

PERBANDINGAN EKONOMIS PEMAKAIAN LAMPU *INCANDESCENT* DENGAN LAMPU *FLOURESCENT* DI TINJAU DARI BIAYA REKENING LISTRIK

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Ujian Sarjana**

Oleh :

EDI SYAHRIZAL
97.812.0028



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
M E D A N
2005**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

RINGKASAN

Sejalan dengan berkembangnya tingkat pelayanan pada sistem kelistrikan semakin bertambah pula persoalan-persoalan yang timbul. Tuntutan terhadap keandalan suatu sistem, merupakan hal yang tidak dapat diabaikan dalam meningkatkan pelayanan dan pengoperasian yang lebih baik, oleh karenanya dibutuhkan jawaban atau jalan keluar untuk mengatasi persoalan yang timbul tersebut.

Berdasarkan problem diatas, penulis berkeinginan untuk membahas perbandingan keuntungan dan kerugian menggunakan lampu incandescent (pijar). Dimana pada masa sekarang ini banyak digunakan oleh masyarakat kita, umumnya kita kurang begitu mengetahui beberapa keuntungan dan kerugian antara pemakaian lampu *Flourescent* dengan lampu *Incandescent* (pijar).

Disini akan dilakukan penganalisaan terhadap lampu *Florescent* jenis PLE-U dengan lampu *Incandescent* dengan intensitas cahaya yang hampir sama besarnya (lampu hemat energi 11 watt, 15 watt, 20 watt dan lampu *Incandescent* 60 watt, 75 watt, dan 100 watt).

Sebagai perbandingan digunakan lampu hemat energi 15 watt dengan lampu pijar 75 watt, dari hasil perhitungan diketahui bahwa lampu *Flourescent* lebih hemat Rp. 750 dari lampu *Incandescent* dilihat dari pemakaian selama satu bulan.

Abstract

In line with expanding service level electric system progressively increase also problems of arising out. Demand to reliability system, representing matter which cannot be disregarded in improving better operation and service, for the reason required by way out or answer to overcome problem of arising out.

Pursuant to problem above, wishful writer to study comparison of advantage and disadvantage use lamp of incandescent (bulb). Where at a period of this time used many by our society, generally we less so know some advantage and disadvantage between usage of lamp of fluorescent and lamp of Incandescent (bulb).

Here will be conducted by analyzing to lamp of Florescent type of PLE-U with lamp of Incandescent with light intensity which much the same to level of (economical lamp of energy 11, 15, and 20 watt and lamp of Incandescent 60, 75, and 100 watt).

As comparison used economical lamp of energy 15 watt with fluorescent lamp 75 watt, from result of calculation known that lamp of florescent more economical Rp. 750 from lamp of Incandescent seen from usage during one months.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanrrahim,

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan ridhanya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini merupakan kegiatan akademis terakhir yang diselesaikan mahasiswa sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Adapun judul tugas akhir ini adalah **“PERBANDINGAN EKONOMIS PEMAKAIAN LAMPU INCANDESCENT DENGAN LAMPU FLOURESCENT DITINJAU DARI BIAYA REKENING LISTRIK”**.

Atas segala bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak maka penulis akhir ini dapat diselesaikan. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Dadan Ramdan M.Eng, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
2. Bapak Ir. Yance Syarif, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area dan juga sebagai Pembimbing I.
3. Bapak Ir. Marlan , selaku pembimbing II
4. Bapak Ir. Arnawan Hasibuan, MT., Bapak Ir. Aswandi Azwan, Bapak Ir. H. Usman Harahap, Bapak Ir. Zulkifli Bahri, Bapak Ir. Jairi Tavip, dan seluruh staf pengajar di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

5. Tris, Yanti, Emi dan seluruh staf administrasi yang ada di fakultas Teknik Universitas Medan Area.
6. Selaku pimpinan, Staff dan Pegawai serta teman-teman Jurusan Teknik Elektro UMA.
7. Teristimewa kepada keluarga tercinta (Istri dan anak-anak) yang telah memberikan dukungan dan dorongan.
8. Dan kepada seluruh pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan namanya satu per satu, penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Penulis menyadari bahwa penulis tugas akhir ini masih banyak kekurangannya. Untuk itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun penulis terima dengan lapang dada.

Akhirnya penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan kita semuanya sebagai masyarakat ilmiah. Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Medan, Juni 2005

Penulis

Eddi Syahrizal
978120028

DAFTAR ISI

LEMBARAN JUDUL	i
LEMBARAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN.....	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang Masalah	1
I.2. Rumusan Masalah	2
I.3. Tujuan Penulisan	2
I.4. Batasan Masalah	2
I.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
II.1. Tarif Dasar Listrik	5
II.2. Dasar-Dasar Teknik Penerangan	8
II.2.1. Umum	8
II.2.2. Satuan-Satuan Dalam Penerangan	10
II.2.2.1. Steradian	10
II.2.2.2. Intensitas Cahaya	11

II.2.2.3. Luminasi	12
II.2.3. Syarat-Syarat Penerangan Yang Baik	13
II.2.3.1. Kuat Penerangan	13
II.2.3.2. Keseragaman Kuat Penerangan.....	16
II.2.3.3. Faktor Refleksi (r)	16
II.2.3.4. Faktor Absorpsi (∂)	17
II.2.3.5. Faktor Transmisi (t)	18
II.2.3.6. Indeks Ruangan (k)	19
II.2.3.7. Faktor Detrisiasi	19
II.2.4. Armatur	20
II.2.5. Jenis Sistem Penerangan	21
II.3. Sumber-Sumber Cahaya	23
II.3.1. Umum	23
II.3.2. Lampu Pijar (Incandescent Lamp).....	25
II.3.2.1. Lampu Pijar Arang	27
II.3.2.2. Lampu Pijar Kawat Wolfram	28
II.3.2.3. Lampu Pijar Berisi Gas	28
II.3.2.4. Lampu Pijar <i>Bi-Arlita</i>	28
II.3.2.5. Lampu Pijar <i>Argenta</i>	29
II.3.2. Lampu Tabung <i>Flourescent</i>	30
II.3.2.1. Bentuk Tabung <i>Flourescent</i>	30
II.3.2.2. Jenis Lampu Tabung <i>Flourescent</i>	35
II.3.2.2.1 <i>Flourescent</i> Model TL	38

II.3.2.2.2. <i>Flourescent</i> Model SLE	38
II.3.2.2.3. <i>Flourescent</i> Model SL ED	39
II.3.2.2.4. <i>Flourescent</i> Model PL E-U	40
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	41
III.1. Data Yang Dibutuhkan	41
III.1.1. Data Lampu Tabung <i>Flourescent</i> jenis PLE-U	41
III.1.2. Data Lampu Incandescent	41
III.2. Metoda Perhitungan	41
III.2.1. Perhitungan Intensitas Cahaya	41
III.2.2. Perhitungan Kwh/Energi Yang Dipakai	41
III.2.3. Perbandingan Biaya Pemakaian Kedua Jenis Lampu	42
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	43
IV.1. Hasil Perhitungan Intensitas Cahaya	43
IV.1.1. Perhitungan Intensitas Cahaya Untuk 43 Lampu <i>Incandescent</i>	43
IV.1.2. Perhitungan Intensitas Cahaya Untuk Lampu Tabung <i>Flourescent</i> jenis PLE-U	44
IV.1.3. Kurva Hasil Pengamatan	46
IV.II. Hasil Perhitungan Energi/Kwh Dari Lampu	48
IV.II.I. Perhitungan Untuk Lampu <i>Flourescent</i> jenis PLE-U	48
IV.II.II. Perhitungan Untuk Lampu <i>Incandescent</i>	49
IV.III. Perbandingan	50

BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	51
	V.1. Kesimpulan.....	51
	V.2. Saran	52
DAFTAR PUSTAKA		53



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini terutama dalam bidang konversi energi listrik serta sejalan dengan kebijakan Pemerintah tentang konversi energi, maka selaku penyedia dan pengelola energi listrik di Indonesia yaitu Perusahaan Listrik Negara (PLN) agar melakukan suatu kegiatan ataupun penelitian untuk dapat mewujudkan konservasi energi khususnya dalam hal penggunaan lampu penerangan dengan sumber energi listrik.

Namun demikian jenis lampu penerangan yang ada di pasaran saat ini sangat bervariasi dari tipenya, mereknya, maupun kapasitasnya. Bahkan informasi yang diberikan oleh produsen yang tercantum dalam buku petunjuk (*name plate*) sering membingungkan konsumen / masyarakat atau malah bisa menyesatkan.

Hal tersebut disebabkan karena konsumen belum mengenal atau belum memahami apa yang dimaksud dengan lampu *flourescent* (lampu hemat energi). Konsumen cenderung memilih lampu yang murah dan mudah didapat di pasaran yaitu jenis *incandescent* (pijar), ini dikarenakan kurangnya informasi kepada masyarakat akan manfaat lampu hemat energi. Sehingga pada akhirnya pemahaman tentang pemilihan jenis produk dapat mempengaruhi beberapa aspek, antara lain aspek kapasitas daya terpasang, golongan tarif maupun aspek pengendalian dalam penggunaan ditinjau dari segi ekonomis.

