HUBUNGAN ANTARA TEGANGAN DAN INTENSITAS CAHAYA PADA LAMPU HEMAT ENERGI *FLUORESCENT* JENIS SL (*SOFT LIGHT*) DAN LED (*LIGHT EMITTING DIODE)*

SKRIPSI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh :

ULLIN DWI FAJRI A

0710633066 – 63

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

MALANG

2014

KATA PENGANTAR

Assalammualaikum Wr. Wb.

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena hanya dengant rahmat, dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul " Hubungan Antara Tegangan Dan Intensitas Cahaya Pada Lampu Hemat Energi *Fluorescent* Jenis SL (*Soft Light*) dan LED (*Light Emitting Diode*) ". Skripsi tersebut disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik, di Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Alasan penulis memilih judul tersebut karena banyaknya produsen menawarkan lampu hemat energi dengan daya rendah kualitas penerangan yang bagus dan umur lampu yang tahan lama.

Banyak kendala yang dihadapi penulis dalam penyelesaian skripsi ini, baik kendala yang berasal dari diri pribadi penulis, maupun dari lingkungan sekitar. Kendala utama yang sering dihadapi adalah proses menjaga kemandirian dan ketekunan dalam pengerjaan dan penyusunan penelitian ini. Permasalahan tersebut dapat diatasi berkat bantuan dari pihak-pihak yang telah meluangkan waktu untuk membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan serta dorongan dari semua pihak, penyelesaian skripsi ini tidak mungkin bisa terwujud. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak M. Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
2. Bapak Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
3. Bapak Mochammad Rif'an, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
4. Ibu Rini Nur Hasanah, Dr., ST., M.Sc selaku KKDK Konsentrasi Teknik Energi Elektrik.
5. Bapak Unggul Wibawa, Ir., M.Sc dan Ibu Rini Nur Hasanah, Dr., ST., M.Sc sebagai pembimbing skripsi yang telah membimbing dalam penulisan ini dan memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini serta atas segala bentuk bantuan dan saran yang membangun.
6. Seluruh Staf Karyawan Teknik Elektro khususnya Mbak Henny yang selalu direpoti.
7. Papi dan Mami ku, untuk semua perhatian, dorongan, dan doa
8. Adekku Akbar, Rizky dan Oka untuk semua bantuannya.
9. Kandaku yang selalu memberikan dukungan dan semangat.

10. Teman-teman seperjuanganku Rendy, Irwan, Chan, Bobby, Ditta dan Kanda yang selalu memberi dukungan dan semangat agar tulisan ini terselesaikan.
11. Sahabat-sahabatku yang banyak membantu dan memberikan masukan-masukan seputar tugas akhir.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penelitian ini dirasa masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu saran dan kritik mengenai penelitian ini diharapkan oleh penulis. Saran dan kritik ditujukan agar penelitian ini dapat menjadi karya tulis yang lebih baik dan lebih berguna. Akhir kata, semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Juli 2014

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR i
DAFTAR ISI iii
DAFTAR TABEL v
DAFTAR GAMBAR vi
DAFTAR LAMPIRAN viii
RINGKASAN ix
BAB I 1
PENDAHULUAN 1
1.1.Latar Belakang 1
1.2.Rumusan Masalah 1
1.3.BatasanMasalah 2
1.4.Tujuan 2
1.5 SistematikaPembahasan 2
BAB II 4
TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1.Cahaya 4
2.2 Lampu 5
2.3 Pengukuran Penerangan 13
2.4 Perhitungan Beban 16
2.5 Sistem Jaringan Distribusi 18
2.6 Aspek Ekonomis 18
BAB III 19
METODOLOGI PENELITIAN 19
3.1 Kerangka Utama 19
3.2 Studi Literatur 20
3.3 Pengambilan Data 20
3.4 Perhitungan dan Analisis Data 20
3.5 Pengambilan Kesimpulan dan Saran 20

BAB IV 22
PERHITUNGAN DAN ANALISIS 22
4.1 Gambaran Pengukuran 22
4.2 Rangkaian Pengukuran 23
4.3 Langkah-Langkah Pengukuran 23
4.4 Perhitungan Daya Listrik 24
4.5 Perhitungan Efikasi Cahaya 26
4.6 Perhitungan Intensitas Cahaya 30
4.7 Hubungan Antara Tegangan dengan Intensitas Cahaya 33
4.8 Hubungan Antara Tegangan dengan Daya 38
4.9 Hubungan Antara Tegangan dengan Cosθ 40
4.10 Perhitungan Ekonomis 41
BAB V 45
PENUTUP 45
5.1 Kesimpulan 45
5.2 Saran 45
DAFTAR PUSTAKA 46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Panjang Gelombang 5
Tabel 2.2 Temperatur Warna yang Direkomendasikan untuk Berbagai Fungsi 9
Tabel 2.3 Kebeningan Beberapa Permukaan 15

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lampu Pijar 7
Gambar 2.2 Lampu *Fluoerscent* 8
Gambar 2.3 Lampu Hemat Energi 12
Gambar 2.4 Lampu LED 13
Gambar 2.5 Segitiga Daya 21
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 25
Gambar 4.1 Rangkaian Pengukuran 19
Gambar 4.2 Sketsa Ruangan Percobaan Lampu 33
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Tegangan dan Intensitas Cahaya Lampu pada Lampu Hemat Energi SL 5W Merk A 33
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Tegangan dan Intensitas Cahaya pada Lampu Hemat Energi SL 5W Merk B 34
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Antara Tegangan dan Intensitas Cahaya pada Lampu Hemat Energi SL 5W Merk C 34
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Antara Tegangan dan Intensitas Cahaya pada Lampu Hemat Energi SL 8W Merk A 35
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Antara Tegangan dan Intensitas Cahaya pada Lampu Hemat Energi SL 8W Merk B 35
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Antara Tegangan dan Intensitas Cahaya pada Lampu Hemat Energi SL 8W Merk C 36
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Antara Tegangan dan Intensitas Cahaya pada Lampu Hemat Energi SL 11W Merk A 36
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Antara Tegangan dan Intensitas Cahaya pada Lampu Hemat Energi SL 11W Merk B 37
Gambar 4.11 Grafik Hubungan Antara Tegangan dan Intensitas Cahaya pada Lampu Hemat Energi SL 11W Merk C 37
Gambar 4.12 Grafik Hubungan Antara Tegangan dan Intensitas Cahaya Lampu LED 5W 38
Gambar 4.13 Grafik Hubungan Antara Tegangan dan Daya ada Lampu Hemat Energi SL 5W 38
Gambar 4.14 Grafik Hubungan Antara Tegangan dan Daya pada Lampu Hemat Energi SL 8W 39

Gambar 4.15 Grafik Hubungan Antara Tegangan dan Daya pada Lampu Hemat Energi SL 11W..... 39
Gambar 4.16 Grafik Hubungan Antara Tegangan dan Cosθ pada Lampu Hemat Energi SL 5W..... 40
Gambar 4.17 Grafik Hubungan Antara Tegangan dan Cosθ pada Lampu Hemat Energi SL 8W..... 41
Gambar 4.18 Grafik Hubungan Antara Tegangan dan Cosθ pada Lampu Hemat Energi SL 11W..... 41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Hasil Pengukuran Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL 5W Merk A
Lampiran 2. Tabel Hasil Pengukuran Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL 5W Merk B
Lampiran 3. Tabel Hasil Pengukuran Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL 5W Merk C
Lampiran 4. Tabel Hasil Pengukuran Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL 8W Merk A
Lampiran 5. Tabel Hasil Pengukuran Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL 8W Merk B
Lampiran 6. Tabel Hasil Pengukuran Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL 8W Merk C
Lampiran 7. Tabel Hasil Pengukuran Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL 11W Merk A
Lampiran 8. Tabel Hasil Pengukuran Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL 11W Merk B
Lampiran 9. Tabel Hasil Pengukuran Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL 11W Merk C
Lampiran 10. Tabel Hasil Pengukuran Lampu LED 5W

repository.ub.ac.id

RINGKASAN

ULLIN DWI FAJRI A, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juni 2014, *Hubungan Antara Tegangan Dengan Intensitas Cahaya Pada Lampu Hemat Energi Fluorescent Jenis SL Dan Lampu LED (Light Emitting Diode)*, Dosen Pembimbing: Unggul Wibawa, Ir., M.Sc dan Rini Nur Hasanah, Dr., ST., M.Sc

Penerangan merupakan salah satu pengkonsumsi energi listrik terbesar yang berkisar 20 – 25% dari total konsumsi energi listrik yang terpakai dan terus meningkat setiap tahunnya. Untuk keperluan lampu penerangan masyarakat memilih lampu yang hemat energi.

Seiring dengan kebutuhan energi listrik saat ini, banyak jenis lampu yang dibuat oleh pabrik. Jenis lampu pijar dan fluorescent banyak digunakan di masyarakat untuk penerangan. Kebutuhan untuk penerangan masyarakat dapat memilih jenis lampu yang disenangi sesuai kebutuhannya, sebab jenis lampu yang beredar saat ini telah dibuat dan diproduksi dengan berbagai merk sesuai pabrik pembuatnya

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian terhadap Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL dan LED dengan cara mengubah-ubah sumber tegangan catu kemudian mengukur arus, sudut phasa dan luminansi serta memberi keterangan sampai di posisi tegangan mana lampu dapat bertahan.

Penelitian dilakukan pada Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL dan Lampu LED. Untuk mendapatkan hasil perancangan yang sesuai, diperlukan adanya data baik tertulis maupun data yang didapat dari melakukan percobaan. Selain itu juga diperlukan adanya sumber buku yang mendukung agar dapat dilakukan perhitungan dan analisis.

Setelah dilakukan perhitungan dan analisis pada sisi teknis dan ekonomis, dapat diketahui bahwa daya sebenarnya pada lampu LED 1,4 watt dan lampu SL 2,5 watt. Untuk Lumen LED memiliki nilai lumen yang lebih tinggi yaitu 6,66 lux dan SL 3,2 lux. Efikasi cahaya LED lebih besar 295 lm/watt dibanding Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL yang hanya 79,6 lm/watt.

Kata Kunci- Lampu, daya, kuat penerangan

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejalan dengan perkembangan teknologi dewasa ini, energi listrik memegang peranan penting dan kebutuhannya meningkat dalam menunjang pembangunan di Indonesia. Sebaliknya energi yang tersedia sangat terbatas, maka dibutuhkan efisiensi penggunaan energi pada semua sistem yang membutuhkan energi listrik.

Ketersediaan akan energi saat ini sangat penting seiring dengan perkembangan zaman yang semakin maju yang memerlukan aktivitas yang semakin meningkat. Energi untuk penerangan baik untuk rumah, industri dan jalan membutuhkan lampu.

Seiring dengan kebutuhan energi listrik saat ini, banyak jenis lampu yang dibuat oleh pabrik. Jenis lampu pijar dan fluorescent banyak digunakan di masyarakat untuk penerangan. Kebutuhan untuk penerangan masyarakat dapat memilih jenis lampu yang disenangi sesuai kebutuhannya sebab jenis lampu yang beredar saat ini telah dibuat dan diproduksi dengan berbagai merk sesuai pabrik pembuatnya.

Pada saat ini pemahaman tentang hemat energi listrik di masyarakat masih kurang, sehingga banyak penggunaan listrik yang lebih besar oleh konsumen. Penggunaan energi listrik di Indonesia dibagi menjadi dua yaitu waktu beban puncak dan luar waktu beban puncak. Saat konsumen memakai listrik di luar waktu beban puncak banyak keuntungan yaitu tegangan sumber cenderung tinggi atau sesuai dengan tegangan kerja, biaya murah disebabkan pemakai listrik cenderung sedikit pada siang hari. Untuk beban puncak terjadi pada malam hari, saat pengguna listrik lebih banyak.

Dengan banyaknya penawaran lampu hemat energi maka untuk penelitian ini akan dibahas tegangan juga intensitas penerangan dan intensitas cahaya lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) dan lampu LED dengan mengubah-ubah tegangan catu.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

a. Berapa besarnya daya listrik yang sebenarnya pada lampu.

b. Berapa besarnya tegangan, arus, cosφ dan intensitas cahaya pada setiap lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) dan lampu LED.
c. Berapa besarnya efikasi cahaya pada lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) dan lampu LED.
d. Manakah lampu yang paling hemat energi antara lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) dan lampu LED.

1.3 Batasan Masalah

Pembahasan penelitian ini dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut:

1) Lampu hemat energi *fluorescent* berjenis SL (*Soft Light*) dan lampu LED.
2) Pembahasan meliputi hubungan antara tegangan dan intensitas dengan lampu-lampu hemat energi yang berada di pasaran.
3) Pengukuran intensitas penerangan menggunakan alat ukur lux-meter.
4) Membahas intensitas penerangan dan inetnsitas cahaya.
5) Tidak membahas komponen-kompenen yang ada didalam lampu.
6) Tidak membahas pengaruh harmonisa lampu hemat energi *fluorescent* berjenis SL (*Soft Light*) terhadap peralatan listrik lainnya.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

a. Menganalisa besarnya daya listrik sebenarnya pada lampu.
b. Menganalisa besarnya tegangan, arus, cosφ dan intensitas cahaya pada setiap lampu lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) dan lampu LED.
c. Menganalisa efikasi cahaya pada lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) dan lampu LED.
d. Menganalisa lampu yang paling hemat energi antara lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) dan lampu LED.

1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan yang digunakan dalam penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I

Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika penulisan.

BAB II

Tinjauan pustaka yang membahas dasar teori tentang intensitas penerangan, intensitas cahaya dan dasar teori lain yang berhubungan.

