

TUGAS AKHIR

PENGARUH PERUBAHAN FREKUENSI SUMBER TERHADAP LIFETIME LAMPU HEMAT ENERGI, LAMPU LED, DAN LAMPU PIJAR

*Diajukan untuk memenuhi tugas-tugas dan syarat-syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

BANGUN PARULIAN

NPM : 1407220133



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2018

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PERUBAHAN FREKUENSI SUMBER
TERHADAP LIFETIME LAMPU HEMAT ENERGI,
LAMPULED, DAN LAMPU PIJAR**

*Diajukan Guna Melengkapi Tugas – tugas dan Sebagai Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T) Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Telah Diuji dan Disidangkan Pada Tanggal :
(9 September 2018)

Oleh :

Bangun Parulian

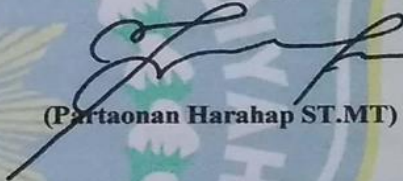
1407220133

Pembimbing I



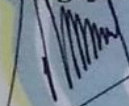
(Ir. Abdul Azis Hutasuhut, MM.)

Pembimbing II



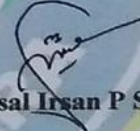
(Partaonan Harahap ST.MT)

Penguji I



(M. Adam, ST.,MT.)

Penguji II



(Faisal Irsan P ST.MT)

Diketahui dan Disahkan
Ketua Jurusan Teknik Elektro



(Faisal Irsan P ST.MT)

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Bangun Parulian
NPM : 1407220133
Tempat/Tgl Lahir : Bagas Godang , 18 MEI 1994
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir (skripsi) saya ini yang berjudul :

Pengaruh perubahan frekuensi sumber terhadap lifetime lampu hemat energi, lampu led, dan lampu pijar.

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena berhubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di proses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakan integritas Akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 9 Oktober 2018

Saya yang menyatakan



Bangun Parulian)

Frekuensi yang dapat mempengaruhi penurunan iluminansi pada lampu penerangan. Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan pada perubahan frekuensi sumber terhadap ketiga jenis lampu penerangan selama waktu beban puncak. Dari penelitian ini di dapatkan tingkat penurunan iluminansi lampu antara Philips 3 – 3.4 Lux, Chiyoda 3.5 – 3.9 Lux, dan Tigerhead 3.3 – 3.7 Lux. Untuk Lampu jenis Lampu Hemat Energi (LHE) bentuk Essential dengan daya 11 Watt, tingkat penurunan iluminasinya adalah ; Philips 2.7 – 3.2 Lux, Hanochs 3.7 – 4.1 Lux, dan Kawachi 3 – 3.4 Lux. Sedangkan lampu jenis Light Emission Diode (LED) dengan daya 7 Watt tingkat penurunan iluminasinya yaitu ; Philips 3.4 -3.8 Lux, Hanochs 3.2 – 3.6 Lux ; Kawachi 5.1 – 5.5 Lux.

Kata Kunci : Perubahan fluktuasi, lifetime, iluminasi.

ABSTRACT

The frequency that can affect the reduction in illuminance in lighting lamps. In this study, observations were made on changes in the source frequency of the three types of lighting lamps during peak load times. From this research, the reduction rate of lamp illumination between Philips 3 - 3.4 Lux, Chiyoda 3.5 - 3.9 Lux, and Tigerhead 3.3 - 3.7 Lux. For the Essential Energy Energy Saving Lamp (LHE) type with 11 Watts of power, the level of reduction in illumination is; Philips 2.7 - 3.2 Lux, Hanochs 3.7 - 4.1 Lux, and Kawachi 3 - 3.4 Lux. While the Light Emission Diode (LED) type lamp with 7 Watt power the level of illumination reduction is; Philips 3.4 -3.8 Lux, Hanochs 3.2 - 3.6 Lux; Kawachi 5.1 - 5.5 Lux

Keywords: Changes in fluctuations, lifetime, illumination.

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan sebatas ilmu dan kemampuan yang penulis miliki, sebagai tahap akhir dalam menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dengan perjuangan yang berat dan perilaku akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“PENGARUH PERUBAHAN FREKUENSI SUMBER TERHADAP LIFETIME LAMPU HEMAT ENERGI, LAMPU LED, DAN LAMPU PIJAR”**.

Dalam penyusunan Skripsi penulis telah banyak menerima bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulisan dengan setulus hati mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT, karena atas berkah dan izin-Mu saya dapat menyelesaikan tugas akhir dan studi di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Teristimewa Buat Ayahanda Rahmat Siregar Dan Ibunda Mariani Ritonga Yang Telah Banyak Memberikan Pengorbanan Dan Memberi Kasih Sayang Segenap Hati Dan Tanpa Mengenal Kata Lelah Sehingga Penulis Bisa Seperti Saat Ini, Serta Abangda Dan Adinda Telah Banyak Memberikan Doa Dan Dorongan Moril Sehingga Penulis Dapat Menyelesaikan Skripsi.

3. Bapak Munawar Alfansury ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Ade Faisal, ST, Msc, Ph.D selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Khairul Umurani, ST, MT, selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, ST, MT, sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Partaonan Harahap, ST, MT, Sebagai Sekretaris Jurusan Dan Selaku Pembimbing II. Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
8. Bapak Ir.Abdul Azis Hutasuhut, MT, Sebagai Dosen Pembimbing I , Skripsi Yang Selalu Sabar Membimbing, Memberikan Arahan Serta Motivasi Kepada Penulis
9. Bapak M. Adam , ST, MT, Selaku Penguji Skripsi Saya Yang Terlah Banyak Memberikan Masukan Dan Arahan Dalam Penulisan Skripsi Ini.
10. Seluruh Teman-Teman, Staf Pengajar Dan Pegawai Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Kepada teman seperjuangan Fakultas Teknik yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu serta Keluarga Besar Teknik Elektro 2014 yang selalu memberikan semangat, kebersamaan yang luar biasa.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Untuk itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan Skripsi ini dimasa yang akan datang.

Akhirnya kepada Allah SWT penulis berserah diri semoga kita selalu dalam lindungan serta limpahan rahmat-Nya dengan kerendahan hati penulis berharap mudah-mudahan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis khususnya.