I.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah diuraikan di atas, permasalahan yang akan ditinjau dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana menghitung intensitas cahaya dari lampu *incandescent* dan lampu *flourescent* model PLE - U.
2. Bagaimana menghitung kWh / energi yang dipakai dari lampu *incandescent* dan lampu *flourescent* model PLE - U.
3. Menghitung perbandingan biaya pemakaian dari lampu *incandescent* dan lampu *flourescent* model PLE - U.

I.3. Tujuan Penulisan

Adapun tujuan penulisan ini adalah :

1. Mengetahui intensitas dari lampu *incandescent* dan lampu *flourescent* model PLE - U.
2. Mengetahui kwh atau energi yang dipakai dari lampu *incandescent* dan lampu *flourescent* model PLE - U..
3. Mengetahui perbandingan biaya pemakaian dari lampu *incandescent* dan lampu *flourescent* model PLE - U.

I.4. Batasan Masalah

Dalam pembahasan tentang konservasi energi ini masalah yang dibahas hanya

1. Intensitas cahaya dari lampu *incandescent* dan lampu *flourescent* model PLE - U.
2. Kwh / energi yang dipakai dari lampu *incandescent* dan lampu *flourescent* model PLE - U.
3. Perbandingan biaya pemakaian antara lampu *incandescent* dan lampu *flourescent* model PLE – U.
4. Pada pembahasan ini penulis tidak membahas tentang perbaikan factor daya ($\cos \varphi$) pada lampu tabung *fluorescent*.
5. Penulis tidak melakukan pengujian terhadap umur atau ketahanan dari lampu dan juga tidak menghitung fluks cahaya lampu tetapi hanya mengambil *sample* dari *Catalogue Philip Lighting Lamp 2001*.
6. Penulis tidak membahas tentang jenis maupun cara pemasangan armatur lampu.

I.5. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini terdiri dari 5 (lima) bab, dengan urutan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah dan sistematika penulisan yang akan dibahas.

BAB II : LANDASAN TEORI

UNIVERSITAS MEDAN AREA Membahas tentang konservasi energi listrik, dasar-dasar

Document Accepted 11/12/23

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

teknik penerangan dan sumber-sumber cahaya

Access From (Repository.uma.ac.id)11/12/23

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

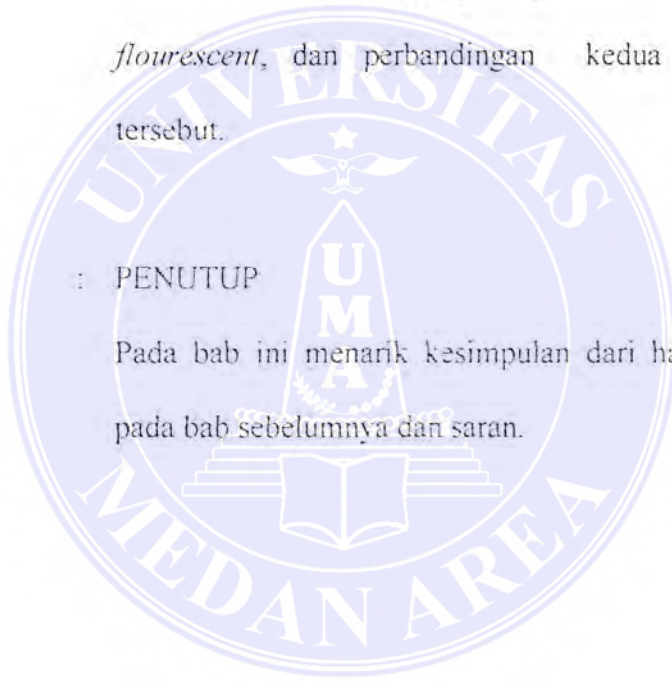
Membahas tentang data yang dibutuhkan, metode penyelesaian / yang digunakan dan hipotesis

BAB IV : ANALISA DAN PEMBAHASAN

Membahas tentang hasil yang diperoleh oleh lampu *incandescent*, hasil yang diperoleh oleh lampu *flourescent*, dan perbandingan kedua jenis lampu tersebut.

BAB V : PENUTUP

Pada bab ini menarik kesimpulan dari hasil penulisan pada bab sebelumnya dan saran.



BAB II LANDASAN TEORI

II.1. Tarif Dasar Listrik

Pemakaian sistem tenaga listrik ditentukan selain dari segi pemakaian juga ditentukan dari berapa besarnya daya yang terpasang pada setiap pelanggan yang menginginkan berapa besarnya daya yang ingin dipasang. Dimana dapat kita lihat pada TDL (Tarif Dasar Listrik) yang telah ditetapkan oleh pemerintah.

Tabel 2.1. Golongan Tarif Dasar Listrik

No.	Golongan Tarif TR/TM/TT	Batas Daya	Keterangan
1	S-1/TR	220 VA	Golongan tarif untuk keperluan pemakaian sangat kecil
2	S-2/TR	450 VA s/d 200 KVA	Golongan tarif untuk keperluan pelayanan sosial kecil sampai dengan sedang
3	S-3/TM	Diatas 200 KVA	Golongan tarif untuk keperluan pelayanan sosial besar
4	R-1/TR	450 VA s/d 2200 VA	Golongan tarif untuk keperluan rumah tangga kecil
5	R-2/TR	Diatas 2200 VA s/d 6600 VA	Golongan tarif untuk keperluan Rumah tangga menengah
6	R-3/TR	Diatas 6600 VA	Golongan tarif untuk keperluan rumah tangga besar
7	B-1/TR	450 VA s/d 2200 VA	Golongan tarif untuk keperluan bisnis kecil
8	B-2/TR	Di atas 14 KVA s/d 200 KVA	Golongan tarif untuk keperluan bisnis menengah
9	B-3/TR	Diatas 200 KVA	Golongan tarif untuk keperluan bisnis besar
10	I-1/TR	450 KVA s/d 14 KVA	Golongan tarif untuk keperluan industri kecil dan rumah tangga
11	I-2/TR	Diatas 14 KVA s/d 200 KVA	Golongan tarif untuk keperluan industri sedang

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

12	I-3/TM	Diatas 200 KVA	Golongan tarif untuk keperluan industri menengah
13	I-4/TT	30000 KVA keatas	Golongan tarif untuk keperluan industri besar
14	P-1/TR	450 VA s/d 200 KVA	Golongan tarif untuk keperluan kantor pemerintah sedang dan kecil
15	P-2/TM	Diatas 200 KVA	Golongan tarif pemerintah besar
16	P-3/TR		Golongan tarif untuk keperluan penerangan jalan umum
17	T/TM	Diatas 200 KVA	Golongan tarif untuk traksi diperuntukkan bagi perusahaan perseroan (PERSERO) PT. Kereta Api Indonesia
18	C/TM	Diatas 200 KVA	Golongan tarif curah untuk keperluan penjualan secara curah (Bulk) kepada pemegang nizin usaha ketenagalistrikan untuk kepentingan umum (PJUKU)
19	M/TR, TM/TT		Golongan tarif multiguna diperuntukkan hanya bagi pengguna listrik yang memerlukan pelayanan dengan kuantitas khusus dan yang karena berbagai hal tidak termasuk dalam ketentuan golongan tarif

Pemakaian sistem tenaga listrik kepada tingkat ekonomi dari masyarakat tersebut, bahkan berdasarkan atas besarnya yang dipasang pada tiap-tiap industri. Dari industri yang kehidupannya yang mewah biasanya pemakaiannya berbeda dengan rumah tangga karena daya yang terpasang juga berbeda.

Tabel 2.2. Golongan Tarif Dasar Listrik

No.	Golongan tarif	Komponen biaya	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4
1	B-1 450 VA	Biaya beban	16.954	17.960	18.967	20.086
		Biaya pemakaian				
		Blok 1: 0 – 30 kWh	207	219	231	245
		Blok 2 : < 30 kWh	308	327	345	36
	B-1 900 VA	Biaya beban	19.528	20.400	21.271	22.247
		Biaya pemakaian				
		Blok 1: 0 – 30 kWh	308	395	336	351
		Blok 2 : < 30 kWh	339	396	369	386
	B-1 1.300 VA	Biaya beban	23.320	23.925	24.531	25.237
		Biaya pemakaian				
		Blok 1: 0 – 30 kWh	385	395	405	417
		Blok 2 : < 30 kWh	386	396	406	418
	B-1 2.200 VA	Biaya beban	23.945	24.672	25.398	26.225
		Biaya pemakaian				
		Blok 1: 0 – 30 kWh	387	399	411	424
		Blok 2 : < 30 kWh	418	430	443	458
2	B-2 > 2.200 VA s/d 200 kVA	Biaya beban	25.003	25.830	26.656	27.582
		Biaya pemakaian				
		Blok 1: 0 – 30 kWh	426	440	454	469
		Blok 2 : < 30 kWh	447	462	476	493
3	B-3 > 200 kVA	Biaya beban	23.336	24.022	24.708	25.488
		Biaya pemakaian				
		Blok-WBP	Kx263	Kx374	Kx384	Kx396
		Lok – LWBP	363	374	384	396
		Biaya Kelebihan	494	509	523	540
		KWArh				