BAB III

Memberikan penjelasan tentang metode yang digunakan untuk menganalisa permasalahan yang terdiri dari metode pengambilan data, analisis data, serta pengambilan kesimpulan.

BAB IV

Melakukan simulasi percobaan pada lampu hemat energi *fluorescent* berjenis SL (*Soft Light*) dan pada lampu LED dengan melakukan perubahan tegangan catu untuk mengetahui konsumsi arus dan daya listrik pada lampu serta penurunan intensitas penerangan.

BAB V

Berisi kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil analisis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cahaya

Cahaya adalah suatu gejala fisis yaitu suatu sumber cahaya yang memancarkan energi. Sebagian dari energi ini diubah menjadi cahaya tampak. Perambatan cahaya di ruang bebas dilakukan oleh gelombang-gelombang elektromagnetik. Jadi cahaya itu suatu gejala getaran.(Harten, 1981: 1)

Gejala-gejala getaran yang sejenis dengan cahaya ialah gelombang-gelombang panas, radio, televisi, radar dan sebagainya. Gelombang-gelombang ini hanya berbeda frekuensinya saja. Kecepatan rambat v gelombang-gelombang elektromagnetik di ruang bebas sama dengan 3.10^5 km/detik

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

Dimana:

$\boldsymbol{\lambda}$ = panjang gelombang

v = kecepatan rambat

f = frekuensi

Karena sangat kecil, panjang gelombang cahaya dinyatakan dalam satuan mikron atau milimikron.

1 mikron (1 μ) $= 10^{-3}$ mm

1 milimikron (1 mμ) $= 10^{-6}$ mm

Panjang gelombang cahaya tampak berkisar antara 380-780 mμ, ini dibagi lagi atas beberapa daerah panjang gelombang. Setiap daerah memiliki suatu warna tertentu, seperti pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Panjang Gelombang

Warna	Panjang Gelombang (mμ)
Ungu	380 – 420
Biru	420 – 495
Hijau	495 – 566
Kuning	566 – 589
Jingga	589 – 627
Merah	627 – 780

Sumber: Harten, 1981: 1

2.2 Lampu

Lampu pertama kali ditemukan pada tahun 1878 oleh Thomas Alfa Edison dalam bentuk lampu pijar. Selama lebih dari 130 tahun, lampu telah mengalami banyak perubahan ditinjau dari jenis material yang digunakan maupun bentuk fisiknya jika dibandingkan dengan awal penemuannya. Perubahan tersebut didorong oleh kebutuhan manusia terhadap sumber pencahayaan buatan yang lebih efektif dan efisien.(Setiawan&Muhaiminin, 2000 : 29)

2.2.1 Spektrum Cahaya

Dalam pemilihan lampu, ada dua hal yang perlu diperhatikan yaitu tampak warna yang dinyatakan dalam temperatur warna dan efek warna yang dinyatakan dalam indeks renderasi warna.

Temperatur warna yang lebih besar dari 5300(K) tampak warnanya dingin, 3300-5300(K) tampak warnanya sedang dan lebih kecil dari 3300(K) tampak warnanya hangat. Untuk perkantoran di Indonesia disarankan memakai temperatur warna lebih besar dari 5300(K) atau antara 3300-5300(K). Indeks renderasi warna dinyatakan dengan angka 0 sampai dengan 100, dimana angka 100 menyatakan warna benda yang dilihat akan sesuai dengan warna aslinya. (SNI 03-6575 : 2001)

2.2.2 Efisiensi Lampu

Efisiensi lampu atau yang disebut juga efikasi luminus, menunjukan efisiensi lampu dari pengalihan energi listrik ke cahaya dan dinyatakan dalam lumen/watt. Banyaknya cahaya yang dihasilkan oleh suatu lampu disebut fluks luminus dengan satuan lumen. Efikasi luminus lampu bertambah dengan bertambahnya daya lampu. (SNI 03-6575 : 2001)

2.2.3 Jenis Lampu

1. Lampu Pijar

Lampu pijar tergolong lampu listrik generasi awal yang masih digunakan hingga saat ini. Filamen lampu pijar terbuat dari tungsten (*wolfram*), bola lampunya diisi gas. Prinsip kerja dari lampu pijar sendiri sangat sederhana. Ketika ada arus listrik mengalir melalui filamen yang mempunyai resistivitas tinggi akan menghasilkan panas hingga filamen berpijar. Contoh lampu pijar ditunjukkan pada gambar 2.1(Setiawan&Muhaiminin, 2000 : 29)

Gambar 2.1 Lampu Pijar

Sumber: Karlen, 2004 : 6

Lampu pijar memiliki keunggulan antara lain:

- Mempunyai nilai "*color rendering index*" 100% yang cahayanya tidak merubah warna asli objek.
- Mempunyai bentuk fisik yang sederhana, macam-macam bentuknya yang menarik dan praktis dipasang.

- Harganya relatif lebih murah dan mudah didapat di toko-toko.
- Instalasi murah, tidak perlu perlengkapan tambahan.
- Lampu dapat langsung menyala.
- Terang redupnya dapat diatur dengan *dimmer*.
- Cahayanya dapat difokuskan.

Adapun kelemahan pada lampu pijar antara lain:

- Mempunyai efisiensi rendah, karena energi yang dihasilkan untuk cahaya hanya 10% dan sisanya memancar sebagai panas (400^0 C).
- Mempunyai efikasi rendah yaitu sekitar 12 lumen/watt.
- Umur lampu pijar relatif pendek dibandingkan lampu jenis lainnya (sekitar 1.000 jam).
- Sensitif terhadap tegangan.
- Silau.

2. Lampu *Fluorescent*

Lampu *fluorescent* (TL = tube lamp) termasuk lampu merkuri tekanan rendah (0,4 Pa) yang dilengkapi dengan beban *fluorescent*. Cahaya yang dipancarkan dari dalam lampu adalah *ultraviolet* (termasuk sinar tak tampak). Untuk itu bagian dalam lampu tabung dilapisi dengan bahan *fluorescent* yang fungsinya mengubah *ultraviolet* menjadi sinar tampak. Disamping itu pada bahan *fluorescent* ditambahkan senyawa lain yang disebut aktifator.

Lampu *fluorescent* menggunakan *ballast* induktor dimana faktor dayanya rendah yaitu sekitar 0,5. *Ballast* indukor paling lazim digunakan untuk lampu tabung, kerugian daya yang ditimbulkan lebih kecil dari pada ballast resitor. *Ballast* ini dipadukan dengan *starter* yang dapat menimbulkan tegangan induksi yang tinggi.

Gambar 2.2 Lampu *Fluorescent* jenis TL

Sumber: Karlen, 2004 : 8

Fungsi *ballast* ada 2 yaitu:

- Pembangkit tegangan induksi yang tinggi (dipengaruhi kerja *starter*) agar terjadi pelepasan elektron.
- Membatasi arus yang melalui tabung setelah lampu bekerja normal.

.(Setiawan&Muhaiminin, 2000 : 37)

Lampu *fluorescent* menurut jenis temperatur warnanya serta cara pemakaiannya dijelaskan sebagai berikut:

- *Warm White* (warna putih kekuning-kuningan) dengan temperatur warna 3.300 K.
- *Cool White* (warna putih netral) dengan temperatur warna antara 3.300 K sampai dengan 5.300 K.
- *Daylight* (warna putih) dengan temperatur warna 5.300 K.

Jenis temperatur warna dari lampu *fluorescent* yang dianjurkan untuk digunakan pada berbagai fungsi ruang dalam bangunan gedung, rinciannya dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Temperatur Warna yang Direkomendasikan untuk Berbagai Fungsi/Jenis Ruangan

Fungsi/Jenis Ruangan	Temperatur warna		
	Warm White	Cool White	Day Light
Rumah Tinggal :			
Teras	√	√	
Ruang Tamu		√	
Ruang Makan	√		
Ruang Kerja		√	√
Ruang Tidur	√	√	√
Ruang Mandi		√	√
Dapur	√	√	√
Garasi		√	√
Perkantoran :			
Ruang Direktur		√	√
Ruang kerja		√	√
Ruang komputer		√	√
Ruang Rapat	√	√	
Ruang Gambar		√	√
Lembaga Pendidikan :			
Ruang kelas		√	√
Perpustakaan		√	√
Laboratorium		√	√
Ruang Gambar		√	√
Kantin	√		
Hotel dan Restoran :			
Lobby, Koridor	√	√	
Ballroom / Ruang Sidang	√	√	
Ruang Makan	√		
Cafetaria	√	√	
Kamar Tidur	√	√	

Dapur	√	√	
Pertokoan :			
Barang Antik / Seni	√	√	
Toko Kue dan Makanan	√	√	
Toko Bunga	√	√	
Toko Buku dan Alat Tulis/Gambar	√	√	√
Toko Perhiasan, Arloji	√	√	
Barang Kulit dan Sepatu	√	√	
Toko Pakaian	√	√	
Pasar Swalayan	√	√	
Toko Mainan	√	√	
Toko Alat Listrik (TV, Radio, Cassette, Mesin Cuci, dll		√	√
Toko Alat Musik dan Olahraga	√	√	
Industri Umum :			
Gudang		√	√
Ruang Cuci, Ruang Mesin		√	

Fungsi/Jenis Ruangan	**Temperatur warna**		
	Warm White	**Cool White**	**Day Light**
Kantin	√		
Laboratorium		√	√
Olahraga :			
Lapangan Olahraga		√	√

Serbaguna			
Jalur Bowling	√		
Ruang Bowling	√		

Sumber: SNI, BSN, 2000

Lampu *fluorescent* memiliki kelebihan antara lain:

- Mempunyai efikasi lebih tinggi dari pada lampu pijar, sehingga lebih ekonomis.
- Cahaya yang dipancarkan lebih terang dari pada lampu pijar pada daya yang sama.
- Durasi pemakaian lebih lama 8.000 – 20.000 jam.

Adapun kekurangan pada lampu *fluorescent* antara lain:

- Memiliki CRI (*Color Rendering Index*) yang rendah.
- Efek cahaya yang dihasilkan terhadap objek terlihat tidak seperti warna aslinya.

3. Lampu Natrium

Lampu natrium terbuat dari sebuah gelas khusus yang tahan terhadap uap natrium, sebab kuarsa yang biasa dan gelas keras mudah diserang oleh natrium yang menguap pada 300^0C. Wadah dengan gelas dobel dan transformator dengan kebocoran reaktansi yang tinggi dirancang untuk memudahkan pengasutan, karena lampu natrium ini tidak akan terasut pada tegangan sumber yang relatif rendah.

Terdapat suatu kekosongan antara kedua tabung untuk penyimpanan panas. Tidak diperlukan juga saklar asut karena transformator memberikan suatu tegangan asut sebesar 400V. Gelas bagian dalam mengandung neon disamping natrium metalik bertekanan rendah.(Neidle, 1991 : 264-265)

4. Lampu Hemat Energi (CFL)

Sekarang ini telah banyak diproduksi dan beredar di pasaran jenis lampu neon yang dikenal sebagai lampu neon kompak (CFL), dan juga dikenal dengan lampu neon kompak energi atau menyimpan cahaya atau juga sebagai neon kompak tabung (CFT). Jenis ini menyerupai lampu pijar yang sebenarnya pada dasarnya adalah lampu tabung-tabung fluorescent yang digabungkan menjadi 1 rangkaian.

Tabung-tabung pada lampu neon kompak juga berisi gas mulia argon dan uap air raksa. Adapun ciri-ciri lampu (CFL) adalah sebagai berikut:

- *Efficacy* lampu (CFL) adalah 80 Lumen/Watt
- Umur lampu (CFL) rata-rata adalah 7000 sampai 15000 jam.(Yunus, 2012 : 2)

Ada 2 jenis utama dari lampu neon kompak, neon dengan sekrup basa yang dirancang untuk langsung mengganti lampu pijar dan neon dengan basis *plug-in* yang dirancang untuk masuk ke soket di luminer yang dirancang khusus untuk lampu neon kompak. Karena lampu neon kompak,seperti semua lampu *fluorescent* yang memerlukan pemberat. Dedikasi lampu dengan berbasis sekrup yang lebih besar dan lebih mahal dari pada luminer neon kompak.(Karlen : 21)

Gambar 2.3 Lampu Hemat Energi

Sumber: Karlen, 2004 : 21

5. Lampu LED (*Light Emitting Diode*)

Lampu LED(*Light Emitting Diode*) merupakan sejenis lampu yang akhir-akhir ini muncul di dalam kehidupan kita. LED sendiri dulu umumnya digunakan pada *gadget* seperti ponsel atau PDA serta komputer. Sebagai pesaing untuk lampu jenis bohlam dan neon, saat ini aplikasi LED mulai meluas. LED sebagai model lampu massa depan dianggap dapat menekankan pemanasan global karena efisiensinya.

Lampu LED (*Light Emitting Diode*) adalah salah satu lampu indikator dalam perangkat elektronika yang biasanya memiliki fungsi untuk menunjukkan status dari perangkat elektronika tersebut. Lampu LED sendiri terbuat dari plastik dan dioda semikonduktor yang dapat menyala apabila dialiri tegangan.

(Setiawan&Muhaiminin, 2000 : 62)

Gambar 2.4 Lampu LED

Sumber: Karlen, 2004 : 11

2.3 Pengukuran Penerangan

Suatu penerangan yang diperlukan oleh manusia untuk mengenali suatu obyek secara visual. Untuk memperoleh kualitas penerangan yang optimal IES (*Illumination Engineering Society*) menetapkan standar kuat penerangan untuk ruangan. Beberapa hal yang harus diperhatikan oleh perancang penerangan, antara lain metode perencanaan, kaitan antara penerangan yang dirancang dengan cahaya alam sekitarnya, efek penerangan dan karakteristik sumber cahaya (lampu) yang digunakan.