Medan, 18 Agustus 2018

Penulis

Bangun Parulian
1407220133

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 LatarBelakang	1
1.2 RumusanMasalah.....	2
1.3 TujuanPenelitian.....	2
1.4 BatasanMasalah.....	2
1.5 ManfaatPenelitian.....	3
1.6 Metodologi Penelitian.....	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Studi Literatur.....	5
2.2 LandasanTeori.....	8
2.2.1 Teori Kuantum Max Planck.....	8
2.2.2 Luminansi.....	9

2.2.3	IntensitasPenerangan.....	10
2.2.4	Intensitas Cahaya.....	10
2.2.5	Cahaya.....	11
2.2.6	Teori Dasar Mengenai Lampu.....	12
2.3	Lampu Pijar.....	13
2.3.1	Konstruksi Lampu Pijar.....	13
2.3.2.	EfisiensiLampuPijar.....	16
2.4	Lighting Emitting Diode (LED).....	17
2.4.1	Defenisi Lampu LED dan Cara Kerjanya.....	17
2.4.2	Klasifikasi LED.....	18
2.4.2.1	Traditional inorganic LED.....	18
2.4.2.2	Organic LED.....	19
2.4.2.3	High Brightness (Keceraan Tinggi) LED.....	20
2.5	Lampu Hemat Energi (LHE).....	22
2.5.1	Defenisi dan Proses Kerja Lampu Hemat Energi.....	22
2.5.2	Bentuk Lampu Hemat Energi	23
2.6	Lux Meter.....	24

2.6.1	Prosedur Penggunaan Alat Lux Meter.....	25
2.6.2	Prinsip Kerja dan Bagian	27
2.6.3	Bagian Bagian Dari Lux Meter.....	28
2.6.4	Cara Pembacaan Dan Kegunaan Lux Meter.....	29
2.7	Multimeter.....	30
2.7.1	Multimeter Analog.....	30
2.7.1.1	Bagian-bagian Multimeter Analog.....	31
2.7.2	Multimeter Digital.....	32
2.7.2.1	Bagian-bagian Multimeter Digital.....	32
2.7.3	Fungsi Multimeter.....	33

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Lokasi Penelitian.....	36
3.2	Bahandan Peralatan Penelitian.....	36
3.2.1	Bahan- bahan Penelitian.....	36
3.2.2	Peralatan Penelitian.....	37
3.3	Analisa Kebutuhan Data.....	38
3.4	Jalannya Penelitian	38

3.5 Langkah Kerja Penelitian.....	39
3.5.1 Pengujian Beban	39
3.5.2 Pengujian Pengukur Beban Penelitian	40
3.5.3 Pengujian Pengukuran Intensitas Cahaya.....	40
3.6 Gambar Rangkaian Penelitian.....	41
3.7 Flowchart/ Diagram Alir.....	42

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Tingkat Penurunan Iluminansi Pada Lampu Pijar, Lampu Hemat Energi Dan Lampu Led.....	43
4.2 Analisa Perhitungan Energi Kuantum (E) Cahaya	47
4.2.1 Analisa Perhitungan Energi Kuantum Pada Waktu 00 Jam ..	47
4.2.2 Analisa Perhitungan Energi Kuantum Pada Waktu 24 Jam...	51
4.2.3 Analisa Perhitungan Energi Kuantum Pada Waktu 84 Jam...	54
4.3 Analisa Perhitungan Fluks Cahaya \emptyset	58
4.3.1 Analisa Perhitungan Fluks Cahaya \emptyset Saat 00 Jam.....	58
4.3.2 Analisa Perhitungan Fluks Cahaya \emptyset Saat 24 Jam.....	61
4.3.3 Analisa Perhitungan Fluks Cahaya \emptyset Saat 84 Jam.....	63

4.4 Analisa Pengaruh Perubahan (Fluktasi) Frekuensi Terhadap Penurunan Iluminasi Lampu.....	68
4.4.1 Tingkat Perubahan Fluktasi Frekuensi.....	68

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN.....	70
5.2 SARAN.....	71

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

2.1 Radiasi antara Sinar UV & Inframerah.....	17
2.2 Fluks Cahaya.....	18
2.3 Radian.....	19
2.4 Steradian.....	19
2.5 Lampu Pijar.....	23
2.6 Konstruksi Lampu Pijar.....	23
2.7 Lampu LED.....	27
2.8 Bentuk Lampu Hemat Energi.....	29
2.9 Digital Luxmeter.....	31
2.10 Bagian-bagian Luxmeter.....	33
2.11 Bagian-bagian Multimeter Analog.....	36
2.12 Bagian-bagian Multimeter Digital.....	37
3.1 Rancangan rangkaian listrik lampu.....	43
4.1 Grafik perbandingan tingkat penurunan Iluminasi (lux) lampu pijar Terhadap Waktu (jam).....	49
4.2 Grafik perbandingan tingkat penurunan Iluminasi (lux) lampu hemat energi Terhadap Waktu (jam).....	51
4.3 Grafik perbandingan tingkat penurunan Iluminasi (lux) lampu LED	

terhadap Waktu(jam).....	53
4.4 Grafik perbandingan selisih fluktuasi tegangan (V) terhadap Selisih penurunan iluminasi lampu pijar.....	62
4.5 Grafik perbandingan selisih fluktuasi tegangan (V) terhadap Selisih penurunan iluminasi lampu hemat energi.....	65
4.6 Grafik perbandingan selisih fluktuasi tegangan (V) terhadap Selisih penurunan iluminasi lampu LED.....	68

DAFTAR TABEL

2.1 Panjang Gelombang.....	11
2.2 Tingkat Efisiensi Pencahayaan beberapa jenis lampu pijar.....	17
4.1 Tabel Frekuensi.....	46
4.2 Tabel Tingkat Penurunan Iluminansi per (12 Jam).....	46
4.3 Tabel Energi Kuantum Dan Fluks Cahaya.....	66
4.4 Tabel Selisih Fluktasi Frekuensi.....	67

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sejalan dengan perkembangan teknologi saat ini, energi listrik memegang peranan penting dan kebutuhannya meningkat dalam menunjang pembangunan Indonesia . Sebaliknya energi yang tersedia sangat terbatas, maka kebuthan efesiensi penggunaan energi pada semua system yang membutuhkan energi listrik.