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (Repository.uma.ac.id)11/12/23

Keterangan :

Tahap 1 : untuk bulan Januari s/d Maret

Tahap 2 : untuk bulan April s/d Juni

Tahap 3 : untuk bulan Juli s/d September

Tahap 4 : untuk bulan Oktober s/d Desember

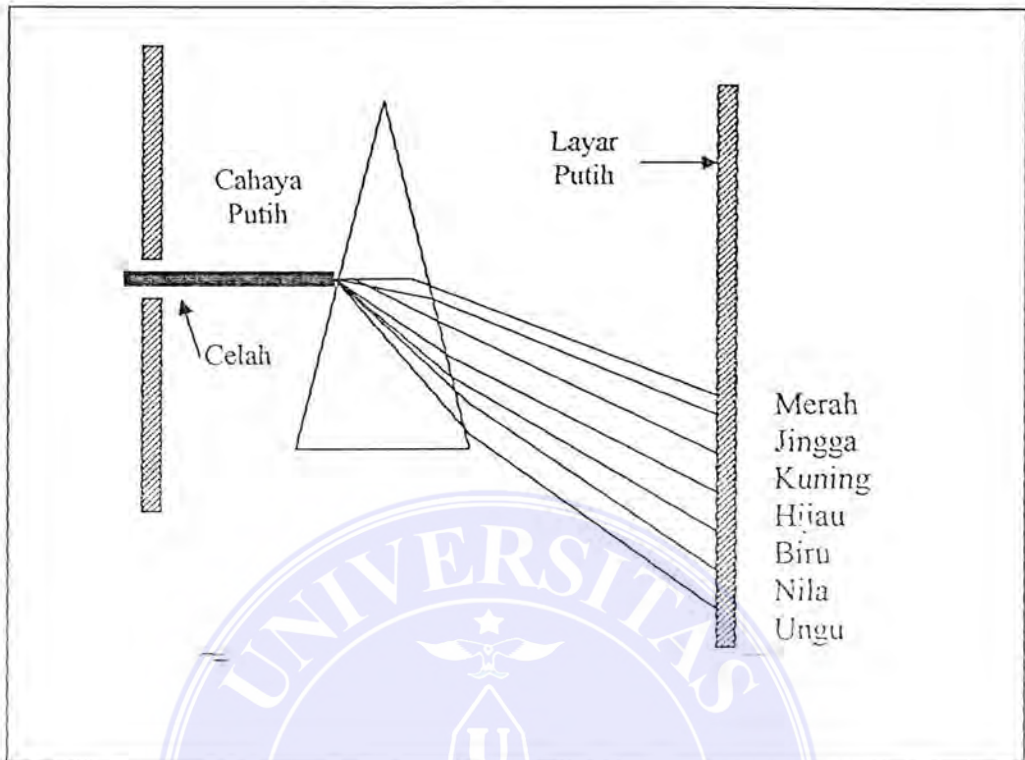
II.2. Dasar-Dasar Teknik Penerangan

II.2.1. Umum

Cahaya adalah suatu gejala fisis. Cahaya merupakan suatu bentuk energi yang diradiasikan atau dipancarkan dari sebuah sumber dalam bentuk gelombang dan merupakan bagian dari keseluruhan kelompok gelombang-gelombang elektromagnet. Sebagian dari energi ini diubah menjadi cahaya tampak. Jadi cahaya itu suatu gejala getaran.

Panjang gelombang adalah jarak antara puncak-puncak gelombang energi. Kita dapat memahami panjang gelombang (bukan gelombangnya) dalam suatu cara yang sama dengan suatu jarak antara gelombang-gelombang yang berurutan diatas laut. Sebagaimana akan kita lihat, masalah panjang gelombang penting sekali dalam menentukan jenis cahaya atau apakah gelombang sesungguhnya menyatakan diri sendiri sama sebagai cahaya.

Cahaya alam dari matahari atau lampu wolfram sering disebut cahaya putih dan terdiri dari campuran spectrum dari semua cahaya pelangi. Dari gambar dapat dilihat bahwa sinar-sinar cahaya yang meninggalkan prisma adalah dibelokkan.



Gambar 2.1. Spektrum Cahaya

Merah dibelokkan paling kecil dan violet paling besar, sehubungan dengan kecilnya panjang gelombang suatu satuan yang dikenal dengan mikro diberikan untuk frekuensi. Satu mikron sama dengan seper juta bagian dari satu meter atau dalam satuan internasional. Radiasi ultraviolet dan infra merah tidak dapat dilihat.

Panjang gelombang cahaya tampak berkisar antara 380-780 nm, dibagi lagi atas beberapa daerah panjang gelombang, setiap daerah memiliki suatu warna tertentu.

380 – 420 nm : Ungu

420 – 495 nm : Biru

495 – 566 nm : Hijau

627 – 780 nm : Merah

ini semua disebut dengan spektrum warna

II.2.2. Satuan-Satuan Dalam Penerangan

Sering kita mendengar, melihat dan membaca bahwa setiap besar-besaran yang ada biasanya memiliki satuan-satuan apalagi dalam bidang kelistrikan. Hal ini sangat berguna untuk menyatakan identitas dari suatu besaran dan untuk mempermudah dalam perhitungan. Begitu juga dalam teknik penerangan, ada beberapa besaran dan satuan yang penting dan biasa digunakan dalam teknik penerangan yaitu :

Satuan untuk intensitas cahaya	: kandela (cd)
Satuan untuk flux cahaya	: lumen (lm)
Satuan untuk intensitas penerangan atau iluminasi	: lux (lx)
Satuan untuk sudut ruangan adalah	: steradian (sr)

II.2.2.1. Steradian

Aliran cahaya atau Fluksi Iluminasi (F) yang dipancarkan oleh sumber diukur dalam lumen. Satu lumen adalah fluksi cahaya yang dipancarkan dalam sudut pejal satuan dari sebuah titik sumber sebesar 1 lilin. Sekarang ini satu radian dapat dipandang sebagai sudut yang dilingkupi oleh suatu busur yang sama dengan radius satuan r , misalkan panjang busur suatu lingkaran sama dengan jari-jarinya.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
Kasubditasmedan@uma.ac.id
Kasubditasmedan@uma.ac.id

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

sudut antara dua jari-jari ini disebut satu radian, disingkat *rad*.

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

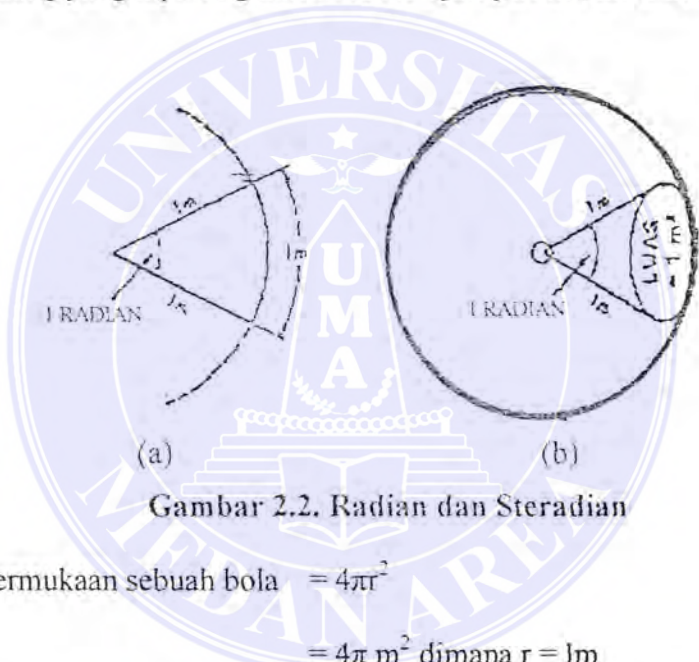
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (Repository.uma.ac.id)11/12/23

Karena keliling lingkaran sama dengan 2π x jari-jarinya, maka :

$$1 \text{ radian} = \frac{360^\circ}{2\pi} = 57,3^\circ \dots\dots\dots(2.1)$$

misalkan dari permukaan sebuah bola dengan jari-jari r ditentukan suatu bidang dengan luas r^2 . Kalau ujung suatu jari-jari kemudian menjalani tepi bidang itu, maka sudut ruang yang dipotong dari bola oleh jari-jari ini, disebut satu *steradian*.



Gambar 2.2. Radian dan Steradian

Karena luas permukaan sebuah bola = $4\pi r^2$
 $= 4\pi \text{ m}^2$ dimana $r = 1\text{m}$

maka jumlah sudut-sudut didalam sebuah bola dengan jari-jari 1 m adalah 4π , maka 4π lumen dipancarkan oleh sebuah sumber titik sebesar 1 lilin. Jumlah steradian suatu sudut ruang dinyatakan dengan lambang ω (omega).