Pembahasan lebih jauh tentang perhitungan penerangan diperlukan pemahaman terhadap definisi-definisi yang relevan meliputi: sudut ruang (ω), energi cahaya (Q), arus cahaya (Φ), intensitas cahaya (I), kuat penerangan (E), kebeningan (B) dan beberapa faktor.(Setiawan&Muhaiminin, 2000 : 7)

1. ***Sudut Ruang***

   Sudut bidang adalah sebuah titik potong 2 buah garis lurus. Besar sudut bidang dinyatakan dengan derajat (^{0}) atau radian (rad). Sudut ruang adalah sudut pada ruang yang dibatasi oleh permukaan bola dengan titik sudutnya. Besarnya sudut ruang dinyatakan dengan steradian (sr).

2. ***Energi Cahaya***

Energi cahaya merupakan produk radiasi visual (arus cahaya) pada selang tertentu, dinyatakan dengan lumen detik.

$$Q = \int \Phi.(t)dt \qquad (2\text{-}2)$$

Dimana:

Q : energi cahaya (lm.dt)

Φ : arus cahaya (lm)

t : waktu (sekon)

Energi cahaya ini penting dinyatakan untuk menentukan banyaknya energi yang digunakan pada suatu instalasi penerangan.

3. ***Arus Cahaya***

Arus cahaya adalah aliran rata-rata energi cahaya. Arus cahaya didefinisikan sebagai jumlah total cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya setiap detik. Besarnya arus cahaya dengan satuan lumen (lm) dapat dinyatakan :

$$\Phi = \frac{Q}{t}\ \text{lm} \qquad (2\text{-}3)$$

Dimana:

Φ : arus cahaya (lm)

Q : energi cahaya (lm.dt)

t : waktu (sekon)

Lampu-lampu listrik umumnya menunjukkan besar arus cahaya yang dihasilkan karena adanya efikasi yaitu besarnya lumen yang dihasilkan suatu sumber cahaya setiap watt.

4. **Intensitas Cahaya**

Intensitas cahaya (I) dalam satuan kandela (cd) adalah arus cahaya dalam lumen yang diemisikan setiap sudut ruang (pada arah tertentu) oleh sebuah sumber cahaya. Kata kandela berasal dari candle (lilin) merupakan satuan tertua pada teknik penerangan dan diukur berdasarkan intensitas cahaya standart.

Intensitas cahaya (I) dapat juga dinyatakan sebagai perbandingan diferensial arus cahaya (lm) dengan differensial sudut ruang :

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega}\ \text{lm/sr (cd)} \qquad (2\text{-}4)$$

5. **Intensitas Penerangan**

Intensitas penerangan atau iluminasi di suatu bidang adalah fluks cahaya yang jatuh pada 1 meter^2 dari bidang itu. Satuan untuk intensitas penerangan adalah Lux dan lambangnya E. (Harten, 1981 : 8)

$$E = \frac{\Phi}{A} \qquad (2\text{-}5)$$

Dimana:

E : intensitas penerangan (lux)

Φ : fluks cahaya dalam lumen (lm)

A : luas bidang (m^2)

6. Kuat Penerangan

Kuat penerangan adalah pernyataan kuantitatif untuk arus cahaya (*Φ) yang sampai jatuh pada permukaan bidang. Kuat penerangan disebut pula tingkatan penerangan merupakan perbandingan antara arus cahaya (Φ) dengan luas permukaan yang mendapat penerangan. Karena arus cahaya* $\Phi = \omega \cdot I$ *dan karena luas daerah penerangan (merupakan kulit bola)* $A = \omega \cdot R^2$ *maka:*

Kuat penerangan (E) dalam lux (lx) pada suatu titik adalah:

$$E = \frac{I}{R^2} lx \qquad (2\text{-}6)$$

7. *Kebeningan*

Kebeningan merupakan besaran penerangan yang kaitannya erat dengan penerangan. Kebeningan adalah pernyataan kuantitatif jumlah cahaya yang dipantulkan oleh permukaan pada suatu arah. Kebeningan suatu permukaan ditentukan oleh kuat penerangan dan kemampuan memantulkan cahaya oleh permukaan.

Kebeningan dapat didefinisikan sebagai intensitas cahaya dibagi dengan luas permukaan semu bidang yang mendapatkan cahaya.

Tabel 2.3 Kebeningan Beberapa Permukaan

No.	*Permukaan*	*Kebeningan (cd/m^2)*
1	*Permukaan matahari*	*1 650 000 000*
2	*Filamen lampu pijar bening*	*7 000 000*

3	*Lampu fluorescent*	*5000 – 15 000*
4	*Permukaan bulan purnama*	*2 500*
5	*Kertas putih reflektansi 0,8 di bawah 400 lx*	*15 000*
6	*Kertas hitam reflektansi 0,04 di bawah 400 lx*	*5*

Sumber: Setiawan&Muhaiminin, 2000 : 16

8. Flux Cahaya

Flux cahaya adalah keseluruhan watt cahaya dengan satuan lumen, disingkat dengan lm. Satu watt cahaya kira-kira sama dengan 680 lumen. Angka perbandingan 680 ini dinamakan ekivalen pancaran fotometris.(Harten, 1987 : 7)

$\Phi = \omega I$ (2-7)

Dimana:

Φ : fluks cahaya (lm)

Ω : sudut ruang dalam steradian (sr)

I : intensitas cahaya (Cd)

9. Luminansi

Luminansi adalah suatu ukuran untuk terang suatu benda. Luminansi yang terlalu besar akan menyilaukan mata, seperti misalnya sebuah lampu pijar tanpa armatur. Luminansi L suatu sumber cahaya atau suatu permukaan yang memantulkan cahaya ialah intensitas cahayanya dibagi dengan luas semu permukaan. Dalam bentuk rumus : (Harten, 1981: 9)

$L = \frac{I}{A_s}$ cd/cm^2 (2-8)

Dimana:

L : Luminansi dalam satuan cd/cm^2

I : Intensitas cahyaa dalam satuan cd

A_s : Luas semu permukaan dalam satuan cm^2

10. Efikasi

Efikasi cahaya merupakan hasil bagi antara fluks luminansi dengan daya listrik masukan suatu sumber cahaya. (SNI 6197, 2000 : 2)

$K = \frac{\Phi}{P}$ *(2-9)*

Dimana:

K : efikasi cahaya (lm/watt)

Φ : *fluks cahaya (lm)*

P : *daya listrik (watt)*

2.4 Perhitungan Beban

Daya dalam rangkaian listrik merupakan suatu hal yang penting. Dalam peralatan elektronika, ukuran komponen dan pengelempokannya sangat ditentukan terutama oleh kebutuhan untuk menghilangkan tenaga listrik yang berubah menjadi panas. Kegunaan hampir setiap peralatan listrik terutama adalah yang berhubungan dengan keluaran daya yang dihasilkan.

Daya sesaat adalah perubahan tenaga yang diserap oleh suatu unsur dan berubah sebagai fungsi waktu. Daya sesaat merupakan besaran yang penting dalam pemakaian teknik karena nilai maximumnya harus dibatasi dalam semua peralatan fisis. Untuk alasan ini daya sesaat, daya maximum atau daya puncak merupakan spesifikasi yang umum digunakan untuk mencirikan peralatan listrik.

Suatu ukuran daya yang lebih penting, terutama untuk arus dan tegangan berulang adalah daya rata-rata. Daya rata-rata ini sama dengan kecepatan rata-rata tenaga yang diserap oleh suatu unsur dan tidak tergantung kepada waktu.(Mismail, 1981 : 254 – 255)

Daya sendiri biasanya sudah dicantumkan pada setiap produk, tetapi daya ini juga bisa didapat dengan melalui pengukuran secara langsung pada masing-masing lampu. Daya sendiri ada 3 jenis antara lain:

a) **Daya Aktif**

Daya aktif adalah daya rata-rata yang diserap dalam unsur resistif. Daya aktif juga merupakan daya yang berupa daya kerja seperti daya mekanik, panas, cahaya dan lainnya. Daya aktif disebut juga daya nyata yang ditulis dengan lambang P dan satuannya adalah watt.

$$P = V \times I \times \cos\varphi \qquad (2\text{-}10)$$

b) **Daya Reaktif**

Nilai maximum daya keluar-masuk dalam unsur-unsur rangkaian aktif ini disebut daya reaktif. Daya reaktif juga dikenal sebagai daya tanpa watt (*wattless-power*) dan diukur dalam *volt-ampere* reaktif dengan singkatan VAR. Besar daya reaktif ini adalah nilai maximum daya sesaat yang mengalir keluar masuk suatu reaktansi.

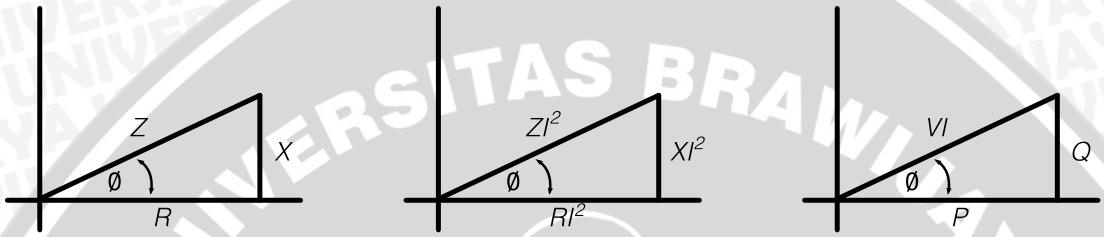
$$Q = V \times I \times \sin\varphi \qquad (2\text{-}11)$$

c) **Daya Semu**

Daya semu merupakan penjumlahan vektor dari daya aktif dan daya reaktif. Daya ini dinyatakan dalam satuan VA.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \qquad (2\text{-}12)$$

Dari rumus diatas, maka daya listrik dapat digambarkan sebagai segitiga siku-siku yang secara vektor adalah penjumlahan daya aktif dan reaktif dan sebagai resultannya adalah daya semu.



Gambar 2.5 Segitiga Daya

Sumber : (Mismail, 1981 : 267)

2.5 Aspek Ekonomi

2.5.1 Pengertian Investasi

Secara umum investasi merupakan suatu penanaman modal berupa uang ke dalam barang. Menurut buku manajemen yang diedit oleh Ali Basyah Siregar dan TMA Ari Samadhi, dituliskan bahwa investasi dapat diartikan sebagai penggunaan sumber daya. Dengan demikian disatu pihak investasi merupakan suatu pengeluaran yang akan meningkatkan aktivitas bagi perusahaan, dilain pihak investasi juga akan memberikan harapan suatu pengembalian (*return*) tertentu. (Wibawa, 2004 : 22)

2.5.2 Objek Investasi

Berdasarkan objek investasinya, terdapat tiga jenis investasi yaitu:

a. *Investasi Riil* / produksi, investasi yang berkaitan dengan pelaksanaan proses produksi dalam suatu industri, baik bentuk pengadaan, pengembangan dan perbaikan. Yang diperhitungkan tidak hanya mesin dan peralatan pendukungnya, melainkan juga tanah, bangunan, kendaraan angkut dan bahan baku.

b. *Investasi Financial*, investasi yang tidak berkaitan langsung dengan proses produksi, misalnya pembelian saham, surat berharga atau oligasi publik.

c. *Investasi Immaterial*, investasi yang berkaitan dengan pelaksanaan studi kelayakan, penelitian, pengembangan dan promosi. (Wibawa, 2004 : 22-23)

2.5.3 Tujuan Investasi

Investasi memiliki beberapa tujuan yang ditetapkan dan dibagi menjadi lima jenis yaitu:

1. Investasi untuk pengembangan, pengadaan baru atau pendirian.
2. Investasi untuk perbaikan dan pemeliharaan sistem.
3. Investasi untuk rasionalisasi dalam rangka peningkatan efisiensi kerja dalam industri atau perusahaan. Dalam kenyataannya dampak rasionalisasi juga akan terjadi bersama dengan pelaksanaan investasi untuk perbaikan sistem.
4. Investasi lanjutan atau tambahan dalam rangka pengembangan atau penyempurnaan sistem.
5. Investasi untuk sosial dan keselamatan kerja, biasanya yang terkait dengan masalah sosial dan keselamatan kerja antara lain : pembangunan kantin, instalasi pemadam kebakaran dan instalasi pengelolahan limbah. (Wibawa, 2004 : 23-24)

2.5.4 Tarif Listrik

Tarif listrik pada asasnya tidak lain dari pada suatu daftar harga dari perusahaan listrik untuk jasa-jasa berikutnya. Tujuan akhirnya adalah agar diperoleh penghasilan yang secukupnya guna menutupi semua biaya operasi dan mendapatkan suatu surplus atau laba yang wajar. (Kadir, 2000 : 293)

Unsur-unsur biaya tenaga listrik dapat dirinci sebagai berikut:

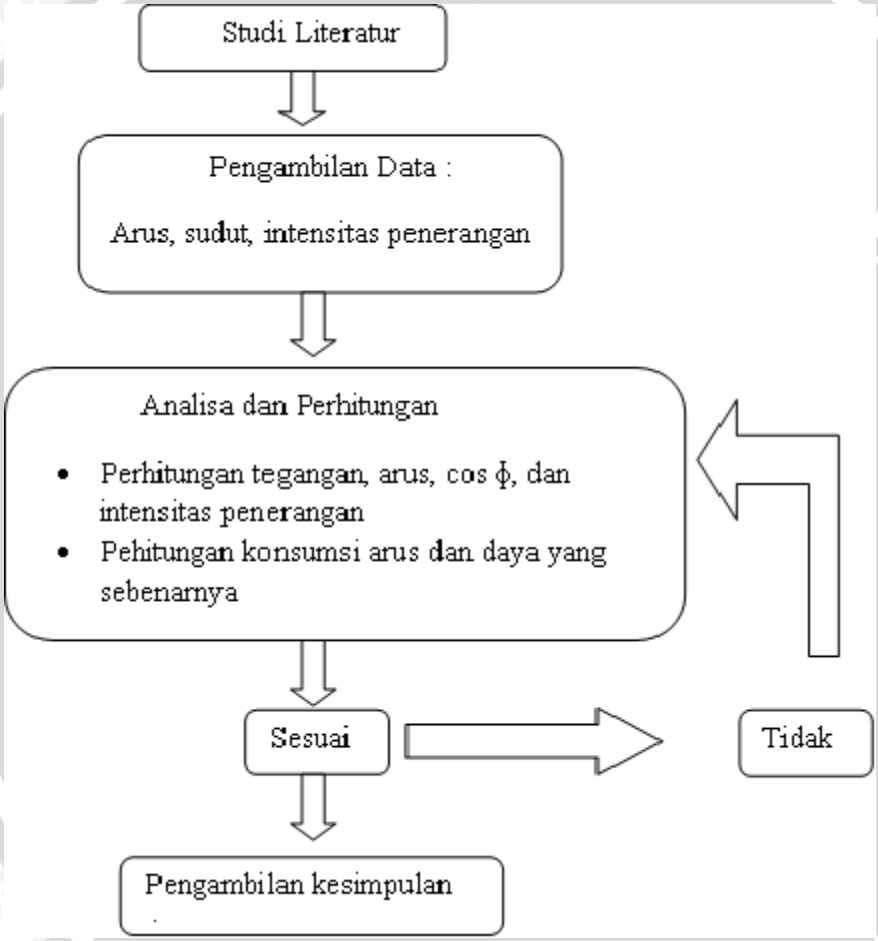
- Biaya pelanggan, hal ini bervariasi dengan jumlah pelanggan yang dilayani dan berkaitan dengan biaya sambungan rumah, peralatan pengukuran, penagihan dan administrasi.
- Biaya beban, hal ini bervariasi dengan beban pelanggan dan termasuk beban modal dan biaya-biaya berkaitan dengan pembangkit, saluran transmisi dan bagian dari sistem distribusi yang tidak termasuk dalam biaya pelanggan.
- Biaya energi, hal ini bervariasi dengan jumlah energi listrik yaitu kWh yang diperlukan dan untuk sebagian besar terdiri atas bahan bakar.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Utama

Untuk menyelasaikan rumusan masalah dan merealisikan tujuan penelitian yang terdapat di bab pendahuluan maka diperlukan metode untuk menyelesaikan masalah tersebut. Metode yang digunakan dapat diuraikan melalui diagram alir berikut ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Sumber: Penulis

3.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan ketentuan dan dasar-dasar teori yang digunakan sebagai landasan dalam penulisan. Studi literatur tersebut meliputi:

a. Pengertian cahaya
b. Lampu dan jenis-jenis lampu
c. Pengukuran penerangan
d. Penerangan dekoratif
e. Intensitas penerangan
f. Intensitas Cahaya
g. Perhitungan beban

3.3 Pengambilan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data primer. Data primer sendiri adalah data yang didapatkan dari hasil pengamatan. Data primer yang diperoleh adalah dari data dengan mengubah-ubah tegangan catu yang menggunakan alat regulator tegangan, kemudian mencari arus, cosφ, intensitas penerangan dan keterangan pada setiap lampu masih bertahan terang atau tidak.

3.4 Perhitungan dan Analisis Data

Langkah selanjutnya adalah perhitungan dan analisis dari melakukan percobaan pada lampu hemat energi *fluorescent* berjenis SL (*Soft Light*) dan lampu LED. Data dari tegangan, arus, sudut phasa dan luminansi dimasukkan tabel sesuai jenis lampu

3.5 Pengambilan Kesimpulan dan Saran

Pengambilan kesimpulan dilakukan melihat dari hasil penelitian yang meliputi:

a. Mendapatkan nilai daya listrik pada lampu serta didapatkan nilai penurunan intensitas penerangan.

b. Mendapatkan nilai tegangan, arus, cosφ dan intensitas cahaya pada setiap lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) dan lampu LED.
c. Mendapatkan nilai efikasi cahaya pada lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) dan lampu LED.
d. Didapatkan lampu yang hemat energi antara lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) dan lampu LED.

BAB IV

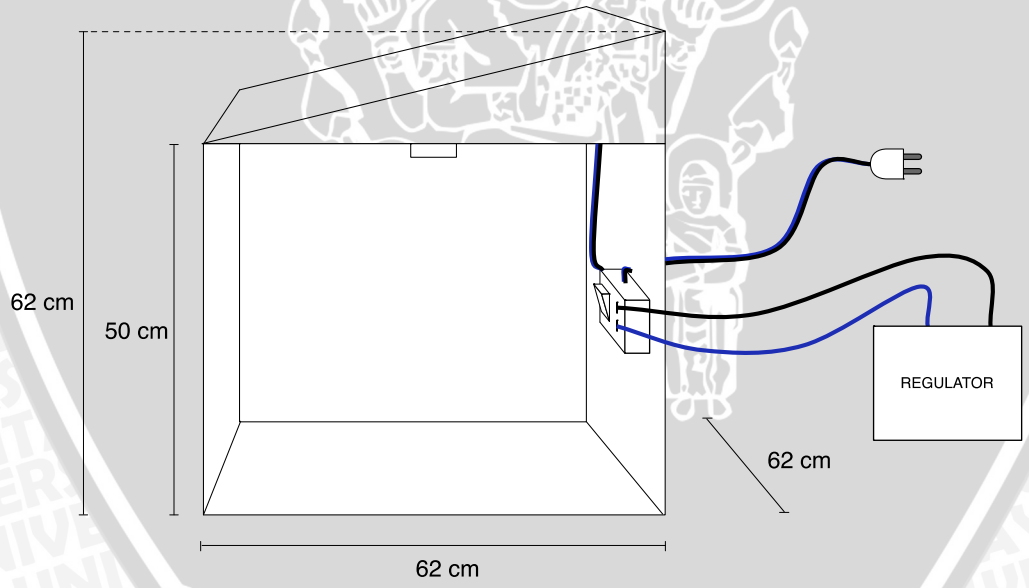
PERHITUNGAN DAN ANALISIS

Pada bab ini akan diuraikan perhitungan dan analisis dari studi literatur dan data-data yang diambil melalui pengukuran. Hasil dari pengukuran akan dihitung secara manual untuk didapatkan daya sebenarnya dan nilai ekonomis dari setiap lampu.

Pada pengukuran akan digunakan lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) dengan ukuran watt yaitu 5watt, 8 watt dan 11 watt dengan 3 merk yaitu A, B dan C. Pembanding dari lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) digunakan lampu LED dengan ukuran 5watt.

4.1 Gambaran Pengukuran

Gambaran pengukuran merupakan sketsa ruangan yang akan dipakai untuk pengukuran pada skripsi ini. Gambar tersebut dapat dilihat dibawah ini.



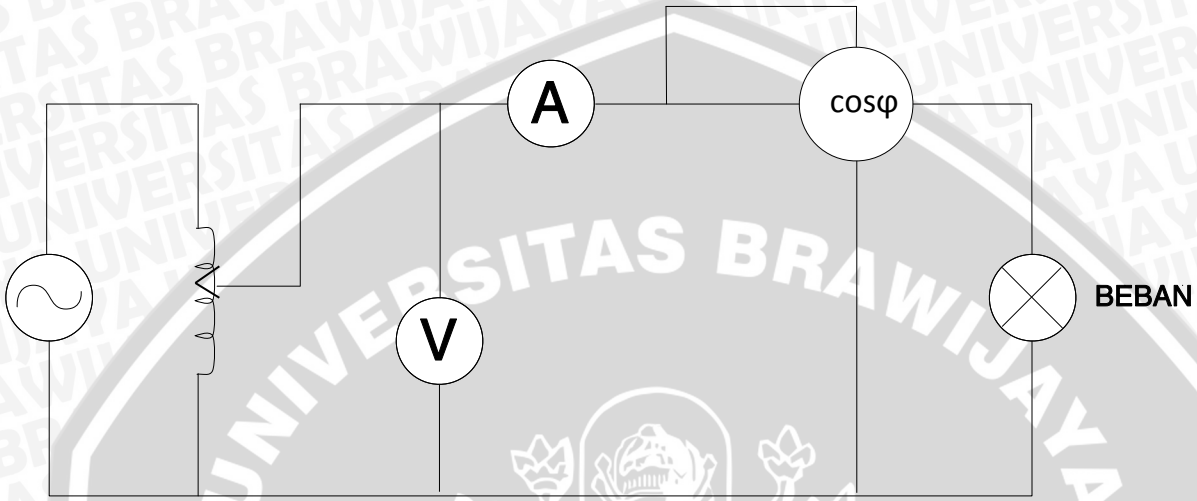
Gambar 4.1 Sketsa Ruangan Pengukuran Lampu

Sumber: Penulis

Setelah ada rangkaian pengukuran, gambar diatas merupakan sketsa ruangan yang akan dipakai untuk pengukuran. Lebar dari ruangan 62cm dan untuk tinggi sampai batas kemiringan

50cm. Regulator dihubungkan pada sumber tegangan dan untuk mengukur arus menggunakan tang ampere. Untuk pengukuran lampu diukur dengan lux meter yang diambil pada jarak 26cm.

4.2 Gambar Rangkaian Pengukuran



Gambar 4.2 Rangkaian Pengukuran

Sumber: Penulis

Gambar diatas merupakan gambar rangkaian pengukuran dari skripsi ini. Dapat dijelaskan pada gambar diatas adanya sumber tegangan yang didapat dari PLN masuk, kemudian untuk merubah tegangan catu yang diinginkan digunakan regulator tegangan. Setelah di dapat tegangan yang diinginkan, maka timbulah tegangan dan arus yang mengalir menuju beban.

4.3 Langkah-Langkah Pengukuran

Pada pengukuran yang dilakukan pada lampu adapun langkah-langkah yang harus diketahui yaitu:

1. Menyiapkan alat ukur yang akan digunakan
    - Regulator tegangan
    - Tang ampere
    - Cos phi meter
    - Lux meter
    - Lampu

2. Mengatur tegangan sesuai dengan yang akan diukur menggunakan alat ukur yaitu regulator tegangan.
3. Mengukur arus pada setiap tegangan yang akan diatur dengan menggunakan alat ukur yaitu tang ampere.
4. Mengukur sudut phasa pada setiap tegangan yang akan diatur dengan menggunakan alat ukur cos phi meter.
5. Mengukur luminansi pada setiap tegangan yang akan diatur dengan menggunakan alat ukur lux meter.
6. Data yang telah diukur dimasukkan ke dalam tabel.
7. Ulangi ke langkah no.2 sampai memenuhi tabel.

4.4 Perhitungan Daya Listrik

Setiap beban pasti memiliki daya. Daya yang dihasilkan oleh beban pada saat terhubung dengan suplai, begitu pula dengan lampu. Lampu sendiri bisa menghasilkan cahaya karena dia mengkonsumsi daya dalam jumlah tertentu sesuai dengan standart dari masing-masing produsen lampu tersebut.

Daya tersebut biasanya sudah dicantumkan pada setiap produk, tetapi daya ini juga bisa didapat dengan melalui pengukuran secara langsung pada masing-masing lampu. Pada pengukuran ini daya sebenarnya didapatkan dengan menghitung berdasarkan persamaan (2-10) yaitu :

$P = V \times I \times \text{Cos}\varphi$

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 5W merk A diketahui V = 220V, I = 0,02 A dan $\text{Cos}\varphi = 0,57$

Jadi $P = V \times I \times \text{Cos}\varphi$

$= 220 \times 0,02 \times 0,57$

$= 2,5$ watt

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 5W merk B diketahui V = 220V, I = 0,02 A dan $\text{Cos}\varphi = 0,61$

Jadi P = V x I x Cosφ

= 220x0,02x0,61

= 2,68 watt

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 5W merk C diketahui V = 220V, I = 0,02 A dan Cosφ = 0,59

Jadi P = V x I x Cosφ

= 220x0,02x0,59

= 2,59 watt

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 7W merk A diketahui V = 220V, I = 0,03 A dan Cosφ = 0,62

Jadi P = V x I x Cosφ

= 220x0,03x0,62

= 4,09 watt

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 7W merk B diketahui V = 220V, I = 0,04 A dan Cosφ = 0,63

Jadi P = V x I x Cosφ

= 220x0,04x0,63

= 5,54 watt

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 7W merk C diketahui V = 220V, I = 0,03 A dan Cosφ = 0,7

Jadi P = V x I x Cosφ

= 220x0,03x0,7

= 4,62 watt

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 11W merk A diketahui V = 220V, I = 0,04 A dan Cosφ = 0,69

Jadi P = V x I x Cosφ

= 220x0,04x0,69

= 6,07 watt

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 11W merk B diketahui V = 220V, I = 0,04 A dan Cosφ = 0,7

Jadi P = V x I x Cosφ

= 220x0,04x0,7

= 6,16 watt

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 11W merk C diketahui V = 220V, I = 0,04 A dan Cosφ = 0,69

Jadi P = V x I x Cosφ

= 220x0,04x0,69

= 6,07 watt

Untuk lampu LED 5W diketahui V = 220V, I = 0,01 A dan Cosφ = 0,64

Jadi P = V x I x Cosφ

= 220x0,01x0,64

= 1,4 watt

Pada percobaan ini didapatkan daya sebenarnya dengan menghitung yaitu daya pada lampu LED jauh lebih kecil dari lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*).