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

Seiring dengan kebutuhan energi listrik saat ini, banyak jenis lampu yang di buat oleh pabrik. Jenis lampu pijar dan *Fluorescent* banyak digunakan di masyarakat untuk penerangan. Kebutuhan untuk penerangan masyarakat dapat memilih jenis lampu yang di senangi sesuai kebutuhannya umumnya Lampu Hemat Energi (LHE). Sebab jenis lampu yang beredar saat ini telah dibuat dan diproduksi dengan berbagai merk sesuai dengan pabrik pembuatannya.

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian berupa perubahan frekuensi sumber terhadap lampu pijar, LED dan Lampu Hemat Energi (LHE) dengan cara mengukur frekuensi dan luminansi serta memberi keterangan berapa nominal frekuensi sumber agar lampu dapat bertahan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka penulisan dapat merumuskan, beberapa permasalahan antara lain :

1. Seberapa besar pengaruh frekuensi sumber terhadap lumens (waktu hidup) pada 3 jenis lampu. Yakni lampu pijar, lampu led dan lampu hemat energy.
2. Perhitungan nilai fluks cahaya energi kuantum dari setiap lampu
3. Seberapa lama lifetime dan besar nilai kualitas lumens dari masing – masing ketiga jenis lampu tersebut.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini anantara lain adalah :

1. Membuktikan adanya pengaruh perubahan frekuensi terhadap lumens.
2. Menganalisa fluks cahaya dari setiap lampu.
3. Menunjukkan nilai kualitas lumens dari masing – masing ketiga jenis lampu tersebut.

1.4. Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penulisan skripsi ini tidak meluas, maka permasalahan dibatasi :

1. Menggunakan 9 buah lampu, 3 jenis, 3 merk dengan kapasitas daya yang berbeda – beda.

2. Membandingkan hasil pengukuran nilai iluminasi cahaya dengan nilai hasil perhitungan energi kuantum masing-masing pada ketiga jenis lampu.
3. Pengukuran pada lampui dengan percobaan merubah frekuensi untuk mendapatkan nilai lumens.

1.5. Manfaat Penelitian

Dapat menganalisa dan meneliti berapa lama lifetime (masa pakai) lampu setelah adanya perubahan tegangan dan frekuensi yang signifikan sehingga calon pengguna lampu dapat merencanakan penggunaan lampu secara efisien yang sesuai dengan kebutuhan.

1.6 Metodologi Penelitian

Skripsi ini tersusun atas beberapa bab pembahasan. Sistematika penulisan tersebut adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini menguraikan secara singkat latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelian serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat tentang kutipan dari penelitian terdahulu serta menguraikan tentang teori dasar – dasar umum tentang lampu hemat energy (LHE).

BAB III : METODOLOGI

Pada Bab ini berisikan tempat data riset serta langkah – langkah pemecahan masalah yang akan di bahas, meliputi langkah – langkah pengumpulan data dengan cara riset serta pengolahan data.

BAB IV : ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menguraikan hasil analisa dari data yang telah diambil di lapangan serta melakukan perhitungan – perhitungan sesuai dengan teori – teori untuk mencapai tujuan yang di maksud.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang dapat diambil setelah pembahasan seluruh masalah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Studi Literatur.

[1] Upaya Efisiensi Pemakaian Daya Listrik dengan Perbandingan Lampu TL, Lampu Hemat Energi dan Lampu Pijar Pada Rumah Sederhana yang bertujuan untuk menbandingkan secara ekonomis pemakaian lampu jenis TL, dan SL/HE dengan lampu jenis pijar ditinjau dari segi kehematan daya listrik untuk masing – masing merk dan jenis lampu yang digunakan.

[2] Perbandingan Unjuk Kerja Lampu Hemat Energi (LHE) Bergaransi Dan Tidak Bergaransi menyimpulkan Pada penelitian ini seharusnya menggunakan LHE dengan daya 20 watt, akan tetapi karena yang tersedia dipasaran LHE 20 watt ini terbatas jumlahnya, maka digunakan LHE yang berdaya antara 18 watt dan 20 watt. Dengan memperhatikan data spesifikasi setiap LHE, terlihat bahwa harga LHE sebanding dengan hasil- hasil pengukuran yang baik, tidak bergantung kepada bergaransi atau tidaknya LHE tersebut, LHE dengan hasil pengukuran yang lebih baik berharga lebih mahal.

[3] Didapatkan nilai daya listrik pada lampu yang sebenarnya yaitu : Untuk lampu SL 5W merk A adalah 2,5 watt dan lampu LED 5W adalah 1,4 watt . Dapat ditentukan lampu hemat energi antara SL dan LED yaitu LED. Lampu LED memiliki luminansi yang baik karena luminansi pada lampu LED dilakukan secara bertahap, penurunan luminansi pada lampu LED juga tidak drastis seperti lampu SL.

[4] Perubahan tegangan sumber terhadap faktor daya pada tegangan normal 220V diturunkan tegangan tiap satu jam sampai ke tegangan 150V, lalu dinaikan ketegangan 240V, setelah satu jam kemudian diturunkan lagi ketegangan normal 220V. Setiap penurunan tegangan terjadi kenaikan Faktor daya sebesar 50-63% dan bila tegangannya mencapai 240V maka factor dayanya malahan turun sebesar 40-52%.

[5] Salah satu faktor yang mempengaruhi nilai lumen/watt suatu LED adalah nilai binning yang dimiliki LED tersebut, semakin besar nilai binning-nya maka semakin jelek kualitasnya. Dari hasil percobaan didapatkan bahwa nilai lumen/watt untuk LED 2 adalah 696 lumen/watt, ini berarti nilai per satuan LED nya adalah 48,33 lumen untuk tiap LED yang tersusun didalam rangkaian. Untuk mengurangi jumlah daya pada rangkaian LED bisa dilakukan dengan mengurangi jumlah LED yang tersusun didalamnya. $\cos \phi$ yang dihasilkan dari rangkaian LED ini masih cukup rendah, sehingga daya semu (S)nya akan bertambah menjadi lebih besar dari daya nyatanya (P). Harmonisa (THD) arus dari rangkaian LED masih besar yaitu 50,5%. Beberapa hal yang dapat diperhatikan ialah: Untuk pencahayaan yang lebih baik bisa digunakan pemantul (reflector) yang lebih standart, agar tidak banyak cahaya yang terbuang. Perbaikan nilai $\cos \phi$ akan meningkatkan kualitas dari rangkaian LED yang dibuat.