II.2.2.2. Intensitas Cahaya

Kawat tahanan yang dialiri arus listrik akan berpijar dan memancarkan

cahaya. Sumber cahaya demikian, misalnya lampu pijar, dinamakan pemancar

cahaya. Sumber cahaya demikian, misalnya lampu pijar, dinamakan pemancar

cahaya. Sumber cahaya demikian, misalnya lampu pijar, dinamakan pemancar

cahaya. Sumber cahaya demikian, misalnya lampu pijar, dinamakan pemancar

cahaya. Sumber cahaya demikian, misalnya lampu pijar, dinamakan pemancar

radiasinya tidak merata. Jumlah energi radiasi yang dipancarkan sebagai cahaya ke suatu jurusan tertentu disebut intensitas cahaya dan dinyatakan dalam satuan kandela (cd), dengan lambang I.



Gambar 2.3. Intensitas Cahaya

II.2.2.3. Luminasi

Luminasi adalah suatu ukuran terang benda dengan satuan Candela per meter kwadrat atau cd/m^2 .

Luminasi suatu sumber cahaya adalah intensitas cahaya didalam sebuah permukaan semu, diperoleh :

$$L = \frac{I}{As} (\text{cd/m}^2) \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

As = Luas Permukaan Semu (m^2)

I = Intensitas Cahaya (Candela)

L = Luminasi (cd/m^2)

Luas permukaan semua adalah luas proyeksi sumber cahaya pada suatu bidang rata yang tegak lurus pada arah pandang.

Luminasi terlalu besar akan menyilaukan mata, misalnya lampu pijar tanpa armatur, dimana faktor refleksi juga turut menentukan besar luminasi.

II.2.3. Syarat – Syarat Penerangan yang Baik

Penerangan yang baik erat hubungannya dengan suatu keberhasilan karena dapat meningkatkan efektifitas kerja ditinjau dari segi teknis ada beberapa syarat yang harus dipenuhi untuk mendapatkan penerangan yang baik, yaitu :

1. Kuat Penerangan
2. Keseragaman Kuat Penerangan
3. Faktor refleksi
4. Faktor absorpsi
5. Faktor tranmisi
6. Indeks ruangan

II.2.3.1. Kuat Penerangan

Kuat penerangan atau iluminasi adalah jumlah fluks cahaya yang jatuh pada bidang datar. Satuan dari iluminasi adalah Lux dilambangkan dengan E. Maka intensitas penerangan pada bidang tersebut adalah :

$$E = \frac{\phi}{A} \dots \dots \dots (2.3)$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

Maka diperoleh

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (Repository.uma.ac.id)11/12/23

$$\phi = E \times A \text{ (lm)} \dots \dots \dots (2.4)$$

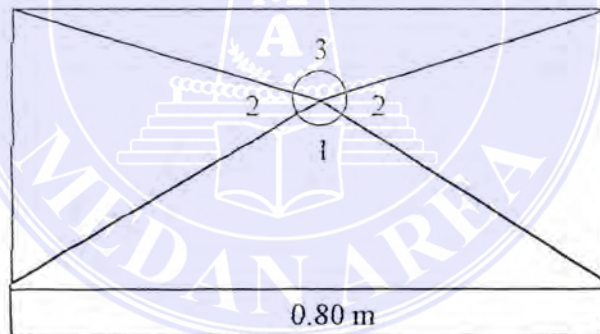
Dimana :

E = Intensitas penerangan

A = Luas bidang kerja

ϕ = Kuat cahaya

Iluminasi pada suatu bidang kerja akan berbeda antara suatu titik dengan titik yang lainnya. Dari persamaan (2.4) akan memberi harga rata-rata iluminasi bidang kerja. Iluminasi harus ditentukan sesuai dengan tempat kerja. Bidang kerja umumnya diambil dari 80 cm dari atas lantai dapat berupa meja atau bangku kerja atau juga suatu bidang datar hayalan.



Gambar 2.4 Pembagian fluks cahaya dalam ruangan

Keterangan gambar :

1. langsung kebidang kerja
2. pemantulan kedinding
3. pemantulan kelangit-langit

Fluks cahaya yang dipantulkan tidak semua mencapai bidang kerja, sebagian akan terpancar ke dinding dan kelangit-langit. Untuk menentukan fluks cahaya harus diperhitungkan efisiensi dengan memperhatikan persamaan berikut :

$$\eta = \frac{\phi_g}{\phi_o} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

$$\Phi_g = E \times A \text{ (lm)} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

Φ_g = Fluks cahaya yang mencapai bidang kerja setelah dipantulkan kelangit -langit

Φ_o = Fluks cahaya yang dipancarkan oleh semua sumber cahaya dalam ruangan

Dari persamaan (2.2.) dan (2.3) didapat besar fluks cahaya :

$$\phi_o = \frac{E \cdot A}{\pi} \text{ (lm)} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

A = luas bidang kerja (m^2)

E = Kuat penerangan

Intensitas penerangan yang diperlukan suatu ruangan dapat dilihat pada tabel penerangan yang terdiri atas penerangan yang baik dan sangat baik seperti terlihat pada lampiran.

II.2.3.2. Keseragaman Kuat Penerangan

Karena fluks cahaya yang digunakan lampu tidak semuanya mencapai bidang kerja maka harus diusahakan penyebaran cahaya yang dipancarkan oleh lampu dapat menerangi bidang kerja secara merata. Sehingga tidak terdapat suatu bagian permukaan terlalu terang dan ada bagian yang terlalu gelap.

Untuk memperoleh keseragaman iluminasi harus diperhitungkan jarak sumber cahaya dengan bidang kerja, sumber cahaya satu dengan yang lainnya dan efisiensi penerangan. Keseragaman iluminasi yang baik diperoleh dengan menyamakan jarak antara sumber cahaya kesumber cahaya lainnya.

Efisiensi penerangan yang baik juga memberikan keseragaman iluminasi yang baik pula. Untuk menentukan efisiensi penerangan harus diperhitungkan :

1. Faktor refleksi dinding (r_w), langit-langit (r_p), dan bidang pengukuran (r_m)
2. Indeks ruangan (K)
3. Faktor depresiasi atau penyusutan (\hat{c})

II.2.3.3. Faktor Refleksi (r)

Fluks cahaya yang diterima oleh dinding dan langit-langit akan dipantulkan kebidang kerja, masing-masing dinyatakan dengan faktor refleksi r_w dan r_p .

Faktor refleksi semua bidang pengukuran atau bidang kerja r_m ditentukan oleh refleksi lantai dan refleksi bagian dinding antara bidang kerja dan lantai, umumnya nilai r_m sebesar 0.1.

UNIVERSITAS MEDAN AREA **Langit-langit dan langit-langit pada sistem penerangan langsung juga**

Document Accepted 11/12/23

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

lebih kecil jika dibandingkan dengan sistem penerangan lainnya.

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (Repository.uma.ac.id)11/12/23

Faktor refleksi tidak hanya ditentukan oleh bahannya tetapi turut ditentukan juga oleh warna cahaya yang menyinarinya. Karena itu tabel refleksi selalu mencantumkan faktor refleksi permukaan, seperti terlihat pada lampiran.

Jadi refleksi adalah pemantulan cahaya yang mengenai satu bidang permukaan. Bagian fluks cahaya yang dipantulkan ditentukan oleh faktor refleksi suatu permukaan, yaitu :

$$r = \frac{\text{Fluks cahaya yang dipantulkan}}{\text{Fluks cahaya yang mengenai permukaan}} \dots\dots\dots (2.8)$$

Jumlah cahaya yang dipantulkan tidak ditentukan oleh mengkilatnya suatu permukaan bahan, untuk langit-langit dan dinding berwarna terang akan memantulkan 50 – 70 % cahaya, sedangkan warna gelap akan memantulkan 10-20 % cahaya.

II.2.3.4. Faktor Absorpsi (δ)

Jika suatu cahaya mengenai suatu permukaan maka sebagian dari cahaya tersebut diserap oleh permukaan tersebut. Jumlah cahaya yang diserap tergantung dari warna permukaan suatu bidang, dimana permukaan yang gelap akan menyerap banyak cahaya permukaan yang terang, biasanya warna muda atau putih.

Bagian fluks cahaya yang diserap oleh permukaan ditentukan oleh faktor absorpsi permukaan, yaitu :

$$\delta = \frac{\text{Fluks cahaya yang diserap}}{\text{Fluks cahaya yang mengenai permukaan}} \dots\dots\dots (2.9)$$

II.2.3.5. Faktor Transmisi (t)

Cahaya akan mengalami transmisi apabila cahaya yang mengenai suatu permukaan yang menembus bidang permukaan tersebut. Transmisi yang dilakukan oleh sumber cahaya tergantung dari bahan permukaannya. Pada permukaan kaca yang bersih atau bahan-bahan transparan akan terjadi transmisi teratur yaitu sinar cahaya yang masuk sejajar dengan sinar cahaya yang keluar.