4.5 Perhitungan Efikasi Cahaya

Efikasi cahaya merupakan hasil bagi antara fluks luminansi dengan daya listrik masukan suatu sumber cahaya. Dengan menggunakan persamaan (2-5) didapatkan :

$E = \frac{\Phi}{A}$, $\Phi = A \times E$ (lm)

Dan dengan menggunakan persamaan (2-9) didapatkan juga,

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

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 5W merk A pada tegangan 220V diketahui:

$A = 62cm \times 62\ cm = 3844\ cm^2 = 3{,}844\ m^2$

$\Phi = 3{,}844 \times 199 = 764{,}95$ lm

P = 2,5 watt

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

$= \frac{764{,}95}{2{,}5}$

= 305,98 lm/watt

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 5W merk B pada tegangan 220V diketahui:

$A = 62cm \times 62\ cm = 3844\ cm^2 = 3{,}844\ m^2$

$\Phi = 3{,}844 \times 215 = 826{,}46$ lm

P = 2,68 watt

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

$= \frac{826,46}{2,68}$

= 308,38 lm/watt

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 5W merk C pada tegangan 220V diketahui:

A = 62cm x 62 cm = 3844 cm^2 = 3,844 m^2

Φ = 3,844 x 119 = 457,43 lm

P = 2,59 watt

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

$= \frac{457,43}{2,59}$

= 176,61 lm/watt

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 8W merk A pada tegangan 220V diketahui:

A = 62cm x 62 cm = 3844 cm^2 = 3,844 m^2

Φ = 3,844 x 293 = 1126,29 lm

P = 4,09 watt

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

$= \frac{1126,29}{4,09}$

= 275,37 lm/watt

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 8W merk B pada tegangan 220V diketahui:

A = 62cm x 62 cm = 3844 cm^2 = 3,844 m^2

Φ = 3,844 x 364 = 1399,21 lm

P = 5,54 watt

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

= $\frac{1399,21}{5,54}$

= 252,56 lm/watt

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 8W merk C pada tegangan 220V diketahui:

A = 62cm x 62 cm = 3844 cm^2 = 3,844 m^2

Φ = 3,844 x 182 = 699,6 lm

P = 4,62 watt

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

= $\frac{699,6}{4,62}$

= 151,43 lm/watt

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 11W merk A pada tegangan 220V diketahui:

A = 62cm x 62 cm = 3844 cm^2 = 3,844 m^2

Φ = 3,844 x 370 =1422,28 lm

P = 6,07 watt

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

$= \frac{1422,28}{6,07}$

= 234,31 lm/watt

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 11W merk B pada tegangan 220V diketahui:

A = 62cm x 62 cm = 3844 cm^2 = 3,844 m^2

Φ = 3,844 x 331 = 1272,36 lm

P = 6,16 watt

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

$= \frac{1272,36}{6,16}$

= 206,55 lm/watt

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 11W merk C pada tegangan 220V diketahui:

A = 62cm x 62 cm = 3844 cm^2 = 3,844 m^2

Φ = 3,844 x 185 = 711,14 lm

P = 6,07 watt

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

$= \frac{711,14}{6,07}$

= 117,15 lm/watt

Untuk lampu LED 5W pada tegangan 220V diketahui:

A = 62cm x 62 cm = 3844 cm^2 = 3,844 m^2

Φ = 3,844 x 413 = 1587,57 lm

P = 1,4 watt

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

= $\frac{1587,57}{1,4}$

= 1133,98 lm/watt

4.6 Perhitungan Intensitas Cahaya

Dengan mengunakan persamaan (2-6) didapatkan perhitungan intensitas cahaya pada masing-masing lampu yaitu:

$\Phi = \omega$ x I

I = $\frac{\Phi}{\omega}$, $\omega = 4\pi$

Dimana pada persamaan (2-9) mencari efikasi cahaya yaitu:

K = $\frac{\Phi}{P}$ dan Φ = K x P

Jadi I = $\frac{K\ x\ P}{\omega}$

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 5W merk A dengan tegangan 220V diketahui:

K = 305,98 lm/watt dan P = 2,5 watt

I = $\frac{K\ x\ P}{\omega}$

= $\frac{305,98\ x\ 2,5}{12,56}$

= 60,9 Cd

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 5W merk B dengan tegangan 220V diketahui:

K = 308,38 lm/watt dan P = 2,68 watt

$$I = \frac{K \; x \; P}{\omega}$$

$$= \frac{308{,}38 \; x \; 2{,}68}{12{,}56}$$

= 65,8 Cd

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 5W merk C dengan tegangan 220V diketahui:

K = 176,61 lm/watt dan P = 2,59 watt

$$I = \frac{K \; x \; P}{\omega}$$

$$= \frac{176{,}61 \; x \; 2{,}59}{12{,}56}$$

= 36,41 Cd

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 8W merk A dengan tegangan 220V diketahui:

K = 275,37 lm/watt dan P = 4,09 watt

$$I = \frac{K \; x \; P}{\omega}$$

$$= \frac{275{,}37 \; x \; 4{,}09}{12{,}56}$$

= 89,67 Cd

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 8W merk B dengan tegangan 220V diketahui:

K = 252,56 lm/watt dan P = 5,54 watt

$I = \frac{K \, x \, P}{\omega}$

$= \frac{252{,}56 \, x \, 5{,}54}{12{,}56}$

= 111,39 Cd

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 8W merk C dengan tegangan 220V diketahui:

K = 151,43 lm/watt dan P = 4,62 watt

$I = \frac{K \, x \, P}{\omega}$

$= \frac{151{,}43 \, x \, 4{,}62}{12{,}56}$

= 55,73 Cd

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 11W merk A dengan tegangan 220V diketahui:

K = 234,31 lm/watt dan P = 6,07 watt

$I = \frac{K \, x \, P}{\omega}$

$= \frac{234{,}31 \, x \, 6{,}07}{12{,}56}$

= 113,23 Cd

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 11W merk B dengan tegangan 220V diketahui:

K = 206,55 lm/watt dan P = 6,16 watt

$I = \frac{K \, x \, P}{\omega}$

$= \frac{206{,}55 \, x \, 6{,}16}{12{,}56}$

= 101,3 Cd

Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 11W merk C dengan tegangan 220V diketahui:

K = 117,15 lm/watt dan P = 6,07 watt

$$I = \frac{K \, x \, P}{\omega}$$

$$= \frac{117{,}15 \, x \, 6{,}07}{12{,}56}$$

= 56,61 Cd

Untuk lampu LED 5W dengan tegangan 220V diketahui:

K = 1133,98 lm/watt dan P = 1,4 watt

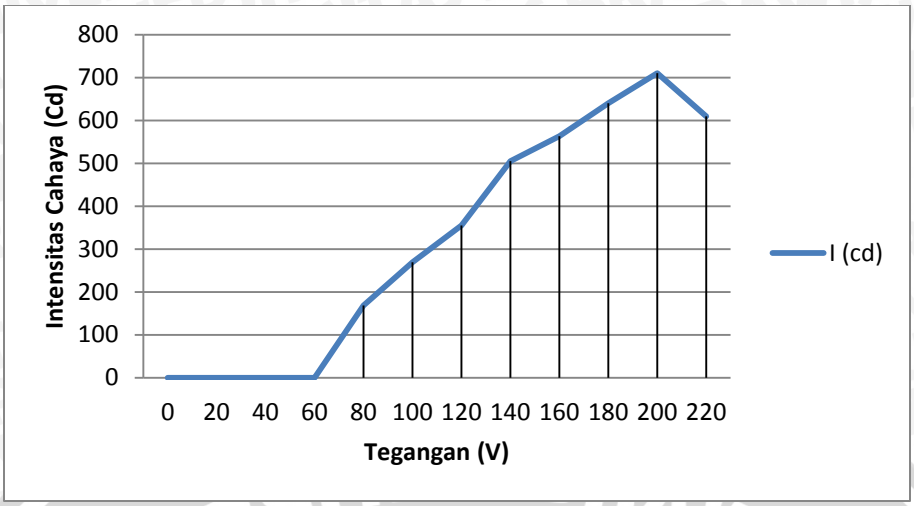
$$I = \frac{K \, x \, P}{\omega}$$

$$= \frac{1133{,}98 \, x \, 1{,}4}{12{,}56}$$

= 126,39 Cd

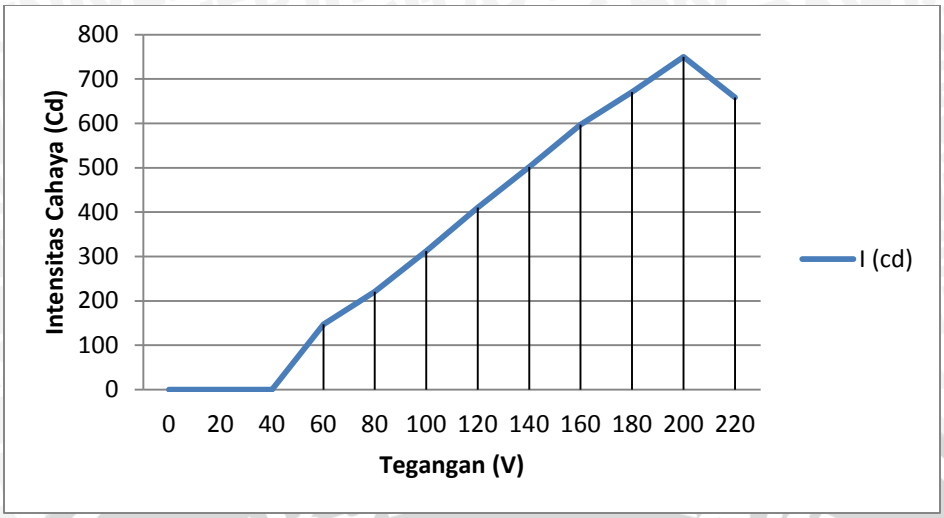
4.7 Hubungan antara Tegangan dengan Intensitas Cahaya

Pada grafik dibawah ini terlihat bahwa posisi tegangan 220V intensitas cahaya malah semakin turun. Untuk ketahanan lampu merk A ini sangat lemah dengan melihat pada posisi tegangan 80V lampu sudah mulai redup, dan untuk posisi tegangan 60V lampu sudah dinyatakan padam. Lampu merk A sendiri untuk penerangan pada waktu percobaan juga memiliki sistem penerangan yang kurang baik. Dikatakan kurang baik karena, sistem penerangannya lampu dipasang saat itu juga lampu menyala terang dan lampu langsung panas.



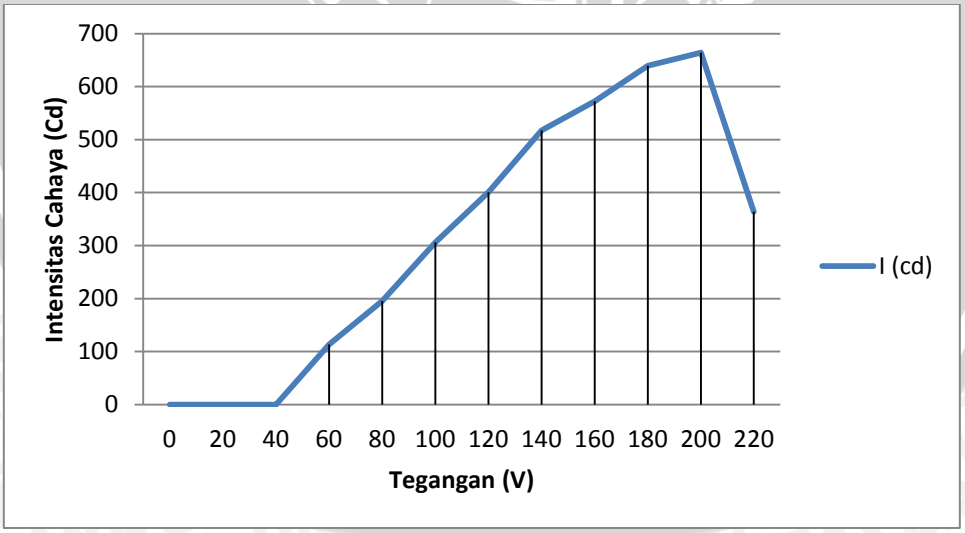
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Tegangan Dengan Intensitas Cahaya Menggunakan Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 5W Merk A

Untuk kondisi lampu merk B dengan watt yang sama dapat dilihat pada gambar 4.4. Pada kondisi tegangan 220V masih sama dengan lampu merk A, intensitas cahaya yang ada tetap semakin turun. Tetapi untuk dimana ketahanan lampu, lampu merk B ini lebih kuat dibanding lampu merk A. Dapat dilihat pada grafik dibawah ini lampu merk B posisi tegangan 60V masih redup dan dinyatakan padam pada posisi tegangan 40V. Lampu merk B ini memiliki sistem penerangan yang cukup baik. Dikatakan cukup baik karena lampu merk B ini memulai penerangan secara bertahap, sehingga lampu tidak gampang panas.