[6] bahwa Intensitas cahaya yang dihasilkan sebanding dengan daya dan tegangan input yang masuk. Frekuensi kerja berbanding terbalik dengan konsumsi daya yang diserap oleh beban. Lampu TL dengan ballast elektronik dapat tetap

menyala walaupun tegangan inputnya turun hingga 100 volt dari tegangan normal 220 volt.

[7] Sebuah rumah dengan tipe 36 yang terdiri dari 2 buah kamar tidur, 1 ruang tamu, 1 ruang keluarga, 1 kamar mandi dan teras masing-masing di pasang 1 titik lampu, jumlah keseluruhan 6 titik lampu. Dari seluruh ruangan / titik lampu yang dipasang daya total yang diperlukan adalah 768 Joule per 12 jam dan energy yang terpakai selama 1 bulan adalah 23,04 KWh. Tarif atau biaya dari semua lampu yang di pakai selama 1 bulan adalah Rp 13.939,2.

[8] 64% LHE tidak memenuhi persyaratan pada CISPR 15 sedangkan 36% sisanya memenuhi persyaratan pada CISPR 15. Pada kelompok 1 (harga \leq Rp 10.000,-) semua LHE (100%) tidak memenuhi persyaratan uji emisi konduksi: tegangan gangguan terminal utama (mains terminal disturbance voltage). Pada kelompok 2 (harga $>$ Rp 10.000,-) terdapat 5 (lima) LHE yang memenuhi persyaratan dan ada 2 (dua) LHE yang tidak memenuhi persyaratan pada CISPR 15.

[9] Pemakaian energy listrik dari lampu yang dibutuhkan bangunan apartemen per tahun adalah: lampu LED sebesar 508,47 MWh lebih kecil dari enregy lampu CFL sebesar 681,48 MWh dan lampu TL sebesar 682,9 MWh.

[10] Konsumsi daya listrik untuk penerangan di gedung Telkom Divre VII dengan menggunakan lampu TL 36 Watt dan Esensial 20 Watt adalah 32.775 KWh/bulan sedangkan untuk penggunaan LED Tube 18 Watt dan LED esensial 9 Watt adalah 8.984 KWh/bulan sehingga efisiensi yang dihasilkan dengan menggunakan lampu LED adalah sebesar 27,41%, Besar tagihan listrik perbulan menggunakan lampu TL 36 Watt dan esensial 20 Watt adalah sebesar Rp. 38.173.216,- sedangkan untuk

penggunaan lampu LED Tube 18 Watt dan LED esensial 9 Watt adalah sebesar Rp. 10.440.728,- sehingga lebih efisien 365,6%.

2.2. Landasan Teori

2.2.1 Teori Kuantum Max Planck

Teori kuantum dari Max Planck mencoba menerangkan radiasi karakteristik yang dipancarkan oleh benda mampat. Radiasi inilah yang menunjukkan sifat partikel dari gelombang. Radiasi yang dipancarkan setiap benda terjadi secara tidak kontinyu (discontinue) dipancarkan dalam satuan kecil yang disebut kuantum (energi kuantum)

Planck berpendapat bahwa kuantum yang berbanding lurus dengan frekuensi tertentu dari cahaya, semuanya harus berenergi sama dan energi ini berbanding lurus

Dimana :

$$E = h \cdot f$$

E = Energi kuantum

h = Tetapan Planck = $6,626 \times 10^{-34}$ J.s

f = Frekuensi.

$$E = h \cdot f \text{ atau } E = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

Dimana :

h = Tetapan Planck = $6,626 \times 10^{-34}$ J.s

c = Kecepatan cahaya dalam vakum (3×10^8 m *det*⁻¹)

f = Frekuensi (Hz)

λ = Panjang gelombang (m)

2.2.2 Luminansi

Luminansi adalah suatu ukuran untuk terang suatu benda. Luminansi yang terlalu besar akan menyilaukan mata. Luminansi suatu sumber cahaya atau permukaan yang memantulkan cahaya yaitu intensitas cahayanya dibagi luas semu permukaan. Yang dimaksud dengan luas semu permukaan adalah luas proyeksi sumber cahaya pada suatu bidang rata yang tegak lurus pada arah pandang, dan bukan luas permukaan seluruhnya. Faktor refleksi suatu permukaan ikut menentukan luminansi terhadap terang suatu benda yang diterangi oleh lampu.

$$L = \frac{I}{A_s} \text{ cd/cm}^2$$

Dimana:

L = luminansi dalam satuan cd/cm^2

I = intensitas cahaya dalam satuan cd

A_s = luas semu permukaan dalam satuan cm^2

2.2.3 Intensitas Penerangan

Intensitas penerangan atau iluminansi di suatu bidang kerja yaitu flux cahaya yang jatuh bidang itu. Satuan untuk intensitas penerangan adalah lux (lx), dengan lambang E, maka $1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen per } m^2$. Kalau suatu bidang yang mempunyai luas A m^2 , diterangi dengan Φ lumen.

$$\alpha = \frac{\Phi \text{Cahaya yang diserap}}{\Phi \text{Cahaya kena permukaan}} \dots \dots \dots 2.1$$

Jumlah cahaya yang dipantulkan tidak ditentukan oleh mengkilatnya suatu permukaan, tetapi oleh sifat-sifat permukaan bahannya. Permukaan difus akan dapat memantulkan lebih banyak cahaya daripada suatu permukaan yang mengkilap. Bagian flux cahaya yang dipantulkan ditentukan oleh faktor refleksi r suatu permukaan :

$$\alpha = \frac{\Phi \text{ cahaya dipantulkan}}{\Phi \text{ cahaya kena permukaan}} \dots \dots \dots 2.2$$

2.2.4 Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya adalah kuat cahaya yang dikeluarkan oleh sebuah sumber cahaya ke arah tertentu dan diukur menggunakan luxmeter dengan satuan Candela (Satwiko, 2004). Pada umumnya cahaya memiliki empat faktor yang dapat mempengaruhi kualitas pencahayaan yaitu kontras, silau, refleksi cahaya dan kualitas warna cahaya. Kemampuan mata manusia hanya dapat melihat cahaya

dengan panjang gelombang tertentu yang diukur dalam besaran pokok . Intensitas cahaya monokromatik pada panjang gelombang λ adalah:

$$IV = 683\bar{y}(\lambda)$$

Dimana:

IV = intensitas cahaya dalam satuan Candela,

I = intensitas radian dalam unit W/sr,

$\bar{y}(\lambda)$ = fungsi intensitas standar.

