luar yang tujuannya sebagai tetap udara dari tabung U serta berfungsi sebagai isolasi panas, tabung ini juga sangat keras yang bertujuan menahan tekan gas sangat keras dan mamu menahan proses kimia dari sodium tekanan tinggi tersebut. Lampu ini jika disambungkan ke sumber listrik, maka terjadi proses lonctan muatan dalam gas yang berada di tabung sehingga terjadi pemanasan sodium. Setelah 5 sampai 7 menit sodium panas tadi akan menguap dan lampu baru menyala terang. Jika tekanan sodium didalam tabung meningkat, maka cahaya yang dpancarkan akan putih keemasan. Efikasi lampu HPS cukup baik yang dimana dari 85 sampai 120 lumen/watt, begitu juga dengan kualitas pantulan

warnanya, serta umurnya juga terbilang panjang yaitu sekitar 6000-25000 jam. Sehingga lampu HPS banyak digunakan untuk penerangan dikawasan industry, lampu penerangan diarea parker, jalan raya, dermaga, mercusuar dilapangan terbang dll. Penggunaan lampu HPS memerlukan rangkaian seperti lampu TL yaitu memerlukan ballas yang berupa reaktor atau transformator, kapasitor kompensasi yang dipasang secara parallel.

2.2.5.2.Lampu *Hight Preassure Mercury* (HPM)



(sumber: Sumardjati, Prih: *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik*, 2008)

Gambar 2.7 Lampu *Hight Preassure Mercury*

Pada dasarnya prinsip kerja lampu ini adalah cahaya yang dipancarkan terjadi loncatan elektron di dalam tabung. Bentuk fisik lampu HPM terdiri dari dua bagian yaitu tabung gelas kuarsa yang ada di dalam dalam dan tabung bohlam luar. Unsur molekul yang terdapat pada lampu HPM adalah uap merkuri dan sedikit gas argon. Didalam tabung pada kedua elektroda utama dibelokan pada kedua ujung tabung bagian dalam, dan terdapat sebuah elektroda penghasut yang dipasang dekat dengan salah satu elektroda yang utama. Pada saat dialiri listrik,

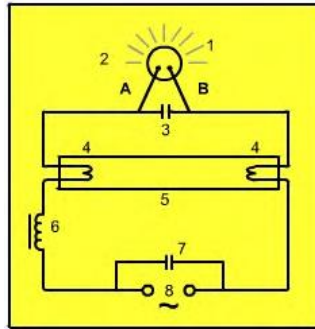
arus listrik biasa pada dasarnya tidak dapat mencapai terjadinya loncatan energi muatan diantara dua elektroda yang utama. Tetapi, ionisasi terjadi diantara salah satu elektroda utama dengan elektroda pengasut yang berdekatan melalui bantuan gas argon. Pengionisasian gas argon tadi menyebar didalam tabung dalam menuju elektroda utama yang satunya lagi. Sehingga terjadi panas yang menyebabkan gas merkuri menguap dan menyebabkan tekan gas dalam tabung itu meningkat tinggi.

Prinsip menyalnya sama seperti lampu HPS, yang dimana lampu baru menyala sekitar 5 sampai 7 menit. Arus yang bekerja pada lampu ini adalah 1,5 sampai 1,7A arus normal. Warna cahaya lampu ini saat awalan berwarna kemerahan kemudian setelah normal warnanya akan berubah putih atau kuning. Kelemahan lampu ini jika diputuskan aliran listrik maka lampu HPM tidak dapat langsung menyala kembali jika kita menyalakannya lagi sampai tekanan uap dalam tabung rendah atau berkurang. Sama seperti lampu HPS lampu ini memerlukan rangkaian tambahan dalam pengoperasiannya yang dimana membutuhkan ballas yang berupa reaktor atau transformator yang sesuai dengan karakteristik lampunya Serta kapasitor kompensasi yang di pasang secara parallel yang bertujuan lampu merkuri bisa bekerja sesuai semestinya karena lampu merkuri mempunyai faktor daya yang rendah.