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Tegangan Dengan Intensitas Cahaya Menggunakan Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 5W Merk B

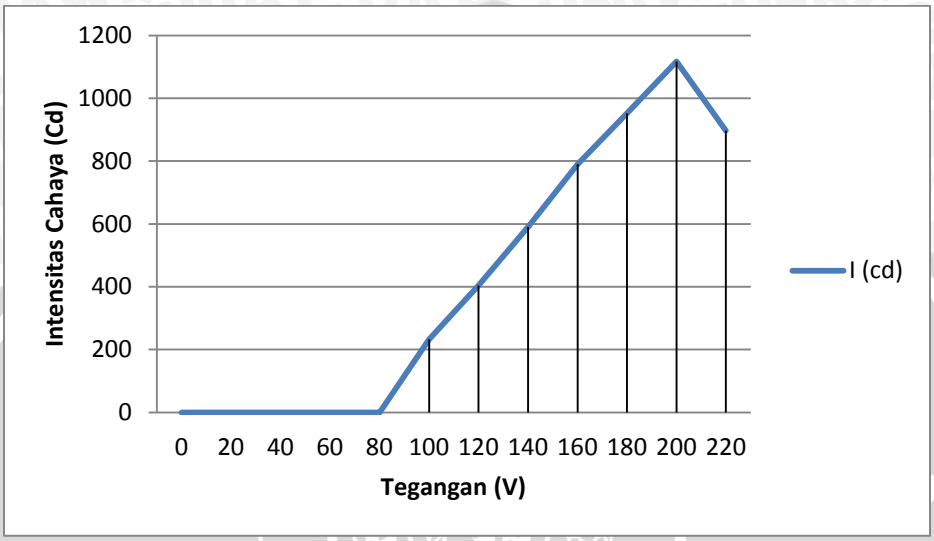
Pada lampu merk C hampir sama dengan lampu merk B sistem kerjanya, dapat dilihat pada gambar 4.5. Sistem penerangan secara bertahap dan lampu tidak gampang panas. Pada posisi tegangan 220V sama dengan lampu merk A dan B, intensitas cahayanya menurun. Untuk ketahanan lampu sendiri tegangan 60V lampu masih redup dan padam pada posisi tegangan 40V.



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Antara Tegangan Dengan Intensitas Cahaya Menggunakan Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 5W Merk C

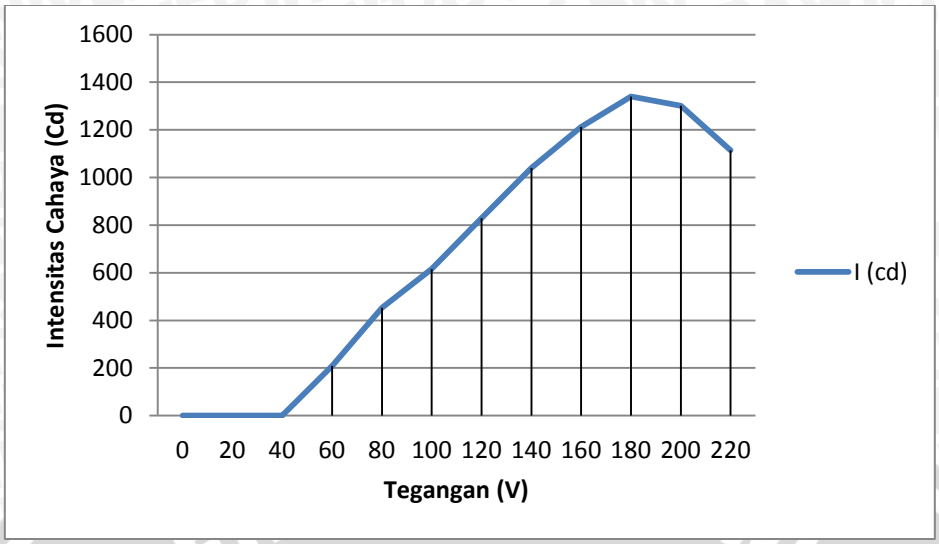
Pada gambar 4.6 dijelaskan hubungan antara tegangan dengan intensitas cahaya. Dimana pada posisi tegangan 220V masih sama dengan lampu 5W yaitu intensitas cahaya selalu

menurun. Lampu merk A ini memiliki ketahanan lampu yang kurang baik dapat dilihat pada grafik diatas posisi tegangan 100V lampu sudah mulai redup untuk lampu dinyatakan padam pada tegangan 80V.



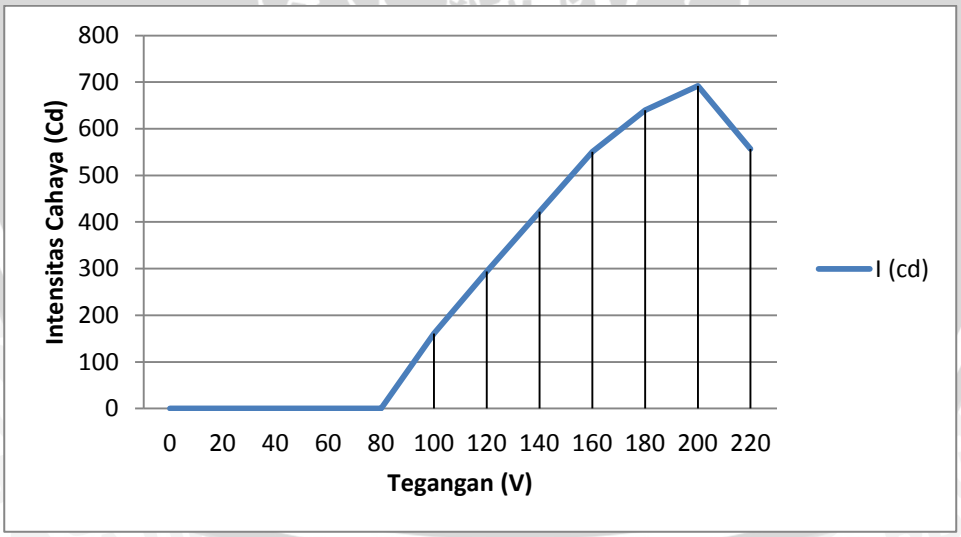
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Antara Tegangan Dengan Intensitas Cahaya Menggunakan Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 8W Merk A

Pada gambar 4.7 menyatakan hubungan antara tegangan dengan intensitas cahaya. Untuk lampu 8W merk B pada posisi tegangan 40V lampu sudah dinyatakan padam dan untuk tegangan 220V intensitas cahaya berbalik menjadi turun. Lampu merk B ini sistem penerangannya sama seperti 5W lampu merk B.



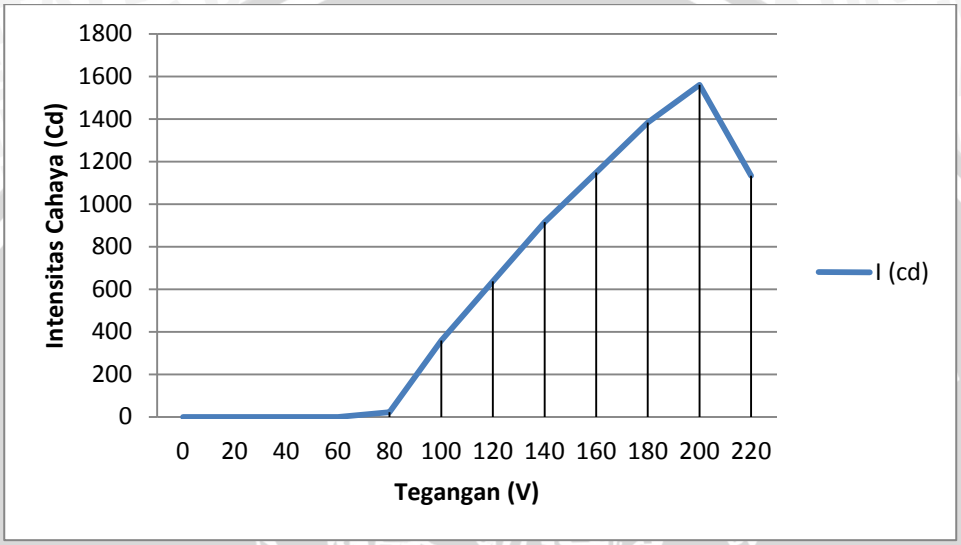
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Antara Tegangan Dengan Intensitas Cahaya Menggunakan Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 8W Merk B

Pada lampu merk C dengan 8W yang ditunjukkan pada gambar 4.8, kondisi lampu ini berbeda dengan 5W. Jadi, pada posisi tegangan 80V lampu sudah padam. Untuk tegangan 220V sendiri masih sama intensitas cahaya tetap turun. Gambar tersebut dapat dilihat dibawah ini.



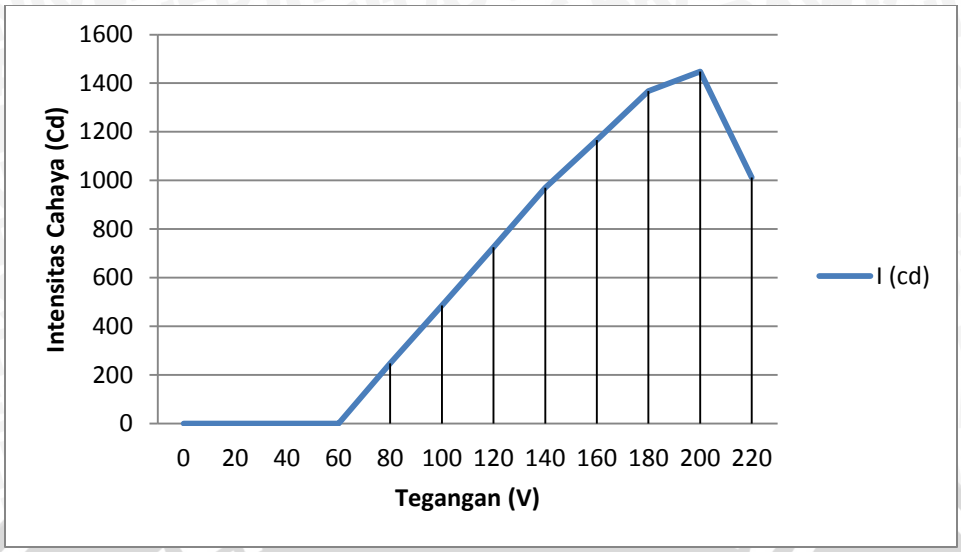
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Antara Tegangan Dengan Intensitas Cahaya Menggunakan Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 8W Merk C

Untuk lampu dengan daya 11W merk A memiliki penurunan intensitas cahaya yang drastis dari posisi tegangan 100V sampai 80V yaitu intensitas cahaya 117 turun menjadi 7. Setelah itu posisi tegangan 60V lampu sudah padam dan untuk tegangan 220V masih sama dengan lampu lainnya intensitas cahaya menurun. Penjelasan ini dapat dilihat pada gambar 4.9



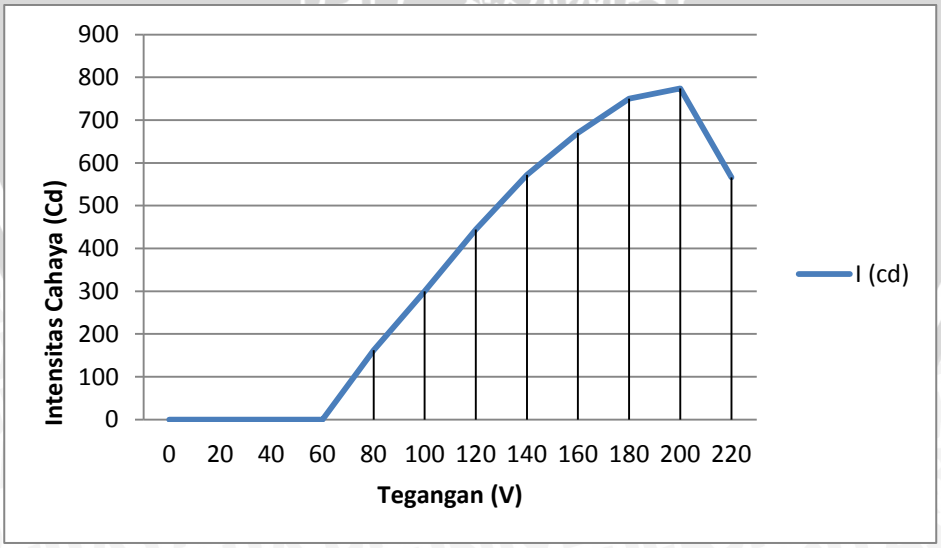
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Antara Tegangan Dengan Intensitas Cahaya Menggunakan Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 11W Merk A

Pada gambar 4.10 dapat dilihat bahwa kondisi daya 11W pada lampu merk B ini berbeda dengan kondisi daya sebelumnya. Posisi tegangan 60V lampu sudah padam, dan untuk tegangan 220V itensitas cahaya kembali menurun.