2.2.5. Cahaya

Cahaya adalah suatu gejala sumber cahaya yang memancarkan energi. Sebagian dari energi ini diubah menjadi cahaya tampak. Perambatan cahaya diruang bebas dilakukan oleh gelombang-gelombang elektromagnetik. Jadi cahaya itu suatu gejala getaran. Kecepatan rambat V gelombang elektromagnetik di ruang bebas = 3.105 km/det. Jika frekuensi energinya = f dan panjang gelombangnya λ (lambda), maka berlaku:

$$\lambda = \frac{V}{f}$$

Dimana :

Λ = Panjang gelombang

V = Kecepatan rambat

f = Frekuensi

Panjang gelombang tampak berukuran antara 380m μ -780m μ seperti pada tabel berikut ini :

Warna	Panjang gelombang (nm)
Ungu	380-420
Biru	420-495
Hijau	495-566
Kuning	495-566
Jingga	589-627
Merah	627-780

Tabel 2.1 Panjang Gelombang

2.2.6. Teori Dasar Mengenai Lampu

Lampu dalam perkembangannya menjadi salah satu media penerangan penting buatan manusia untuk menggantikan keberadaan cahaya matahari. Seiring dengan kemajuan teknologi, lampu telah mengalami banyak perubahan bila dibandingkan dengan awal penemuannya.

Lampu pertama kali ditemukan pada tahun 1878 oleh Thomas Alva Edison dalam bentuk lampu pijar, penemuan tersebut berawal dari ide untuk membuat lampu dengan filamen yang terbuat dari platinum kemudian dialiri arus, dimana logam platinum tersebut sukar untuk teroksidasi dan mempunyai titik lebur yang tinggi. Namun pada awal-awal percobaan, lampu tersebut padam setiap beberapa menit karena filamen tersebut mendapatkan panas yang berlebih dan terbakar akibat masih adanya kontak dengan udara luar.

Secara umum konsep dasar dari sebuah lampu adalah salah satu bentuk pemanfaatan radiasi elektromagnetik yang dihasilkan dari transfer energi baik yang bersifat fisik maupun kimiawi yang terjadi pada saat lampu menyala.

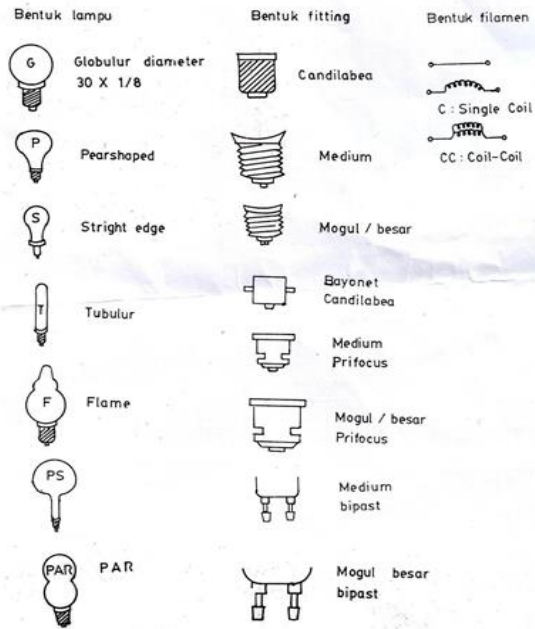
2.3. Lampu Pijar

Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi udara untuk berhubungan, sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi.

Prinsip kerja lampu pijar adalah sangat sederhana. Ketika ada arus listrik mengalir melalui filamen yang mempunyai resistivitas tinggi sehingga menyebabkan kerugian daya yang menyebabkan panas pada filamen sehingga filamen berpijar. Arus listrik yang dialirkan pada filamen atau kawat pijar akan menggerakkan elektron–elektron bebas yang dapat menyebabkan terjadi benturan dengan elektron - elektron yang terikat pada inti atom sehingga elektron terikat akan dapat meloncat dari orbitnya dan menempati orbit yang lain yang lebih besar, kalau kemudian elektron ini kembali ke orbitnya maka kelebihan energinya akan menjadi bebas dan dipancarkan cahaya atau panas, tergantung panjang gelombangnya.

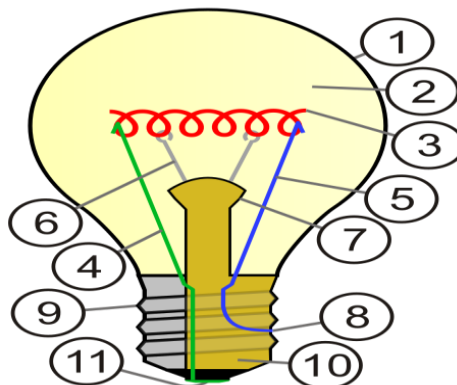
2.3.1 Konstruksi Lampu Pijar

seperti yang diperlihatkan pada gambar dibawah ini. Konstruksi lampu pijar hendaknya dilihat dari bentuk bola lampu, bentuk kaki lampu, dan bentuk – bentuk filamen. Jadi untuk melihat sebuah lampu pijar kita dapat melihat ketiga jenis bagian di bawah.



Gambar : 2.2 Konstruksi lampu pijar

Komponen utama dari lampu pijar adalah bola lampu yang terbuat dari kaca, filamen yang terbuat dari wolfram, dasar lampu yang terdiri dari filamen, bola lampu, gas pengisi, dan kaki lampu.



Gambar : 2.3 Bagian-bagian lampu pijar

1. Bola lampu
2. Gas bertekanan rendah (argon, neon, nitrogen)
3. Filamen wolfram
4. Kawat penghubung ke kaki tengah
5. Kawat penghubung ke ulir
6. Kawat penyangga
7. Kaca penyangga
8. Kontak listrik di ulir
9. Sekrup ulir
10. Isolator
11. Kontak listrik di kaki tengah

- Bola lampu

Selubung gelas yang menutup rapat filamen suatu lampu pijar disebut dengan bola lampu. Macam-macam bentuk bola lampu antara lain adalah bentuk bola, bentuk jamur, bentuk lilin, dan bentuk lainnya. Warna bola lampu antara lain yaitu bening, warna susu atau buram, dan warna merah, hijau, biru, atau kuning.

- Gas pengisi

Pada bagian dalam diisi dengan gas mulia bertekanan rendah seperti argon, neon, kripton, dan xenon atau gas yang bersifat tidak reaktif seperti nitrogen sehingga filamen tidak teroksidasi. Konstruksi lampu halogen juga

menggunakan prinsip yang sama dengan lampu pijar biasa, perbedaannya terletak pada gas halogen yang digunakan untuk mengisi bola lampu.