Bagian fluks cahaya yang dapat menembus suatu permukaan ditentukan oleh faktor transmisi suatu bahan yaitu :

$$t = \frac{\text{Fluks cahaya yang dapat menembus}}{\text{Fluks cahaya yang diserap}} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dari penjelasan diatas, apabila fluks cahaya yang dipantulkan diserap dan menembus suatu permukaan maka akan sebanding dengan fluks cahaya sumbernya, maka :

$$r + \hat{a} + t = 1$$

Untuk permukaan gelap, cahaya tidak ditransmisikan, maka diperoleh $t = 0$ sehingga :

$$r + \hat{a} = 1$$

Dimana :

r = faktor refleksi

\hat{a} = faktor absorpsi

II.2.3.6. Indeks Ruang (K)

Indeks ruang menyatakan bentuk geometri ruang, yaitu :

$$K = \frac{p \times l}{h(p+l)} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana :

p = panjang ruangan (m)

l = lebar ruangan (m)

h = tinggi sumber cahaya (m)

Jika nilai K yang diperoleh tidak terdapat dalam tabel-tabel penerangan maka efisiensi penerangannya dapat ditentukan dengan interpolasi. Misalnya, Untuk K = 4,5 maka nilai efisiensi kita ambil nilai tengah yaitu nilai K = 4 atau K = 5,

Untuk K \geq 5 rendemennya diambil dari nilai K = 5, sebab untuk harga K diatas 5 efisiensi penerangannya hampir tidak berubah lagi.

II.2.3.7. Faktor Defresiasi

Faktor defresiasi dapat ditentukan dengan persamaan :

$$\partial = \frac{E \text{ dalam keadaan pakai}}{E \text{ dalam keadaan baru}} \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana : E = intensitas penerangan

Faktor defresiasi dapat juga dilihat pada tabel-tabel, dimana ada terdapat tiga golongan, yaitu :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip Sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

c. Pengotoran berat

Masing-masing golongan terbagi atas tiga bagian dan ini tergantung dari masa pemeliharaan lampu dan armaturnya setelah 1,2 atau 3 tahun.

Jika tingkat pengotoran diketahui, digunakan faktor defresiasi, selain dari pengotoran, usia lampu juga diperkirakan dalam faktor defresiasi. Untuk lampu TL diperhitungkan 1500 jam kerja pertahun.

Tabel-tabel yang terlampir memperlihatkan efisiensi penerangan untuk suatu armatur. Jenis lampu dan ruangan tertentu yang berlaku bagi instalasi baru.

II.2.4. Armatur

Sumber cahaya modern memiliki lumunasi yang besar sehingga cahaya langsung dari sumber akan menyilaukan penglihatan. Untuk itulah digunakan armatur. Armatur berfungsi untuk melindungi sumber cahaya dan mengarahkannya secara tepat.

Pemilihan armatur yang sesuai dengan sumber cahaya dan jenis sistem penerangannya selain mengurangi kesilauan juga memberi kesan indah dari segi arsitekturnya.

Menurut PUL 1987 ayat 510.G.1.1. tentang bahan dan konstruksi armatur penerangan, disebutkan bahwa armatur terbuat dari logam, kayu atau bahan yang diijinkan dan dibuat sedemikian rupa sehingga terjamin kekuatan mekaniknya.

Untuk mendapatkan penyebaran cahaya yang baik selain tergantung pada

UNIVERSITAS MEDAN AREA
 Cara lain mencakup :

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Cara pemasangan pada dinding dan langit-langit

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

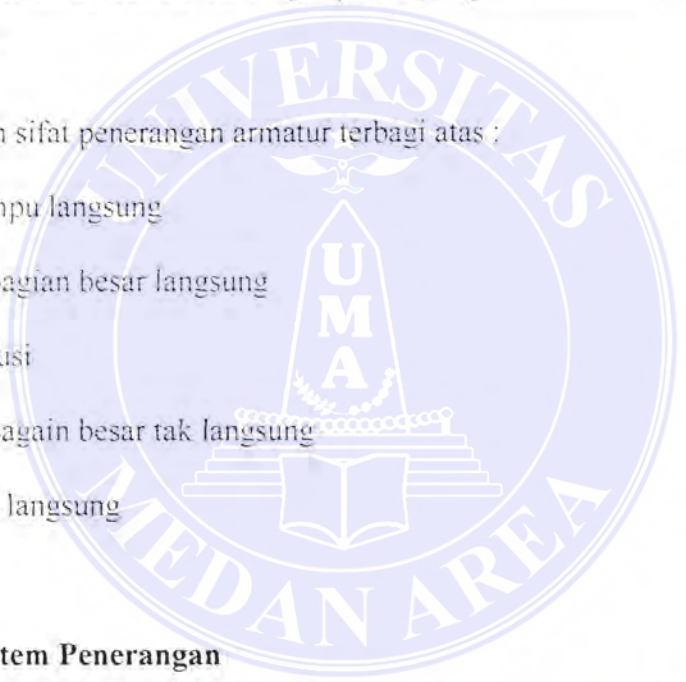
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

2. Cara pemasangan fitting dalam armatur
3. Perlindungan sumber cahaya
4. Penyebaran cahaya

Bentuk sumber cahaya dan armatur harus sesuai agar tidak menyilaukan mata, dan bayang-bayang tidak boleh terlalu tajam, dan juga konstruksi armatur harus bisa mensirkulasi udara secara baik agar panas yang ditimbulkan sumber cahaya dapat terbuang.

Berdasarkan sifat penerangan armatur terbagi atas :

1. Armatur lampu langsung
2. Armatur sebagian besar langsung
3. Armatur difusi
4. Armatur sebagian besar tak langsung
5. Armatur tak langsung



II.2.5. Jenis Sistem Penerangan

Sebagian besar dari cahaya yang ditangkap oleh penglihatan tidak datang langsung dari sumber cahaya, tetapi setelah dipantulkan oleh lingkungan. Penyebaran cahaya tergantung pada konstruksi sumber cahaya dan armatur yang digunakan.

Untuk itu sistem penerangan dapat dibedakan atas :

Sistem Penerangan	Langsung Kebidang Kerja
1. Penerangan langsung	90 – 100 %
2. Sebagian besar penerangan langsung	60 – 90 %
3. Penerangan campuran atau difusi	40 – 80 %
4. Sebagian besar penerangan tak langsung	10 – 40 %
5. Penerangan tak langsung	0 – 10 %

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Ditangguhkan

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mengaitkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 11/12/23



Sistem penerangan langsung mempunyai efisiensi yang sangat baik. Dimana cahaya yang dihasilkan seluruhnya diarahkan kebidang kerja. Faktor langit-langit tidak begitu terpengaruh, kekilangan sistem ini adalah menimbulkan bayangan yang tajam, tetapi ini dapat diatasi dengan menggunakan lampu tabung atau TL. Penerangan langsung ini digunakan pada rumah sakit, perbengkelan, pabrik, dan perkantoran yang menginginkan efisiensi yang baik.

Sistem penerangan sebagian besar langsung juga memiliki efisiensi yang baik, pembentukan bayangannya agak berkurang. Sejumlah kecil cahaya yang dipancarkan keatas kemudian dipantulkan oleh langit-langit, sistem penerangan ini banyak oleh perumahan, dan gedung.

Sistem penerangan difusi mempunyai efisiensi dibawah sistem penerangan langsung dan sebagian besar tak langsung. Sebahagian dari cahayanya diarahkan ke dinding dan langit-langit. Pembentukan bayangan banyak berkurang, Penerangan ini banyak digunakan pada ruangan perkantoran dan ditempat kerja.

Sistem penerangan sebagian besar tak langsung banyak digunakan pada rumah sakit, ruang baca, pertokoan, dan ruang tamu. Bayangan yang timbul hanya sedikit, sebagian besar cahaya diarahkan keatas. Karena itu langit-langit dan dinding harus diberikan warna terang.

Pada sistem penerangan tidak langsung, cahaya dipantulkan oleh langit-langit dan dinding. Warna langit-langit dan dinding harus terang sehingga bayangan-

bayangan samudra lagi. Penerangan tak langsung antara lain digunakan

II.3. Sumber-Sumber Cahaya

II. 3. 1. Umum

Sejarah perkembangan perlampuan bermula pada puluhan abad yang lalu dari suatu penemuan manusia yang membutuhkan penerangan (cahaya buatan). Untuk malam hari dengan cara menggosok-gosokkan batu hingga mengeluarkan api / cahaya, kemudian dari api dikembangkan dengan membakar benda-benda yang mudah menyala hingga membentuk sekumpulan cahaya dan seterusnya sampai ditemukan bahan bakar minyak dan gas yang dapat digunakan sebagai bahan penyalaan untuk lampu obor, lampu minyak maupun gas. Teknologi berkembang terus dengan ditemukan lampu listrik oleh Thomas Alfa Edison pada tanggal 21 Oktober 1879 di laboratorium Edison Menlo Park, Amerika. Prinsip kerja dari lampu ini adalah dengan cara menghubungkan singkat listrik pada *filamen carbon* (c) sehingga terjadi arus hubung singkat yang mengakibatkan timbulnya panas. Panas yang terjadi dibuat hingga suhu tertentu sampai mengeluarkan cahaya dan cahaya yang didapat pada waktu itu baru mencapai 3 lumen / w.