2.2.5.3.Lampu *Fluorosen*/TL

Pada lampu fluorosen terdiri dari tabung yang memanjang atau biasanya ada juga yang melingkar, tabung lapisan bagian dalam dilapisi serbuk pasphor

sehingga tabung lampu ini terlihat berwarna putih. Didalam tabung terdapat gas yang menguap jika dialiri arus listrik.



(sumber: Sumardjati, Prih: Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik, 2008)

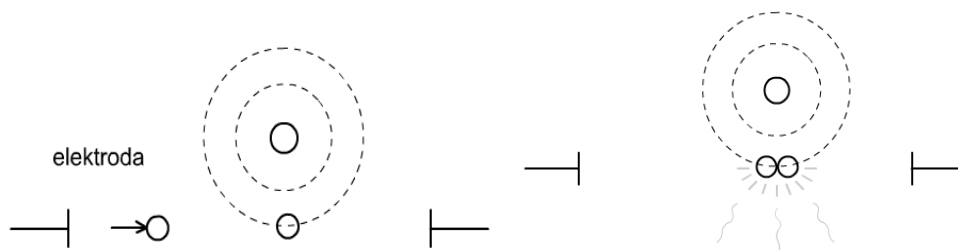
Gambar 2.8 Rangkaian Lampu *Flourosen*

Dimana:

1. Starter
2. Kontak-kontak metal
3. Rangkaian C filter
4. Filamen tabung/elektroda
5. Tabung kaca
6. Ballast
7. Kapasitor Kompensasi
8. Sumber listrik AC

Penambahan rangkaian untuk lampu *flourosen* pada dasarnya karena tegangan dari sumber listrik yang normal pada umumnya tidak akan cukup untuk

mengawali pelepasan muatan elektron diantara elektroda tanpa bantuan dari ballast dan starter. Lampu ini jika disambung sumber listrik maka akan ada perbedaan tegangan antara kontak bermetal A dan B. oleh sebab itu didalam bola terdapat gas argon, maka terjadi loncatan elektron diantara kontak bimetal A dan B, sehingga bimetal tadi akan panas dan kontak A dan B akan terhubung. Tegangan induksi yang tinggi membuat tegangan antara kedua elektroda didalam tabung panjang menjadi tinggi, sehingga akan meningkatkan gerakan elektron bebas didalam tabung dan terjadi tabrakan elektron gas yang lentur.



(sumber: Sumardjati, Prih: Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik, 2008)

Gambar 2.9 Gerakan Elektron Gas

Dari gambar 2.9 memperlihatkan proses yang dimana terjadinya gerakan elektron dari katoda dengan kecepatan tinggi sehingga menabrak elektron gas, yang dimana terjadi hingga menimbulkan radiasi cahaya. Pada kapasitor antara kontak A dan B berfungsi sebagai filter, sedangkan kapasitor yang terhubung jala-jala berguna untuk memperbaiki faktor daya. Pada lampu *frourosen* memiliki warna cahaya yang beragam tergantung jenis gas di dalamnya, contoh untuk lampu yang berisi gas neon warna cahaya yang tampak berwarna keoranyean,

putih atau bahkan kemerahan, sedangkan gas hydrogen mengeluarkan warna cahaya merah jambu. Kelebihan lampu ini yaitu memiliki efikasi yang lebih tinggi dari lampu pijar, harganya ekonomis, umur lampu yang cukup lama 8000-15000 jam. Namun memiliki kekurangan yaitu CRI (*Color Rendering Index*) rendah serta warna cahaya yang terhadap objek tidak seperti aslinya.