- Kaki lampu

Dua jenis kaki lampu adalah kaki lampu berulir dan kaki lampu bayonet yang dapat dibedakan dengan kode huruf E (Edison) dan B (Bayonet), diikuti dengan angka yang menunjukkan diameter kaki lampu dalam millimeter.

2.3.2 Efisiensi Lampu Pijar

Efisiensi lampu atau dengan kata lain disebut dengan lumen adalah nilai yang menunjukkan besar efisiensi pengalihan energi listrik ke cahaya dan dinyatakan dalam satuan lumen per Watt. Kurang lebih 90% daya yang digunakan oleh lampu pijar dilepaskan sebagai radiasi panas dan hanya 10% yang dipancarkan dalam radiasi cahaya kasat mata.

Pada tegangan 120 volt, nilai keluaran cahaya lampu pijar 100W biasanya adalah 1.750 lumen, maka efisiensinya adalah 17,5 lumen per Watt. Sementara itu pada tegangan 230 volt seperti yang digunakan di Indonesia, nilai keluaran bolam 100W adalah 1.380 lumen atau setara dengan 13,8 lumen per Watt. Nilai ini sangatlah rendah bila dibandingkan dengan nilai keluaran sumber cahaya putih "ideal" yaitu 242,5 lumen per Watt, atau 683 lumen per Watt untuk cahaya pada panjang gelombang hijau-kuning di mana mata manusia sangatlah peka. Efisiensi yang sangat rendah ini disebabkan karena pada temperatur kerja, filamen wolfram meradiasikan sejumlah besar radiasi inframerah.

Pada tabel di bawah ini terdaftar tingkat efisiensi pencahayaan beberapa jenis lampu pijar biasa bertegangan 120 volt dan beberapa sumber cahaya ideal.

Jenis Lampu	Efisiensi	Lumen/Watt
Lampu Pijar 40 watt	1,9%	12,6
Lampu Pijar 60 watt	2,1%	14,5
Lampu Pijar 100 watt	2,6%	17,5
Radiator <u>benda hitam</u> 4000 K ideal	7,0%	47,5
Radiator <u>benda hitam</u> 7000 K ideal	14%	95
Sumber cahaya monokromatis 555 nm (hijau) ideal	100%	683

Tabel 2.4 tingkat efisiensi pencahayaan beberapa jenis lampu pijar

2.4 Lighting Emitting Diode (LED)

2.4.1 Defenisi lampu LED dan Cara kerjanya

Dalam istilah sederhana, dioda cahaya atau LED adalah perangkat semi konduktor yang dapat memancarkan cahaya ketika di hubungkan pada arus listrik. Cahaya dihasilkan dari partikel yang memberikan arus dikenal sebagai elektron. LED dapat dikatakan sebagai perangkat solid-state. Istilah solid-state juga mencakup organik LED dimana ini dapat di bedakan sebagai bahan teknologi cahaya dari sumber lain yang di gunakan seperti lampu pijar dan lampu halogen atau gas discharge (lampu fluorescent).

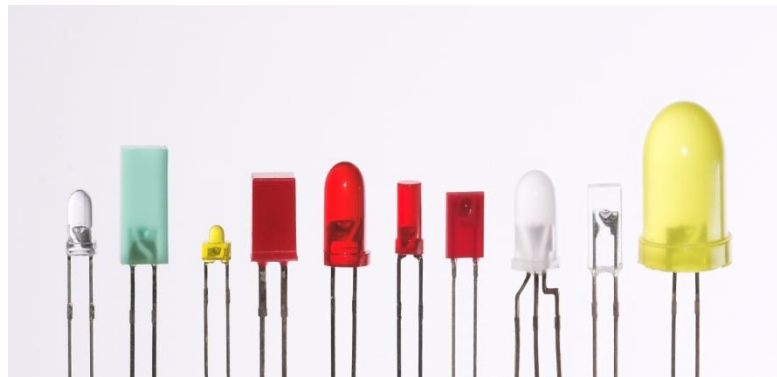
Diode merupakan komponen listrik yang dapat memberikan suatu pancaran atau cahaya ketika terhubung langsung ke arus listrik. Ia bekerja dengan adanya aliran listrik yang memberi cahaya dengan berbagai macam warna. Walaupun warnanya di katakan lebih dari satu dan dalam ukurannya yang kecil, mereka memiliki energi rendah, jika di bandingkan dengan yang lainnya.

2.4.2 Klasifikasi LED

2.4.2.1 Traditional inorganic LED

Jenis LED adalah bentuk tradisional diode yang telah tersedia sejak 1960 – an. Hal ini yang dibuat dari sari bahan organik. Beberapa lebih banyak digunakan adaah senyawa semi konduktor seperti aluminium gallium arsenide, Gallium arsenide phosphide, dan lain – lain.

LED ini ditandai oleh lampu LED kecil yang digunakn sebagai indicator panel seperti Gambar dibawah ini.



Gambar 2.5. Jenis lampu LED tradisional

LED dapat dikategori menjadi 6 bagian antara lain:

1. Satu warna ukurannya 5 mm

2. Surface mount LED
3. LED dengan Dua warna atau warna-warni terdiri dari beberapa jenis LED
4. Yang hidup dengan tegangan berbeda.
5. Jenis LED flashing hidup dengan waktu yang singkat.
6. LED menampilkan alfanumerik

2.4.2.2 Organic LED.

Jenis LED ini menggunakan bahan organik. Jenis tradisional LED memanfaatkan semi konduktor anorganik tradisional dengan berbagai tingkat doping dan menghasilkan cahaya. Jenis LED organik diproduksi dalam lembaran. Biasanya dalam bentuk film yang sangat tipis dari bahan organik dicetak dan dilapis seperti bentuk kaca dapat dilihat pada Gambar. Sebuah sirkuit semi konduktor kemudian digunakan untuk membawa muatan listrik ke lembaran film LED, menyebabkan LED bercahaya .