Baru lima puluh tahun kemudian, tepatnya tahun 1933 *filamen carbon* diganti dengan *filamen tungsten* atau *wolfram* yang dibuat membentuk lilitan kumparan sehingga dapat meningkatkan efisiensi lampu menjadi ± 20 lumen/w. sistem pembangkitan cahaya buatan ini dibuat sistem pemijaran (*incandescent*). Revolusi teknologi perlampuan berkembang dengan

UNIVERSITAS MEDAN AREA pertama kali digunakan lampu luah (*discharge*)

Document Accepted 11/12/23

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

tegangan tinggi Prinsip kerja dari lampu ini menggunakan emisi – elektron

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (Repository.uma.ac.id)11/12/23

yang bergerak dari katoda menuju anoda pada tabung lampu akan menumbuk atom-atom media gas yang ada di dalam tabung, akibat tumbukan akan menjadi pelepasan energi dalam bentuk cahaya. Sistem pembangkitan cahaya buatan disebut *Luminescence* (berpendarnya energi cahaya keluar tabung).

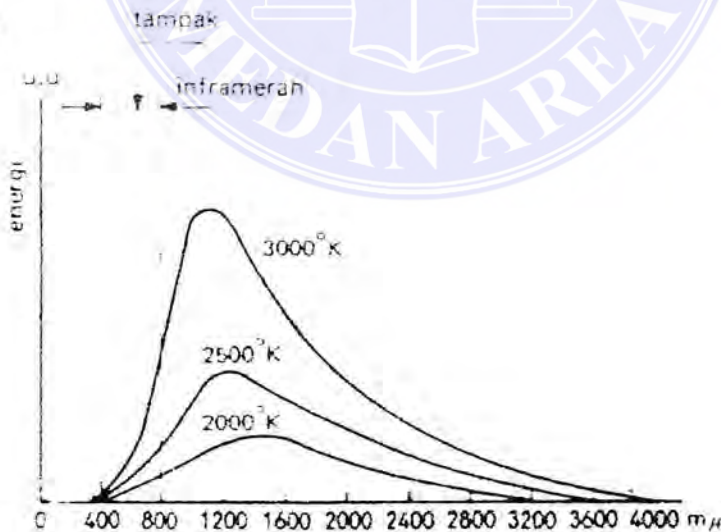
Pada tahun 1932 ditemukan lampu dengan menggunakan media gas yaitu lampu luah dengan menggunakan gas sodium tekanan rendah. Kemudian pada tahun 1939 lampu gas itu dikembangkan menjadi lampu *flourescen* atau yang lebih dikenal dengan nama lampu neon. Tahun 1965 lahirlah lampu *sodium* tekanan tinggi yaitu lampu sorot campuran *halogen* dengan *iodine* yang dapat meningkatkan efisiensi lampu di atas 50 lumen / watt. Prinsip emisi lampu ini lebih tinggi dibanding dengan prinsip pemijaran, hal ini jelas karna rugi energi listrik yang diubah menjadi energi cahaya melalui emisi elektron dapat dihemat dibanding dengan cara pemijaran dimana energi listrik yang diubah menjadi energi cahaya banyak yang hilang terbuang menjadi energi panas (sebelum menjadi energi cahaya).

Sedangkan untuk sistem penerangan dekade 90-an yang banyak digunakan oleh masyarakat umum saat ini adalah jenis lampu *flourescen* kompak model SL dan PL dan lampu ini yang dikenal dengan lampu hemat energi.

II.3.2. Lampu Pijar (*Incandescent Lamp*)

Cahaya lampu pijar dibangkitkan dengan mengalirkan arus listrik dalam suatu kawat halus. Dalam kawat ini energi listrik diubah menjadi panas dan cahaya. Arus listrik dalam kawat pijar ialah gerakan elektron-elektron bebas. Karena gerakan elektron-elektron ini terjadi benturan-benturan dengan elektron-elektron yang terikat pada inti atom.

Elektron-elektron terikat bergerak dalam orbit-orbit tertentu mengitari inti atom. Kalau terjadi benturan dengan sebuah elektron bebas, sebuah elektron terikat dapat meloncat keluar orbitnya dan menepati orbit lain yang lebih besar, dengan energi yang lebih besar pula. Kalau kemudian elektron ini meloncat kembali ke orbit semula, kelebihan energinya akan menjadi bebas dan dipancarkan sebagai cahaya atau panas, tergantung pada panjang gelombang



Gambar 2.5. Grafik energi panjang gelombang kawat wolfram pada beberapa suhu

Gambar grafik di atas menunjukkan hubungan antara panjang gelombang dan energinya, dimana panjang gelombang kawat *wolfram* untuk beberapa suhu dinyatakan dalam derajat Kelvin. Kalau suhunya ditingkatkan, panjang gelombang akan bergeser, maksimum grafiknya akan bergeser ke arah gelombang yang lebih pendek, jadi ke arah ungu.

Seperti terlihat pada gambar 2.5, supaya sebuah lampu pijar dapat memancarkan sebanyak mungkin cahaya tampak, suhu kawat pijarnya harus ditingkatkan setinggi mungkin. Tentu saja suhu ini tidak dapat melebihi titik lebur bahan kawat pijarnya. Sebagai kawat pijar umumnya digunakan kawat *wolfram*. *Wolfram* ini memiliki titik lebur tinggi, yaitu 3655°K . Jadi suhu kawat pijarnya harus berada di bawah suhu ini.

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

Setelah dipakai sekian lama, fluk cahaya lampu pijar akan menurun. Karena penguapan, luas penampangnya kawat pijarnya akan berkurang, sehingga tahanan listriknya akan meningkat. Jadi arus listriknya akan berkurang, sehingga sebagian bolanya akan menjadi hitam. Cahaya yang

UNIVERSITAS MEDAN AREA dipancarkan lampu pijar memiliki spektrum kontinu, kuantitas cahaya dari

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

masing-masing warna yang dipancarkan tergantung pada suhu kawat

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (Repository.uma.ac.id)11/12/23

pijarnya. Kalau suhunya rendah, seperti pada lampu-lampu pijar jaman dahulu, warna-warni kuning dan merah akan lebih menonjol, jadi warna pijarnya menjadi lebih putih.

Lampu-lampu pijar kebanyakan dilengkapi dengan sepotong kawat monel yang dipasang di dalam lampu, seri dengan kawat-kawat penghubung. Kawat monel ini berfungsi sebagai pengaman lebur, jadi kalau terjadi gangguan hubung singkat di dalam lampu, kawat monel ini akan lebur, sehingga pengaman instalasinya tidak sampai merusak.

II.3.2.1. Lampu Pijar Benang Arang



Gambar 2.6. Lampu Benang Arang

Lampu pijar pertama dibuat oleh Thomas Alva Edison pada tahun 1879. Pada waktu yang sama, Swan di Inggris juga mencapai hasil yang kira-kira sama. Lampu-lampu pertama itu menggunakan benang arang sebagai kawat pijar. Suhunya mencapai 2000°C , cahaya yang dipancarkan kemerah-

UNIVERSITAS MEDAN AREA
 shehan, dan Nurahyana spesifiknya 3 lm/w. Karena menggunakan benang

Document Accepted 11/12/23

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

arang lampu-lampu ini memiliki koefisien suhu negatif.

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
 Access From (Repository.uma.ac.id)11/12/23

II.3.2.2. Lampu Pijar Kawat *Wolfram*



Gambar 2.7. Lampu Vakum Kawat Wolfram

Pada tahun 1910 lembaga penelitian Coolidge di Amerika berhasil membuat kawat pijar dari *Wolfram*. Suhu kawat pijar ini mencapai kira-kira 2200°C . cahaya sedikit lebih putih daripada cahaya lampu benang arang. fluks cahaya spesifiknya 8 lm/w.

II.3.2.3. Lampu Pijar Berisi Gas



Gambar 2.8. Lampu Berisi Gas

Lampu ini diisi dengan gas sampai tekanan kira-kira 1 atm untuk

UNIVERSITAS MEDAN AREA

mengurangi penguapan kawat pijarnya. Kecepatan menguapnya menjadi 1/50

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

kali. Kecepatan menguap dalam vakum

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)11/12/23

Akan tetapi gas yang diisikan itu juga mendinginkan kawat pijarnya, karena itu digunakan kawat spiral. Penemu kawat pijar spiral ini adalah Langmuir, juga seorang berkebangsaan Amerika.

Lampu berisi gas dengan kawat pijar spiral yang pernah terkenal ialah lampu Arga. Suhu kawat pijar lampu ini $2400 - 2700^{\circ}\text{C}$. Cahayanya lebih putih lagi dari pada cahaya lampu vakum kawat *wolfram*, dan fluk cahaya spesifiknya 12 lm/w.

II.3.2.4. Lampu Pijar Bi-Arlita



Gambar 2.9. Lampu Bi-arlita

Lampu pijar ini menggunakan kawat pijar spiral ganda, dengan menggunakan kawat pijar fluk cahaya spesifiknya dapat ditingkatkan lagi menjadi 14 lm/w. suhu kawat pijarnya $2400 - 2700^{\circ}\text{C}$, yaitu sama dengan suhu kawat pijar lampu Arga. Jadi cahaya juga seputih cahaya lampu Arga, sedangkan untuk mengurangi silau sebelah dalam bola lampu ini

11.3.2.5. Lampu Pijar Argenta



Gambar 2.10. Lampu Argenta

Bagian dalam lampu ini diberi lapisan serbuk putih, sehingga cahayanya lebih merata, mengurangi silau dan bayang-bayang di atas bidang kerja.