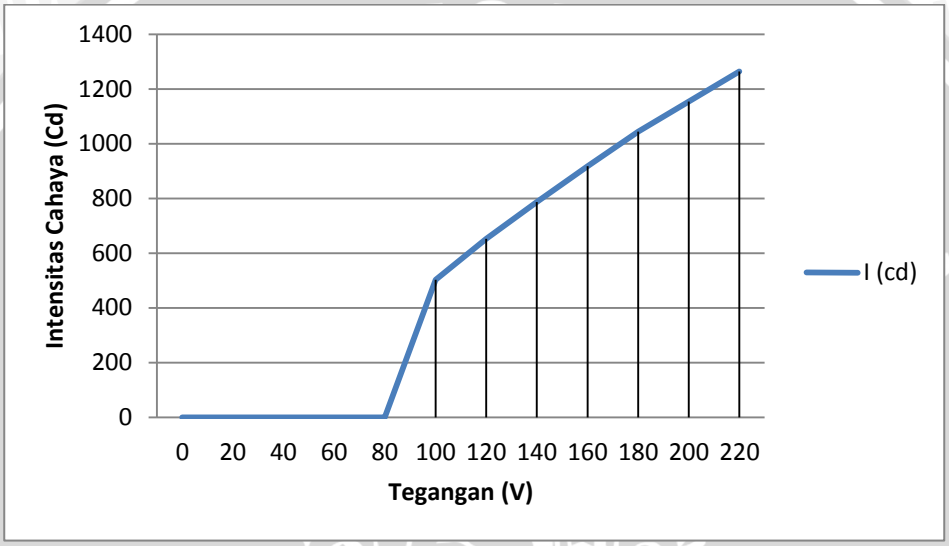
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Antara Tegangan Dengan Intensitas Cahaya Menggunakan Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 11W Merk B

Pada lampu merk C memiliki penurunan intensitas cahaya yang bertahap sesuai dengan sistem penerangannya. Kondisi lampu padam masih sama dengan daya lampu-lampu sebelumnya, pada saat tegangan 60V lampu sudah padam. Untuk penurunan intensitas cahaya masih juga terjadi saat tegangan 220V. Gambar dapat dilihat pada 4.11



Gambar 4.11 Grafik Hubungan Antara Tegangan Dengan Intensitas Cahaya Menggunakan Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 11W Merk C

Pada gambar 4.12 dapat dilihat bahwa LED memiliki intensitas cahaya yang lebih besar dari lampu SL. Sistem pencahayaan pada LED tergolong bagus dikarenakan bertahap dan tidak mudah panas. Pada tegangan 220V intensitas cahaya pada LED tidak terjadi penurunan masih tetap konsisten semakin tinggi tegangan semakin tinggi pula intensitas cahayanya. Untu ketahanan lampu LED, padam pada posisi tegangan 80V.



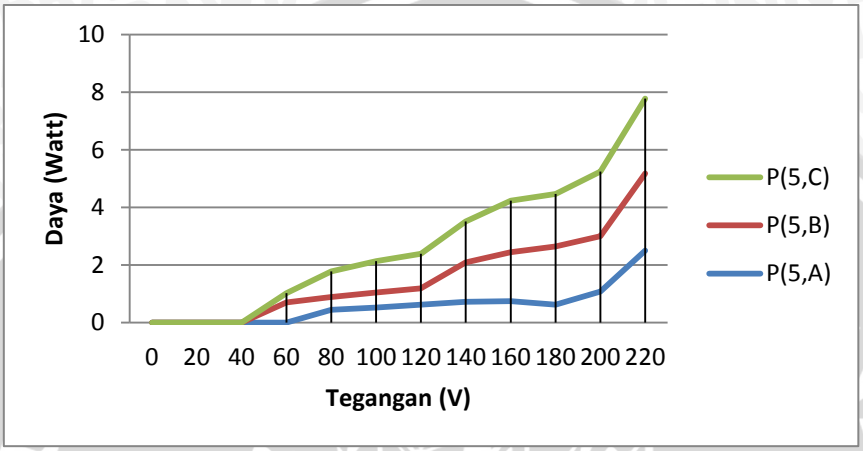
Gambar 4.12 Grafik Hubungan Antara Tegangan Dengan Intensitas Cahaya Menggunakan Lampu LED

Dengan adanya semua gambar diatas dapat disimpulkan bahwa lampu merk A memiliki intensitas cahaya yang kurang baik dibanding lampu merk B dan C. Dikatakan memiliki intensitas cahaya yang kurang karena lampu merk A selalu lebih dulu padam dari pada lampu merk B dan C. Intensitas cahaya pada lampu merk A jika terjadi penurunan tidak secara bertahap, melainkan turun secara drastis.

4.8 Grafik Hubungan antara Tegangan dengan Daya

4.8.1 Hubungan antara Tegangan dengan Daya pada Lampu 5 Watt

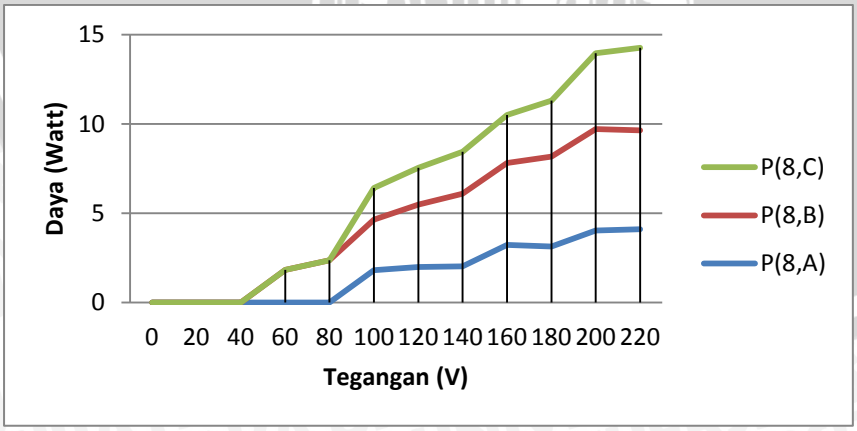
Pada gambar 4.13 dapat dilihat lampu merk B memiliki daya sebenarnya yang lebih besar dibanding lampu merk A dan C. Daya yang sebenarnya pada lampu merk A dan C semakin turun tegangannya, semakin turun juga dayanya.



Gambar 4.13 Hubungan Antara Tegangan Dengan Daya

4.8.2 Hubungan antara Tegangan dengan Daya pada Lampu 8 Watt

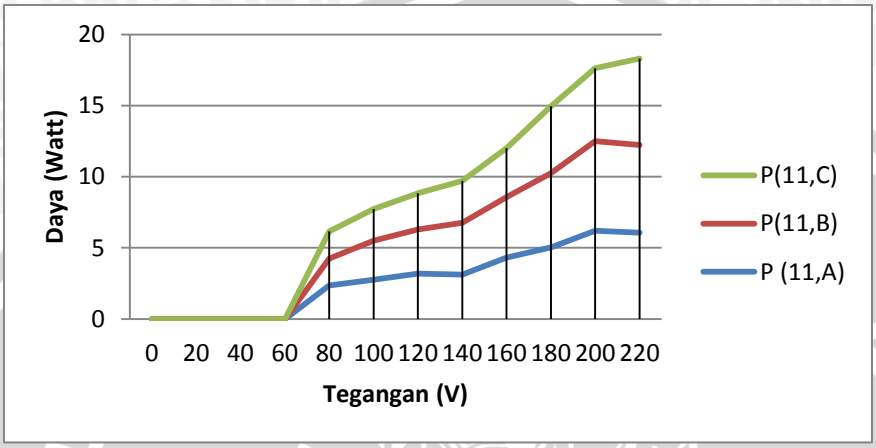
Pada gambar 4.14 dapat dilihat lampu merk B memiliki daya sebenarnya yang lebih besar dibanding lampu merk A dan C. Daya yang sebenarnya pada lampu merk A dan C semakin turun tegangannya, semakin turun juga dayanya.



Gambar 4.14 Hubungan Antara Tegangan Dengan Daya

4.8.3 Hubungan antara Tegangan dengan Daya pada Lampu 11 Watt

Pada gambar dibawah dapat dilihat lampu merk B memiliki daya sebenarnya yang lebih besar dibanding lampu merk A dan C, sama seperti pada watt sebelumnya lampu B ini memiliki peningkatan dan penurunan yang tidak teratur. Lampu merk A dan C juga masih sama seperti watt sebelumnya yaitu semakin turun tegangannya, semakin turun juga dayanya.

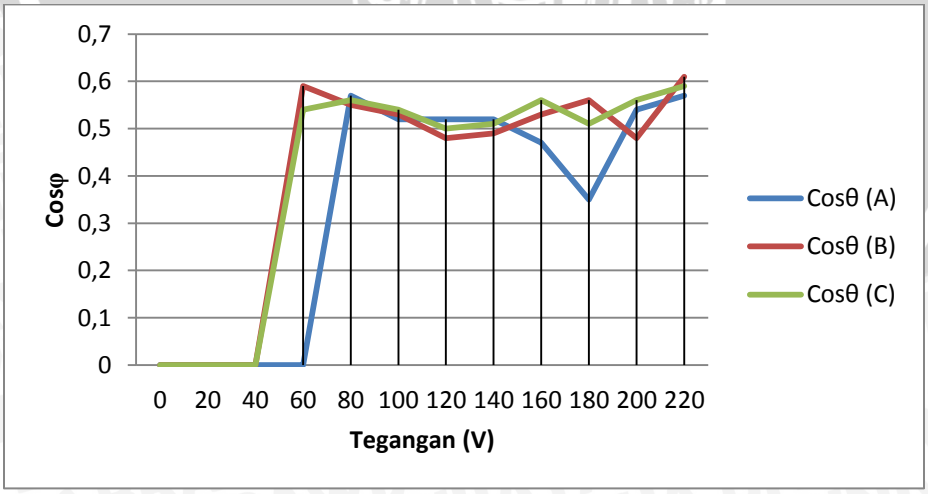


Gambar 4.15 Hubungan Antara Tegangan Dengan Daya

4.9 Hubungan antara Tegangan dengan Cosφ

4.9.1 Hubungan antara Tegangan dengan Cosφ pada Lampu 5Watt

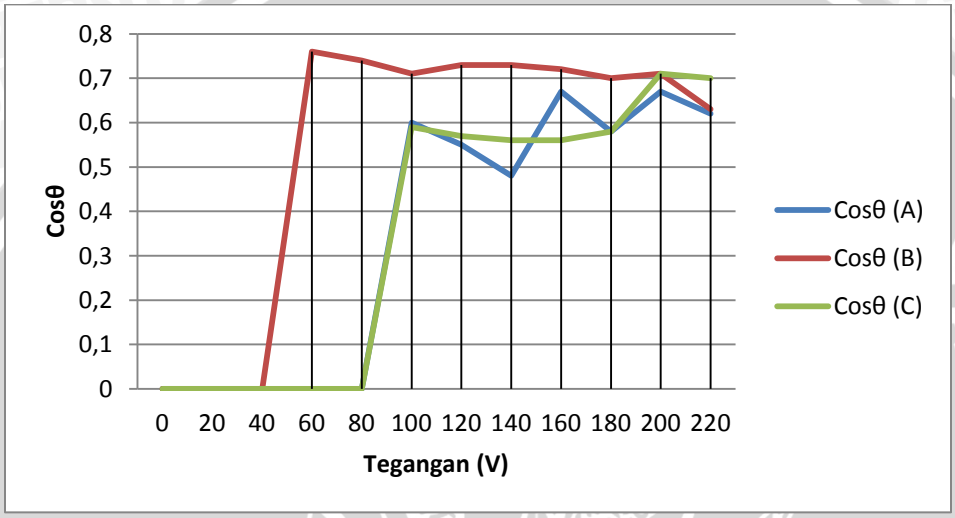
Pada gambar 4.16 merupakan hubungan antara tegangan dengan sudut phasa dengan merk yang berbeda. Dapat dilihat ketiga merk memiliki sudut phasa yang berubah-ubah pada setiap tegangan catu.



Gambar 4.16 Hubungan Antara Tegangan Dengan Cosθ

4.9.2 Hubungan antara Tegangan dengan Sudut Cosφ pada Lampu 8Watt

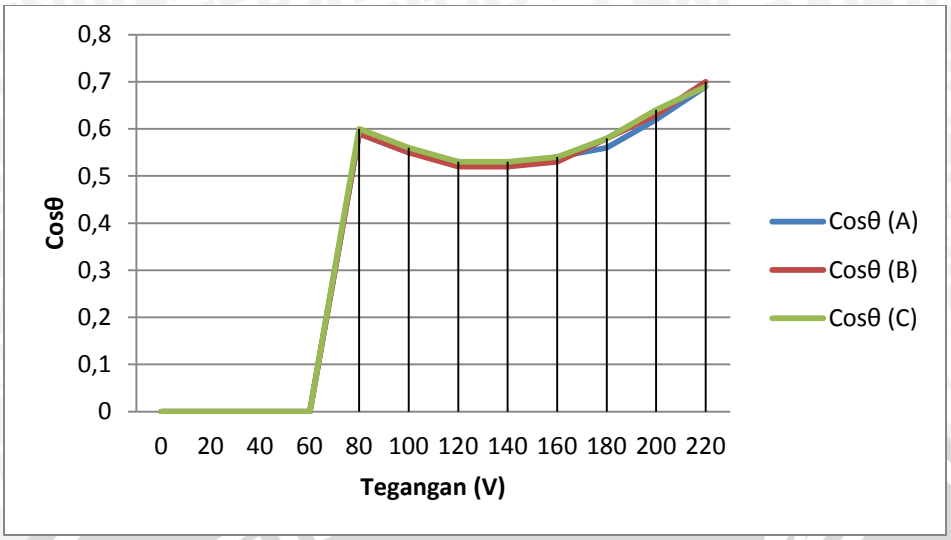
Pada gambar dibawah merupakan hubungan antara tegangan dengan sudut phasa dengan merk yang berbeda. Dapat dilihat ketiga merk memiliki sudut phasa yang berubah-ubah pada setiap tegangan catu. Pada lampu merk B untuk tegangan 60V sudut phasa pada lampu ini semakin tinggi dan pada tegangan 220V lampu merk C memiliki sudut phasa yang paling tinggi.



Gambar 4.17 Hubungan Antara Tegangan Dengan Cosφ

4.9.3 Hubungan antara Tegangan dengan Cosφ pada Lampu 11Watt

Pada gambar 4.18 hubungan tegangan dengan sudut phasa masih sama dengan watt yang sebelumnya. Penaikan dan penurunan pada setiap lampu dengan merk yang berbeda memiliki penaikan dan penurunan yang tidak konsisten.