Gambar 2.6. Jenis lampu organic LED

2.4.2.3 High brightness (kecerahan tinggi) LED

LED memiliki cahaya yang cukup terangan . Jenis LED pada dasarnya sama dengan LED anorganik dasar, namun memiliki output cahaya yang jauh lebih besar. Untuk menghasilkan output cahaya tinggi, jenis LED ini membutuhkan penanganan yang cukup tinggi karena arus yang dibutuhkan cukup besar sehingga memiliki watt yang cukup besar. Seringkali LED ini dipasang sedemikian rupa sehingga mereka dapat dipasang pada heatsink untuk menghilangkan panas yang tidak diinginkan.

Mengingat efisiensi yang lebih besar, dibandingkan dengan lampu pijar dan dan berbagai bentuk lain dari penghematan energi atau energi lampu hemat seperti Compact Fluorescent Bola lampu. Jenis ini memiliki tingkat efisiensi yang lebih besar dan tidak mudah rusak, terutama ketika sedang dinyalakan dan dimatikan berkali-kali. Ditambah dengan transisi sesaat mereka untuk output cahaya penuh, jenis LED dipandang sebagai cara ke depan untuk aplikasi pencahayaan. Dari segi pengeraknya lampu LED terbagi atas :

1. Lampu LED dengan balast sendiri

Lampu LED ini merupakan tipe lampu yang banyak digunakan pada rumah tangga maupun perkantoran. Dimana lampu tersebut didalamnya udah memiliki ballas sendiri/rangkaian pengerak LED.



Gambar 2.7 Lampu LED dengan ballast sendiri.

2. Modul LED

Modul led merupakan lampu LED yang digunakan untuk dekorasi. Lampu ini bisa bisa dibentuk sesuai dengan keinginan seperti tulisan nama toko dan lainnya.



Gambar 2.8. Modul LED

3. Lampu tanpa balast

Merupakan gambar lampu yang tidak memiliki ballast didalamnya dan untuk menghidupkan lampunya digunakan balast tersendiri untuk menghidupkan.



Gambar 2.9 Lampu tanpa balla

2.5 Lampu Hemat Energi (LHE)

2.5.1 Defenisi dan Proses Kerja Lampu Hemat Energi

Lampu hemat energi (LHE) atau compact fluorescent adalah salah satu bentuk pengembangan dari lampu fluorescent. Dimana system kerja lampu hemat energi adalah memancarkan gas didalam tabung lampu sehingga timbul sinar ultra violet akibat energy listrik yang dialirkan. Lampu hemat energi ini terdiri dari ballast elektronik dan tabung gelas.

Ballast atau kumparan hambat bersifat reaktif atau beban induktif dipasang secara seri dengan tabung lampu dan diletakan pada sisi arah masuknya sumber arus. Ballas terdiri dari, kumparan kawat tembaga, bahan isolasi, celah udara, teras besi dan bahan pengisi, kotak plat baja, blok terminal dan alas baja. Semua bahan dikemas menjadi satu dalam kerangka yang cukup kuat dan rapi. Sedangkan rugi-rugi yang terjadi biasanya berupa panas, karena panas yang berlebihan akan mengakibatkan kegagalan isolasi antar kumparan kawat tembaga. Ballas terdiri dari komponen-komponen semi konduktor yang berfungsi sebagai;

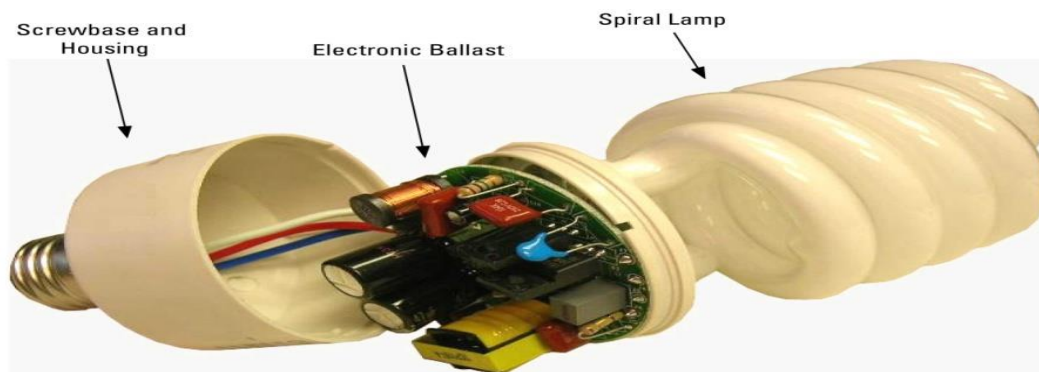
1. Pembangkit tegangan induksi yang tinggi agar terjadi pelepasan elektron di dalam tabung
2. Membatasi arus yang melalui tabung setelah lampu bekerja normal. Dimana proses kerjanya berlaku sebagai saklar yang bekerja pada setiap siklus gelombang dari sumber tegangan dan dirancang untuk menggunakan arus listrik secara hemat dan efisien selama periode pengaturan yang telah ditentukan.

Sementara itu, tabung gelas berisi campuran Merkuri dan gas inert Argon (Ar), dalam keadaan menyala tekanan uap air raksa dalam tabung sangat rendah. Uap air raksa memancarkan sinar ultra ungu, sinar yang keluar diserap oleh serbuk fluorensen dan diubah menjadi cahaya tampak.

Dalam tabung selalu terdapat kelebihan air raksa cair, karena itu tekanan uap air raksa jenuh, yang ditentukan oleh suhu tabung ditempat yang paling dingin. Suhu yang dimaksudkan berkisar sama dengan 400C. Adapun ukuran tabung harus dibuat sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan menurut kemampuan dan ukurannya, sehingga suhu 400C dapat dipertahankan pada suhu keliling 250C, Sedangkan untuk tabung-tabung dengan daya besar, agak sulit untuk dipertahankan suhu kerjanya yang demikian rendah. Oleh karena itu tabung lampu fluorensen dengan daya 125 watt diberi tonjolan didindingnya. Suhu tonjolan akan lebih rendah dari pada di bagian lain dari tabung.

2.5.2 Bentuk Lampu Hemat Energi

Lampu hemat energi memiliki bentuk yang lebih kecil dan lebih sederhana jika dibandingkan dengan lampu fluorescent (Manoppo, "PLC* 23). Dikatakan lebih kecil karena ukuran tabung lampu yang digunakan relatif lebih kecil, dan lebih sederhana karena umumnya pada sebuah rangkaian lampu ini telah terdapat batas dengan bentuk yang lebih kecil dan praktis (integral ballast) baik itu magnetis maupun elektronik, dan ballast tersebut terpasang secara permanen dengan lampu.