2.2.6. Lampu LED

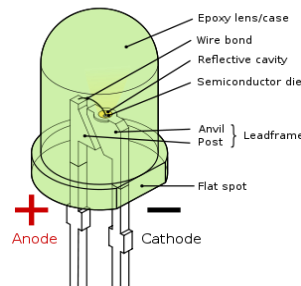
2.2.6.1. Pengertian Lampu LED

Lampu LED merupakan lampu semikonduktor yang menggunakan LED (*Ligh Emiting Diode*) sebagai sumber cahayanya. Lampu LED memberikan waktu nyala yang lebih panjang yaitu 40000-50000 jam dan efisiensi energi yang tinggi, tetapi memiliki kelemahan yaitu tingkat keekonomisannya yang terbilang mahal. Pada dasarnya lampu ini terbuat dari plastic dan akan menyala pada diode semikonduktornya tersebut jika dialiritegangan listrik 1,5 volt DC. Warna nayalanya pun bervariasi sesuai dengan fungsi dan kebutuhannya.

2.2.6.2. Fungsi LED

Perkembangan penggunaan LED kini tidak hanya digunakan pada ponsel dan PDA saja. Namun kini penggunaannya telah merambah ke penggunaan lain seperti lampu LED yang dimana dianggap sebagai lampu masa depan yang dapat menekan pada pemansan global karena dikatakan efisien. Selain itu, fungsi lain dari LED dapat dipergunakan sebagai penerangan jalan, interior, rambu lalu lintas, advertaising, dan ekterior rumah atau gedung. Biasanya lampu ini

dilengkapi dengan elemen pendingin panas, karena LED dapat menjadi berbahaya jika dioperasikan pada temperature tinggi.

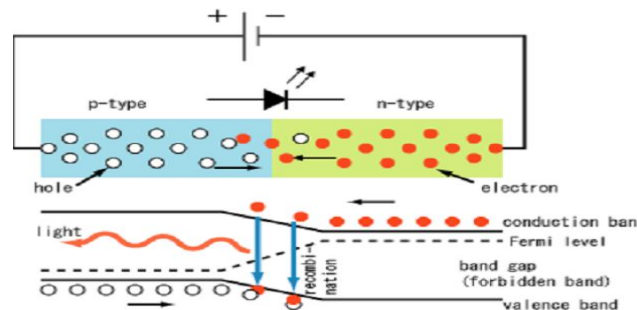


(sumber: Sumardjati, Prih: Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik, 2008)

Gambar 2.10 Bagian-bagian LED

2.2.6.3. Karakteristik dan Performa

Pancaran cahaya yang di LED merupakan energi elektromagnetik yang dimana pemancarannya dalam bagian spektrumnya dapat dilihat. Pada cahaya yang terlihat ini adalah hasil kombinasi dari panjang gelombang yang berbeda dari energi yang dapat dilihat lain, pada mata dapat bereaksi melihat panjang gelombang energi elektromagnetiknya dalam daerah antara radiasi *ultraviolet* dan inframerah.



(sumber: Sumardjati, Prih: Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik, 2008)

Gambar 2.11 Prinsip Kerja Aliran Elektron pada LED

Prinsip kerja lampu LED yaitu dimana ketika elektron mulai bergerak pada orbit yang mengelilingi inti atom. Pada elektron yang ada di orbit berbeda menghasilkan jumlah energi yang berbeda pula. Elektron yang berpindah dari orbit yang tertinggi ke orbit yang lebih rendah perlu melakukan pelepasan energi yang dimiliki. Pelepasan energi ini adalah bentuk dari foton sehingga menghasilkan cahaya. Semakin besar energi yang dilepaskannya semakin besar pula energi yang terkandung dalam foton.

2.2.7. Pengenalan Bidang Ekonomi Teknik

Ekonomi teknik merupakan ilmu yang mengkaji factor-faktor serta kriteria ekonomi yang digunakan ketika 1 atau beberapa alternative penyelesaian yang dipertimbangkan untuk digunakan saat penyelesaian masalah dibidang keilmuan teknik.