11.3.2. Lampu Tabung Fluorescent

Jenis lampu tabung *fluorescent* atau dikenal juga dengan lampu neon termasuk ke dalam kategori lampu hemat energi. Sekarang ini yang sedang populer dan giat-giatnya dipublikasikan oleh para produsen perlampuan adalah lampu *fluorescent* model SL dan PL.

Lampu model SL dan PL pada prinsipnya secara teknis sama dengan model lampu *fluorescent* biasa, yaitu efisiensi lampu berkisar 60 lumen/watt, hanya keistimewaannya mempunyai bentuk yang ringkas, tidak memanjang, komponen elektrisnya yang terdiri dari *ballast*, *capasitor*, dan *starter* terpadu dalam suatu kesatuan dalam sebuah lampu dan disebut modal SL.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
Sedangkan model PL untuk komponen elektrisnya terpisah dari lampu. Bentuk

Document Accepted 11/12/23

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

kaki lampu dibuat sama seperti pada kaki lampu pijar yaitu dengan sistem

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

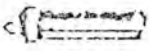
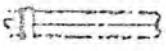
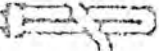
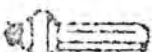

Access From (repository.uma.ac.id)11/12/23

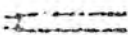
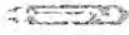



ulir dengan ukuran standar E.27. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan pergantian pada lampu pijar diubah menjadi lampu *flourescent*. Ada juga lampu *flourescent* model ring yang kaki lampunya diubah seperti lampu pijar, yaitu sistem ulir ukuran standar E.27.







Renderasi warna (*colour rendering*) dapat dipilih berbagai macam sesuai yang diinginkan oleh konsumen. bila diinginkan warna cahaya seperti lampu pijar maka dapat dipilih dengan indeks renderasi warna yang tinggi, karena warna pada lampu pijar adalah warna standar acuan yang mendekati warna cahaya dengan spektrum yang lengkap seperti pada sinar matahari.






Selain itu bila diinginkan warna cahaya lain seperti warna *white*, *cool white*, *day light*, dan lain-lain maka hal ini lebih dimungkinkan di dapat pada lampu *flourescent* dibanding lampu pijar yang hanya mempunyai satu jenis redensi warna. Umur lampu *flourescent* adalah 8000 jam, lebih lama dibandingkan dengan umur lampu pijar yang hanya 1000 jam.

Tabel 2.3. Data Mengenai Berbagai Jenis Lampu

Gambar	Penjelasan	Peme- Gang lampu	Tegangan	Konsumsi		Kuat- cahaya Lumen	Sudut Penyi- naran	Umur Jam
				Daya tanpa trafo W	Dengan trafo W			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Fluoresen (TL)	G 23	220-230	5	10	250		5000
	Kompak			7	11	400		
	Subular			9	13	600		
	Standar			11	15	900		
	Fluoresen	G 24 d-1	220-230	10	15	800		6000
	Kompak			13	17	900		
	Tabular			18	24	1200		
	Ganda			26	34	1800		
	Fluoresen		220-230	30	30	1200		5000
	Kompak			35	35	1800		
	Tubular Panjang			46	46	2900		
	Fluoresen kompak	E 27	220-230		7	450		6000
	Turbular lengkap				11	650		
	Dengan ballas				15	900		
					20	1200		
	Turbular lengkap	E 27	220-230		9	400		5000
	dgn balast dan				13	600		
	tabung gelas				18	900		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Lampu Fluoresen Tubular	G 13	220-230	18	30	1000		5000	
						1450			
						1050			
					36	46	2350		
							3450		
							2500		
					58	71	3750		
						5400			
						4000			
	Metal Halide Tubular	G 12	220-230	39	48	2400		6000	
				75	88	5200			
				150	170	12000			
	Metal Halide dgn ujung ganda	R 7s		75	88	5000			
				150	170	11250			
	Sodium berte kanan tinggi	PG 12	220-230	32	41	1300		15000	
				53	65	2300			
				100	130	4800			
		E 27	220-230	50	62	3500			
				70	83	5600			
	Lampu merkuri tekanan tinggi	E 27	220-230	50	59	2000		15000	
				80	89	4000			
		E 27	220-230	50	56	1600			
				125	137	6500			
				80	89	3000			

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Dengan reflektor	E 27	220-230	160		250		
	GLS (General Service Lamp)	E 27	220-235	60		730		1000
				76		960		
				100		1380		
				150		2220		
				200		3150		
	Lampu pijar bagian atas dilapisi perak/emas	E 27	220-235	40		300		
				60		500		
	Flame lustre	E 17	220-235	40		400		1000
	Flame lustre dgn reflektor	E 14	220-235	40		320		
	Lampu Globe	E 27	220-235	40		330		1000
				60		630		
		E 27	220-230	40		290		
				60		490		
				100		890		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		E 27	220-230	40		300			
				60		550			
				100		950			
		E 27	220-230	100		990			
	Lampu globe dgn reflektor	E 27	220-230	60		380			
				100		735			
		E 27	220-230	40		390			
				60		760			
	Lampu reflektor	E 27	220-230	40		340	35°/70°		
				60		650			
		E 27	220-230	40		320	80°		
					60		530		
					75		730		
					100		1080		
		E 27	220-230	75		960	35°		
				100		1030			
				150		1520			
	Lampu reflektor dgn gelas cetakan	E 27	220-230	60	600	600	12°/30°		
					80	800	800		
					120	1200	1200		
			E 27	220-230	1200	1200	1200	12°/30°	

II.3.2.1. Bentuk Tabung Flourescent

Bentuk standar tabung *flourescent* dipasarkan oleh Philips dengan kode TL. Diameter tabungnya 38 mm, panjangnya tergantung pada daya tabung. Sebelah dalam tabung diberi lapisan serbuk *flourescent*. Pada setiap ujung tabung terdapat sebuah elektroda, elektroda ini terdiri dari kawat pijar dari iwolfram dengan sebuah *cmitter* untuk memudahkan cmisi elektron-elektron.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Tabung *flourescent* diisi dengan uap air raksa dan gas mulia argon. Juga

Document Accepted 11/12/23

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

dalam keadaan tekanan uap air raksa dalam tabung sangat rendah. Uap air

1. Dilarang Mengunduh atau menyalin kembali ke media elektronik

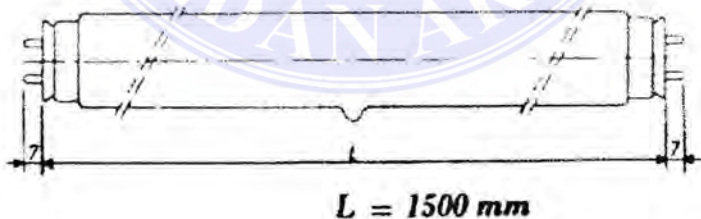
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)11/12/23

raksa ini memancarkan sinar ultra ungu dengan panjang gelombang 253,7 nm. Sinar ini diserap oleh serbuk *flourescent* dan diubah menjadi cahaya tampak. Dalam tabung selalu ada kelebihan air raksa cair. Karena itu tekanan uap air raksa dalam tabung selalu sama dengan tekanan uap air raksa jenuh, yang ditentukan oleh suhu tabung ditempat yang lebih dingin. Suhu ini disebut suhu kerja, dan kira-kira sama dengan 40°C.

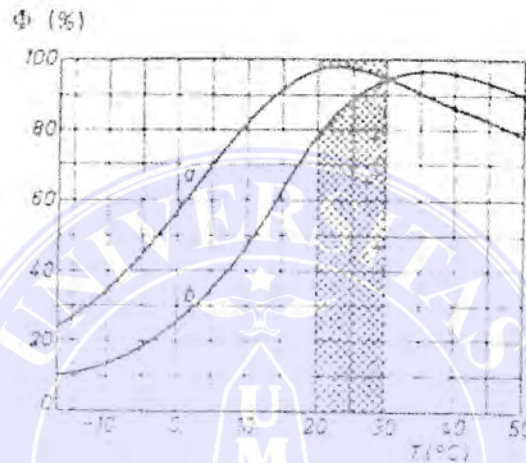
Ukuran tabung harus sedemikian rupa, sehingga suhu 40°C ini dapat ditahankan pada suhu keliling 25°C. Untuk tabung-tabung dengan daya besar, agak sulit untuk mempertahankan suhu kerja yang sedemikian rendah. Karena itu tabung TL 125 W diberi tonjolan didindingnya (Gambar 2.11). Suhu ditonjolan ini lebih rendah daripada suhu dibagian lain dari tabung.



Gambar 2.11. Tabung Lampu TL

Perubahan suhu keliling sangat mempengaruhi suhu kerja tabung, dan juga elemennya, seperti terlihat pada grafik gambar 2.12. Kalau suhu kelilingnya rendah, rendamennya akan sangat menurun.

tergantung pada suhunya. Air misalnya akan mendidih pada suhu 100°C dan tekanan 1 atm. Tetapi dalam sebuah ketel uap suhunya akan melebihi 100°C kalau tekanan uapnya melebihi 1 atm.