Gambar 4.18 Hubungan Antara Tegangan Dengan Cosφ

4.10 Perhitungan Biaya Energi Listrik

Untuk dapat menentukan biaya besarnya energi listrrik yang harus dibayar, maka harus ditentukan pemakain energi listrik selama lampu menyala. Pemakaian energi listrik untuk lampu diatur melalui *time switch* yang mulai menyala pukul 16.00 dan mati pukul 22.00 kembali menyala pukul 05.00 dan mati kembali pukul 07.00, sehingga lampu beroperasi selama 9 jam. Dengan menggunkana persamaan (2-10), (2-11), dan (2-12) didapatkan perhitungan untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 5W yaitu:

P = V x I x cosφ

= 220 x 0,02 x 0,8

= 3,52 W

Q = V x I x sinφ

= 220 x 0,02 x 0,6

= 2,64 VAR

S = $\sqrt{P^2 + Q^2}$

= $\sqrt{3{,}52^2 + 2{,}64^2}$

= 4,4 VA

Maka dalam satu hari energi yang dibutuhkan:

W = P x 9 jam

= 3,52 W x 9 jam

= 31,68 Wh

= 0,0316 kWh

Sehingga dapat dihitung dalam satu bulan:

W = 0,0316 kWh x 30 hari

= 0,948 kWh

Tarif yang digunakan untuk lampu pada rumah menurut aturan Perusahaan Listrik Negara adalah termasuk golongan R1 dengan harga Rp 833,- per kWh menggunakan biaya beban juga energi minimum. Perhitungannya sebagai berikut:

R1 = 40 jam menyala x daya tersambung (kVA) x biaya pemakaian

= 40 x 1,3 kVA x Rp 833,-

= Rp 43.316,-

Maka biaya bulanan yang harus dibayarkan adalah:

Biaya bulanan R1 = biaya beban + ((daya dipakai kWh) x Rp 833,-)

= Rp 43.316 + (0,948 kWh x Rp 833,-)

= Rp 44.105,-

Dengan menggunkana persamaan (2-10), (2-11), dan (2-12) didapatkan perhitungan untuk lampu LED5W yaitu:

P = V x I x cosφ

= 220 x 0,01 x 0,8

= 1,76 W

Q = V x I x sinφ

= 220 x 0,01 x 0,6

= 1,32 VAR

S = $\sqrt{P^2 + Q^2}$

= $\sqrt{1{,}76^2 + 1{,}32^2}$

= 2,2 VA

Maka dalam satu hari energi yang dibutuhkan:

W = P x 9 jam

= 1,76 W x 9 jam

= 15,84 Wh

= 0,0158 kWh

Sehingga dapat dihitung dalam satu bulan:

W = 0,0158 kWh x 30 hari

= 0,474 kWh

Tarif yang digunakan untuk lampu pada rumah menurut aturan Perusahaan Listrik Negara adalah termasuk golongan R1 dengan harga Rp 833,- per kWh menggunakan biaya beban juga energi minimum. Perhitungannya sebagai berikut:

R1 = 40 jam menyala x daya tersambung (kVA) x biaya pemakaian

= 40 x 1,3 kVA x Rp 833,-

= Rp 43.316,-

Maka biaya bulanan yang harus dibayarkan adalah:

Biaya bulanan R1 = biaya beban + ((daya dipakai kWh) x Rp 833,-)

= Rp 43.316 + (0,474 kWh x Rp 833,-)

= Rp 43.710,-

Pada perhitungan biaya energi listrik dapat dilihat jumlah biaya pada lampu LED Rp 43.710,- lebih murah dibanding lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) Rp 44.105 ,-

Kesulitan dalam menghitung pemakaian daya lampu penerangan adalah tidak ada kepastian waktu secara presisi kapan tepatnya lampu menyala atau mati. Jadi misal memiliki unit lampu penerangan cukup banyak (>5 unit) dengan penghuni rumah lebih dari 2 orang, akan sulit untuk mendapatkan hasil yang akurat dari jumlah pemakaian daya oleh masing-masing lampu.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil percobaan dan perhitungan-perhitungan yang dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

a. Didapatkan nilai daya listrik yang sebenarnya pada lampu yaitu:
   Untuk lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 5W merk A adalah 2,5 watt dan lampu LED 5W adalah 1,4 watt
b. Didapatkan efikasi cahaya untuk lampu LED 1133,98 lm/watt lebih besar dari lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) yang hanya 305,98 lm/watt.
c. Pada perhitungan biaya energi listrik dapat dilihat jumlah biaya pada lampu LED Rp 43.710,- lebih murah dibanding lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) Rp 44.105,-
   Jadi dapat diketahui antara lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) dan LED yang hemat energi adalah lampu LED, karena LED memiliki lumen dan efikasi cahaya yang tinggi tetapi biaya energi listriknya lebih murah dibanding lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*).

5.2 Saran

Untuk yang akan datang dari tugas akhir ini, penulis menyarankan:

1. Untuk pemakain energi listrik yang lebih hemat dalam penggunaan lampu penerangan, maka pemakaian lampu hemat energi LED adalah yang terbaik.
2. Pemilihan jenis lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) agar diperhatikan pada merk lampu dan tidak terpancing dengan iklan, karena perbedaan teknologi masing-masing produsen yang berpengaruh pada intensitas penerangan.
3. LED memiliki kualitas penerangan yang jauh lebih bagus dibanding lampu hemat energi *fluorescent* jenis SL akan tetapi harga sulit dijangkau.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional, 2001, SNI *6575 Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung*, Jakarta : BSN

Badan Standarisasi Nasional, 2000, *SNI 6197 Instalasi Arus Searah*.

Harten, P.Van, 1985, *Instalasi Listrik Arus Kuat 2*, Bandung : Binacipta.

Kadir, Abdul, 2000. *Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik.* Cetakan Pertama, Jakarta : Universitas – Indonesia (UI – Press).

Karlen M, 2004, *Lighting Desain Basics*.

Mismail, Budiono, 1981. *Rangkaian Listrik*, Malang : Universitas Brawijaya.

Muhaimin, 2001, *Teknologi Pencahayaan*, Bandung: PT. Refika Aditama.

Neidle Michael, 1991, *Teknologi Instalasi Listrik*, Jakarta: Erlangga.

Setiawan, awan, 2000, *Teknologi Penerangan*, Malang.

Songli, Yulianus, 2010, *Analisa Jatuh Tegangan Feader Paccekkang Gardu Induk Daya*, Makasar.

SPLN, 1987, *Spesifikasi Desain Untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR).*

Wibawa, Unggul, 2004. *Manajemen Industri –II*, Malang : Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

LAMPIRAN

Lampiran Hasil Pengukuran

Tabel L 1. Tabel Pengukuran Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 5W Merk A

V	I (A)	Cosφ	E (Lux)	Keterangan	P (watt)	I (cd)
220	0,02	0,57	199	TERANG	2,5	609,3
200	0,01	0,54	232	TERANG	1,08	710,03
180	0,01	0,355	209	TERANG	0,63	639,64
160	0,01	0,47	184	TERANG	0,75	563,13
140	0,01	0,52	165	TERANG	0,72	504,98
120	0,01	0,52	116	TERANG	0,62	355,01
100	0,01	0,52	88	MULAI REDUP	0,52	269,32
80	0,01	0,57	55	MULAI REDUP	0,45	168,32
60	0	0	0	MATI	0	0

Tabel L 2. Tabel Pengukuran Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 5W Merk B

V	I (A)	Cosφ	E (Lux)	Keterangan	P (watt)	I (cd)
220	0,02	0,61	215	TERANG	2,68	658
200	0,02	0,48	245	TERANG	1,92	749,82
180	0,02	0,565	219	TERANG	2,01	670,25
160	0,02	0,539	195	TERANG	1,69	596,79
140	0,02	0,49	164	TERANG	1,37	501,92
120	0,01	0,486	134	TERANG	0,57	410,1
100	0,01	0,53	102	TERANG	0,53	312,17
80	0,01	0,55	72	MULAI REDUP	0,44	220,35
60	0,02	0,59	48	MULAI REDUP	0,7	146,9
40	0	0	0	MATI	0	0

Tabel L 3. Tabel Pengukuran Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 5W Merk C

V	I (A)	Cos θ	E (Lux)	Keterangan	P (watt)	I (cd)
220	0,02	0,59	119	TERANG	2,59	364,2
200	0,02	0,56	217	TERANG	2,24	664,12
180	0,02	0,51	209	TERANG	1,83	639,64
160	0,02	0,565	187	TERANG	1,79	572,31
140	0,02	0,51	169	TERANG	1,42	517,22
120	0,02	0,5	131	TERANG	1,2	400,92
100	0,02	0,54	100	TERANG	1,08	306,05

80	0,02	0,56	64	MULAI REDUP	0,89	195,87
60	0,01	0,54	37	MULAI REDUP	0,32	113,23
40	0	0	0	MATI	0	0

Tabel L 4. Tabel Pengukuran Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 8W Merk A

V	I (A)	Cos θ	E (Lux)	Keterangan	P (watt)	I (cd)
220	0,03	0,62	293	TERANG	4,09	896,72
200	0,03	0,67	365	TERANG	4,02	1117,08
180	0,03	0,58	311	TERANG	3,13	951,81
160	0,03	0,67	258	TERANG	3,21	789,61
140	0,03	0,48	193	TERANG	2,01	590,67
120	0,03	0,55	132	TERANG	1,98	403,98
100	0,03	0,6	76	MULAI REDUP	1,8	232,59
80	0	0	0	MATI	0	0

Tabel L 5. Tabel Pengukuran Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 8W Merk B

V	I (A)	Cos θ	E (Lux)	Keterangan	P (watt)	I (cd)
220	0,04	0,63	364	TERANG	5,54	1114,02
200	0,04	0,71	425	TERANG	5,68	1300,71
180	0,04	0,7	438	TERANG	5,04	1340,49
160	0,04	0,72	396	TERANG	4,6	1211,96
140	0,04	0,73	340	TERANG	4,08	1040,57
120	0,04	0,73	271	TERANG	3,5	829,39
100	0,04	0,71	201	TERANG	2,84	615,16
80	0,04	0,74	148	TERANG	2,36	452,95
60	0,04	0,76	68	MULAI REDUP	1,82	208,11
40	0	0	0	MATI	0	0

Tabel L 6. Tabel Pengukuran Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 8W Merk C

V	I (A)	Cos θ	E (Lux)	Keterangan	P (watt)	I (cd)
220	0,03	0,7	182	TERANG	4,62	557,01
200	0,03	0,71	226	TERANG	4,26	691,67
180	0,03	0,58	209	TERANG	3,13	639,64
160	0,03	0,56	180	TERANG	2,68	550,89
140	0,03	0,56	138	TERANG	2,35	422,34
120	0,03	0,57	96	MULAI REDUP	2,05	293,8
100	0,03	0,59	65	MULAI REDUP	1,77	160,88
80	0	0	0	MATI	0	0

Tabel L 7. Tabel Pengukuran Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 11W Merk A

V	I (A)	Cos θ	E (Lux)	Keterangan	P (watt)	I (cd)
220	0,04	0,69	370	TERANG	6,07	1132,38
200	0,05	0,62	510	TERANG	6,2	1560,85
180	0,05	0,56	452	TERANG	5,04	1383,34
160	0,05	0,54	375	TERANG	4,32	1147,68
140	0,05	0,52	299	TERANG	3,12	915,09
120	0,05	0,53	208	TERANG	3,18	636,58
100	0,05	0,55	117	TERANG	2,75	358,07
80	0,05	0,59	7	MULAI REDUP	2,36	21,42
60	0	0	0	MATI	0	0

Tabel L 8. Tabel Pengukuran Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 11W Merk B

V	I (A)	Cos θ	E (Lux)	Keterangan	P (watt)	I (cd)
220	0,04	0,7	331	TERANG	6,16	1013,02
200	0,05	0,63	473	TERANG	6,3	1447,62
180	0,05	0,58	447	TERANG	5,22	1368,04
160	0,05	0,53	381	TERANG	4,24	1166,05
140	0,05	0,52	317	TERANG	3,64	970,17
120	0,05	0,52	237	TERANG	3,12	725,34
100	0,05	0,55	159	TERANG	2,75	486,62
80	0,04	0,59	81	MULAI REDUP	1,88	247,9
60	0	0	0	MATI	0	0

Tabel L 9. Tabel Pengukuran Lampu Hemat Energi *fluorescent* jenis SL (*Soft Light*) 11W Merk C

V	I (A)	Cos θ	E (Lux)	Keterangan	P (watt)	I (cd)
220	0,04	0,69	185	TERANG	6,07	566,19
200	0,04	0,64	253	TERANG	5,12	774,3
180	0,04	0,58	245	TERANG	4,7	749,82
160	0,04	0,54	219	TERANG	3,45	670,25
140	0,04	0,53	187	TERANG	2,96	572,31
120	0,04	0,53	145	TERANG	2,54	443,77
100	0,04	0,56	98	MULAI REDUP	2,24	299,92
80	0,04	0,6	53	MULAI REDUP	1,92	162,2
60	0	0	0	MATI	0	0

Tabel L 10. Tabel Pengukuran Lampu LED

V	I (A)	Cos θ	E (Lux)	Keterangan	P (watt)	I (cd)
220	0,01	0,64	413	TERANG	1,4	1263,99
200	0,01	0,6	377	TERANG	1,2	1153,81
180	0,01	0,58	341	TERANG	1,04	1043,63
160	0,01	0,55	300	TERANG	0,88	918,15
140	0,01	0,56	257	TERANG	0,78	786,55
120	0,01	0,57	213	TERANG	0,68	651,88
100	0,01	0,58	164	TERANG	0,58	501,92
80	0	0	0	MATI	0	0