Penerapan ekonomi teknik tersebut digunakan untuk menyederhanakan perhitungan matematika untuk kegiatan keekonomian dalam suatu studi kasus keilmuan. Kaitan ilmu teknik dan ilmu ekonomi akan mengekrucut ke pertimbangan antara kualitas dan biaya yang diperlukan. Para insinyur mendesain suatu alat/penemuan dengan spesifikasi dan kriteria terbaiknya. Disisi lain para ekonom melihat sesuatu berdasarkan biayanya. Mereka memiliki doktrin mendapatkan nilai guna dari suatu barang setinggi-tingginya dengan harga serendah-rendahnya. Kombinasi antara ilmu teknik dan ilmu ekonomi ini akan mendapatkan suatu titik ideal (*equilibreum point*) antara desain dan nilai guna alat yang maksimum, dengan harga yang terjangkau.

Tahap analisis ekonomi teknik ada beberapa tahapannya, antara lain:

- Mendefinisikan Masalah yang timbul dan tujuannya.
- Menacari dan mengumpulkan informasi yang relavan terkait dengan masalah yang sedang di pelajari
- Mengumpulkan alternative-alternatif penyelesaian.
- Mengevaluasi masing-masing pilihan penyelesaian.
- Menenttukan pilihan yang terbaik dengan memenuhi kriteria yang diinginkan.
- Memutuskan, kemudian menerapkan hasilnya serta melakukan evaluasi kinerjanya.
- Jika perlu adanya penggantian solusi, perlu dipertimbangkan biaya yang diperlukan serta analis biaya balik modal.

2.2.7.1. *New Investment*

Biaya investasi adalah modal yang diperlukan untuk sebagian besar aktivitas pada masa pengadaan barang atau jasa. Pada kasus yang sederhana, biaya investasi dapat dimasukkan ke dalam pengeluaran tunggal. Namun pada jumlah yang besar, misalnya pada proyek konstruksi jalan tol, pengeluarannya merupakan gabungan dari beberapa periode yang berbeda. Biaya ini disebut dengan *capital investment*. Nilai investasi (modal awal) tersebut diharapkan menghasilkan cash flow positif dengan berbagai cara, misalnya peningkatan pendapatan, mengurangi biaya, dan lainnya.

2.2.7.2.Replacement Analysis

Pemilihan terhadap suatu keputusan sering terjadi dalam dunia bisnis dan organisasi pemerintahan. Keputusan itu dibuat dengan berbagai pertimbangan, misalnya aset telah selesai waktu penggunaannya, dalam masa servis, atau diganti dengan aset baru. Dengan kompetisi dunia yang semakin meningkat, kenaikan kebutuhan barang dan jasa dengan kualitas tinggi, dan respon yang cepat menyebabkan pemilihan rekomendasi *replacement* menjadi sering digunakan. *Replacement analysis* membutuhkan kehati-hatian dalam tinjauan ekonomi teknik digunakan pengumpulan informasi yang diperlukan dalam pengambilan keputusan yang terbaik sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan posisi kompetitif dari perusahaan.

Evaluasi dilakukannya penggantian, pemensiunan, ataupun penambahan aset merupakan hasil dari perubahan ekonomi dari penggunaannya. Beberapa alasan mengapa perlu dilakukan replacement analysis (*Engineering Economy, Thirteenth Edition, Pearson Educational International*):

1. Kerusakan fisik barang (deterioration)

Semua asset yang digunakan pasti akan mengalami penuaan (*ageing*). Perawatan rutin dan perbaikan tentu akan meningkatkan biaya, energi (daya) yang juga meningkat, dan waktu operator yang dibutuhkan juga akan meningkat.

2. Berubahnya permintaan

Modal asset yang digunakan untuk menghasilkan barang dan jasa akan memuaskan kebutuhan manusia. Dimana ketika barang atau servis

meningkat atau menurun tentu akan berhubungan dengan nilai ekonomi asset yang digunakan.

3. Teknologi

.Dampak yang akan timbul ketika perubahan teknologi akan menyebabkan perbedaan dalam berbagai jenis asset. Semakin cepat perkembangan teknologi suatu barang, maka akan semakin cepat pula frekuensi pergantian aset yang telah ada dengan teknologi yang lebih baru dengan harga yang murah.