Gambar 2.12. Pengaruh suhu keliling atas flux cahaya sebuah tabung TL di :

- a. Udara diam
- b. Udara dengan sirkulasi tinggi

II.3.2.2. Jenis Lampu Tabung *Flourescent*

II.3.2.2.1. *Flourescent* Model TL (*Tabular Lamp*)

Lampu model ini dipasarkan oleh Philip dengan kode TL, diameter tabungnya 38 mm, sedangkan panjangnya tergantung pada daya tabung lampu. Jenis ini termasuk lampu hemat energi dan mempunyai ketahanan/usia sampai dengan 8000 jam. Adapun kelemahan dari lampu ini banyak memakan tempat dan kurang ideal digunakan untuk ruangan-ruangan kecil.



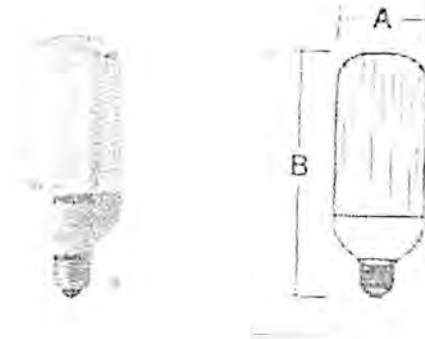
Gambar 2.13. Lampu Tabung *Flourescent* Model TL

II.3.2.2.2. *Flourescent* Model SL E (*The SL Elektronik*)

Lampu jenis ini dapat menghemat energi sampai dengan 80 % dibandingkan dengan lampu *Incandescent* (pijar), mempunyai fluk cahaya yang baik dengan usia pemakaian sampai dengan 8000 jam atau dapat dipakai setidaknya untuk jangka waktu 6 tahun.

Jenis lampu ini sangat idial digunakan pada pusat perbelanjaan, koridor, ruang utilitas dan pintu masuk ruangan. Adapun panjang dari lampu ini adalah

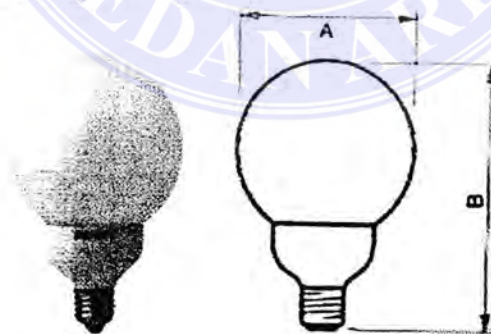
UNIVERSITAS MEDAN AREA dengan lebar 64 mm.



Gambar 2.14. Lampu tabung Flourescent model SL E

11.3.2.2.3. Flourescent Model SL ED (The SL Elektronik D Cor)

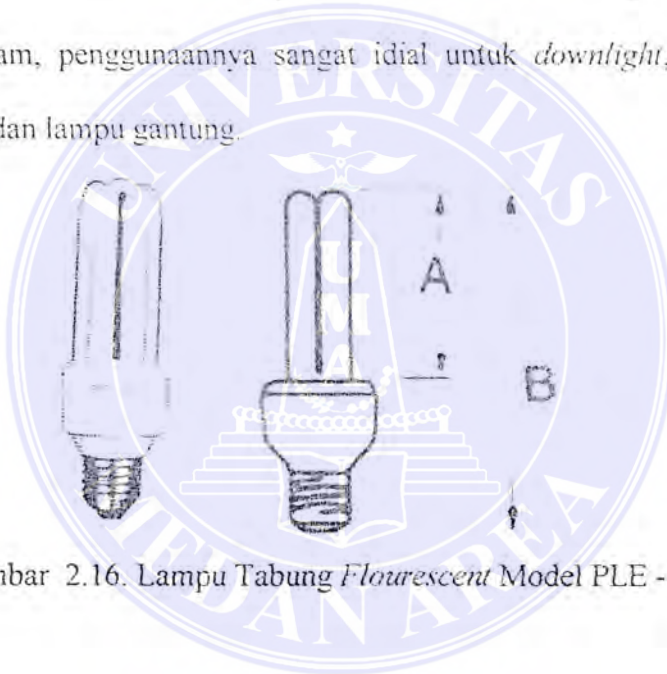
Lampu jenis model ini memiliki penutup dekoratif dan juga memiliki ketahanan/usia pemakaian sampai dengan 8000 jam. Lampu ini mempunyai panjang 169 mm dengan lebar 111 mm, dan lampu ini sangat idial untuk pencahayaan dekoratif di dalam rumah khususnya untuk pencahayaan didalam daerah pelapisannya sebagai ruang studi.



Gambar 2.15. Lampu Tabung Flourescent Model SL ED

II.3.2.2.4. *Flourescent Model PLE-U (The PL Elektronik U)*

Lampu jenis ini memiliki bentuk busur unik dan menggunakan penyalan bebas *flicker*. Lampu ini juga mempunyai fluk cahaya yang baik serta usia pemakaiannya sampai dengan 8000 jam. Panjang dari lampu ini adalah 128 mm sampai dengan 172 mm, dengan *ballast elektronik* terdapat didalamnya. Efisiensinya lebih dari lima kali lampu *incandescent* serta mempunyai ketahanan sampai 8000 jam, penggunaannya sangat idial untuk *downlight*, lampu meja, lampu dinding dan lampu gantung.



Gambar 2.16. Lampu Tabung *Flourescent* Model PLE - U

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

III.1. Data Yang Dibutuhkan

III.1.1. Data Lampu *Flourescent* Jenis PLE - U :

Daya (watt)	Flux Cahaya (lumen)	Umur (jam)
11	600	8000
15	900	8000
20	1200	8000

III.1.2. Data Lampu *Incandescent*:

Daya (watt)	Flux Cahaya (lumen)	Umur (jam)
60	720	1000
75	950	1000
100	1360	1000

III.2. Metoda Perhitungan

III.2.1. Perhitungan Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya dapat dihitung dengan cara fluk cahaya yang jatuh pada suatu bidang dibagi dengan satuan sudut ruang suatu bidang kerja.

III.2.2. Perhitungan Kwh / Energi Yang Dipakai

KWh/energi yang dipakai dapat dihitung dengan cara daya yang terpakai dikali dengan tarif dasar listrik yang berlaku.

III.2.3. Perbandingan Biaya Pemakaian Kedua Jenis Lampu

Perbandingan biaya pemakaian dapat dihitung dengan cara biaya pemakaian lampu *flourescent* dikurangi biaya pemakaian lampu *incandescent* (pijar)



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. KESIMPULAN

Dari hasil penulisan dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Penggunaan lampu *flourescent* model PLE-U lebih menguntungkan dibandingkan lampu *Incandescent* (pijar), ini dapat dilihat dari daya yang terpakai maupun dari fluk cahayanya. Dimana lampu *incandescent* dengan daya 100 watt menghasilkan fluk cahaya sebesar 1360 lumen, sedangkan menggunakan lampu *flourescent* model PLE-U dengan daya yang lebih kecil yaitu 20 watt maka dapat menghasilkan fluk cahaya sebesar 1200 lumen.
2. Dari hasil analisa bahwa lampu *flourescent* jenis PLE-U lebih rendah intensitas cahayanya dari lampu *incandescent* (pijar) ini dapat terlihat apabila kita menggunakan lampu *incandescent* dengan daya 75 watt menghasilkan intensitas cahaya sebesar 75,63 candela sedangkan menggunakan lampu *flourescent* model PLE-U dengan daya yang lebih kecil yaitu 15 watt intensitas cahaya hanya sebesar 71, 65 candela.
3. Pemakaian lampu *flourescent* jenis PLE-U lebih lama umurnya daripada lampu *incandescent*, dimana umur lampu *incandescent* hanya 1000 jam sedangkan lampu *flourescent* jenis PLE-U dapat bertahan sampai dengan 8000 jam nyala.

V. 2. SARAN

1. Seperti kita ketahui bahwa pemakaian daya pada lampu *Flourescent* lebih hemat dibandingkan daya pada lampu pijar, tetapi harga lampu *Flourescent* lebih mahal dibandingkan lampu *Incadescent* (pijar), sehingga masyarakat lebih memilih lampu pijar karena harganya lebih terjangkau. Penulis berharap agar para pengusaha / produsen lampu lebih memperhatikan masyarakat yang kurang mampu, sehingga harga dari lampu *Flourescent* dapat terjangkau oleh masyarakat luas.
2. PLN selaku badan listrik negara hendaknya memberikan penyuluhan-penyuluhan mengenai lampu *Flourescent* yang merupakan lampu hemat energi ke berbagai instansi pemerintah, perguruan tinggi, serta masyarakat luas.

DAFTAR PUSTAKA

Abdul Kadir, *Energi*, Edisi Kedua, UI-Press, Jakarta : 1995.

Depdiknas Reg. III Wil. SUMUT, *Penyuluhan Program Hemat Energi*, Medan: 2002.

Harten P. Van dan E. Setiawan, Ir, *“Instalasi Listrik Arus Kuat 2⁶⁶”*, Penerbit Erlangga.

Neidle Michael, *“Teknologi Instalasi Listrik”*, Edisi ketiga, Penerbit Erlangga.

Paduan Instalasi Listrik Untuk Rumah Berdasarkan PUIL 2000, Penerbit Y.U.P.T.L (Yayasan Usahawan Penunjang Tenaga Listrik).

Philips Lighting Lamp Catalogue Indonesia, October 2001.