4. Finansial (keuangan)

Factor keuangan melibatkan keuntungan pada operasional aset dan juga melibatkan variabel pajak. Misalnya saja menyewakan aset akan menjadi lebih menarik dibandingkan dengan membeli satu aset baru

2.2.7.3.Lifetime Analysis

Kaitan antara penentuan suatu barang yang akan digunakan harus memperhitungkan *lifetime analysis* (nilai barang mendatang), yang menyatakan suatu konsep bahwa nilai barang sekarang akan lebih berharga dari pada nilai barang yang akan datang ini juga bertujuan untuk mendukung nilai *replacement analysis*. Maka, nilai waktu barang ini sangat penting untuk dipahami oleh semua orang, khususnya para insinyur dan ekonom, yang akan sangat berguna dan dibutuhkan untuk menilai seberapa besar nilai barang kita masa kini dan akan datang, Berikut adalah rumus yang digunakan menghitung biaya mendatang:

$$Fv = Pv[(1 + i)^n] \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana:

P_v = Nilai Sekarang (*Present Wordh*)

F_v = Nilai Mendatang (*Future Wordh*)

n = Jumlah Periode Permajemukan (Umur Barang)

I = Tingkat Bunga Efektif perPeriode

2.2.8. Biaya Tarif Dasar Energi Listrik

Energi yang terpakai untuk untuk pemakaian beban, termasuk beban untuk penerangan pada dasarnya dapat dihitung manual. Perhitungan tersebut dapat dihitung dengan cara besarnya daya lampu atau beban dikali dengan lamanya beban tersebut terpakai (beroperasi) adalah:

$$E_{load} = P_{load} \times t \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana:

E_{load} = Energi yang terpakai (Wh atau watt.hour)

P_{load} = Daya beban atau lampu (Watt)

t = Lama pemakaian beban (jam/hour)

Tarif dasar listrik menjadi salah satu komponen analisis biaya yang menjadi bahan pertimbangan menentukan watt lampu yang akan dipasang. Dalam hal ini tarif dasar pajak listrik di Indonesia sudah di tentukan sesuai pemakaian pelanggan yang memakainya, golongan tarif atau besar batas daya yang terpakai. Sesuai dengan Keputusan Presiden Republik Indonesia no.104 tahun 2003, berikut ini adalah keterangan Penetapan Tarif Dasar Listrik oleh PLN pada bulan Febuari-Maret 2017 untuk perusahaan industri.



PT PLN (Persero)

Jalan Trunojoyo Blok M I/135 Kebayoran Baru – Jakarta 12160

Telepon : (021) 7261875, 7261122, 7262234

Facsimile : (021) 7221330

Website : www.pln.co.id

(021) 7251234, 7250550

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

BULAN FEBRUARI & MARET 2017

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)	
1.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.467,28	1.467,28
2.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.467,28	1.467,28
3.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.467,28	1.467,28
4.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.467,28	1.467,28
5.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
6.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = $1.035,78$ kVArh = $1.114,74$ ****)	-
7.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = $1.035,78$ kVArh = $1.114,74$ ****)	-
8.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LWBP = $996,74$ kVArh = $996,74$ ****)	-
9.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
10.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = $1.035,78$ kVArh = $1.114,74$ ****)	-
11.	P-3/TR		*)	1.467,28	1.467,28
12.	L/TR, TM, TT		-	1.644,52	-

Catatan :

*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM1 = 40$ (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian.

***) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM2 = 40$ (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian LWBP.
 Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

****) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM3 = 40$ (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian WBP dan LWBP.
 Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

****) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVArh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).

K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat ($1,4 \leq K \leq 2$), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.

WBP : Waktu Beban Puncak;
 LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.

(sumber: http://www.pln.co.id/wp-content/uploads/2017/02/02_TA.jpg)

Gambar 2.12 Besaran TDL