Gambar 2.10 Konstruksi Lampu Hemat Energi dengan Ballast Elektronik

2.6 Lux Meter

Lux meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya intensitas cahaya di suatu tempat. Besarnya intensitas cahaya ini perlu untuk diketahui karena pada dasarnya manusia juga memerlukan penerangan yang cukup. Untuk mengetahui besarnya intensitas cahaya ini maka diperlukan sebuah sensor yang cukup peka dan linier terhadap cahaya. Semakin jauh jarak antara sumber cahaya ke sensor maka akan semakin kecil nilai yang ditunjukkan lux meter. Ini membuktikan bahwa semakin jauh jaraknya maka intensitas cahaya akan semakin berkurang. Alat ini didalam memperlihatkan hasil pengukurannya menggunakan format digital yang terdiri dari angka, sebuah sensor. Sensor tersebut diletakan pada sumber cahaya yang akan diukur intensitasnya.

Lux meter digunakan untuk mengukur tingkat iluminasi. Hampir semua lux meter terdiri dari rangka, sebuah sensor dengan sel foto, dan layar panel. Sensor diletakkan pada sumber cahaya. Cahaya akan menyinari sel foto sebagai energi yang diteruskan oleh sel foto menjadi arus listrik. Makin banyak cahaya yang diserap oleh sel, arus yang dihasilkan lebih besar. Kunci untuk mengingat tentang cahaya adalah

cahaya selalu membuat beberapa jenis perbedaan warna pada panjang gelombang yang berbeda. Oleh karena itu, pembacaan merupakan kombinasi efek dari semua panjang gelombang.

Standar warna dapat dijadikan referensi sebagai suhu warna dan dinyatakan dalam derajat Kelvin. Standar suhu warna untuk kalibrasi dari hampir semua jenis cahaya adalah 2856 derajat Kelvin, yang lebih kuning dari pada warna putih. Berbagai jenis dari cahaya lampu menyala pada suhu warna yang berbeda. Pembacaan lux meter akan berbeda, tergantung variasi sumber cahaya yang berbeda dari intensitas yang sama. Hal ini menjadikan, beberapa cahaya terlihat lebih tajam atau lebih lembut dari pada yang lain.

2.6.1 Prosedur Penggunaan Alat Lux Meter

Dalam mengoperasikan atau menjalankan lux meter amat sederhana. Tidak serumit alat ukur lainnya, dalam penggunaannya yang harus benar-benar diperhatikan adalah alat sensornya, karena sensornya yang akan mengukur kekuatan penerangan suatu cahaya. Oleh karena itu sensor harus ditempatkan pada daerah yang akan diukur tingkat kekuatannya (iluminasi) secara tepat agar hasil yang ditampilkan pun akurat. Adapun prosedur penggunaan alat ini adalah sebagai berikut :

- Geser tombol "off/on" ke arah On.
- Pilih kisaran range yang akan diukur (2.000 lux, 20.000 lux atau 50.000 lux) pada tombol Range.

- Arahkan sensor cahaya dengan menggunakan tangan pada permukaan daerah yang akan diukur kuat penerangannya.
- Lihat hasil pengukuran pada layar panel.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam perawatan alat ini adalah sensor cahaya yang bersifat amat sensitif. Dalam perawatannya sensor ini harus diamankan pada tempat yang aman sehingga sensor ini dapat terus berfungsi dengan baik karena sensor ini merupakan komponen paling vital pada alat ini.



Gambar 2.11 Digital Lux Meter

Selain dari sensor, yang harus diperhatikan pada alat ini pun adalah baterainya. Jikalau pada layar panel menunjukkan kata "LO BAT" berarti baterai yang digunakan harus diganti dengan yang baru. Untuk mengganti baterai dapat dilakukan dengan membuka bagian belakang alat ini (lux meter) kemudian mencopot baterai yang habis ini, lalu menggantinya dengan yang dapat digunakan. Baterai yang digunakan pada alat ini adalah baterai dengan tegangan 9 volt, tetapi untuk tegangan baterai ini tergantung pada spesifikasi alatnya.

Apabila hasil pengukuran tidak seharusnya terjadi, sebagai contoh diruangan yang dengan kekuatan cahaya normal setelah dilakukan pengukuran ternyata hasilnya tidak normal maka dapat dilakukan pengkalibrasian ulang dengan menggunakan tombol "Zero Adjust"

2.6.2 Prinsip Kerja alat lux meter

Luxmeter merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur kuat penerangan (tingkat penerangan) pada suatu area atau daerah tertentu. Alat ini didalam memperlihatkan hasil pengukurannya menggunakan format digital. Alat ini terdiri dari rangka, sebuah sensor dengan sel foto dan layar panel. Sensor tersebut diletakan pada sumber cahaya yang akan diukur intensitasnya. Cahaya akan menyinari sel foto sebagai energi yang diteruskan oleh sel foto menjadi arus listrik. Makin banyak cahaya yang diserap oleh sel, arus yang dihasilkan pun semakin besar.

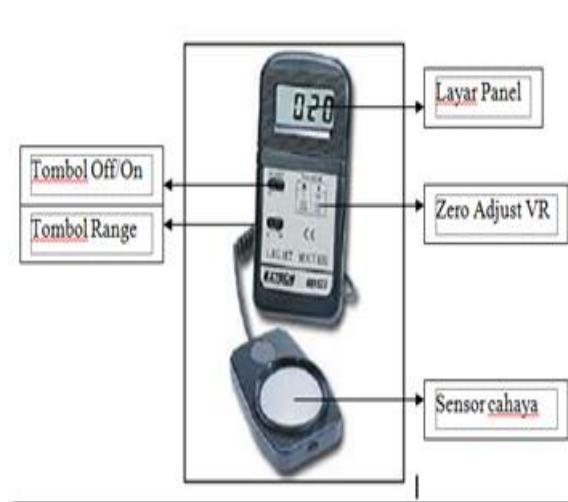
Sensor yang digunakan pada alat ini adalah photo diode. Sensor ini termasuk kedalam jenis sensor cahaya atau optic. Sensor cahaya atau optic adalah sensor yang mendeteksi perubahan cahaya dari sumber cahaya, pantulan cahaya ataupun bias cahaya yang mengenai suatu daerah tertentu. Kemudian dari hasil dari pengukuran yang dilakukan akan ditampilkan pada layar panel.

Berbagai jenis cahaya yang masuk pada luxmeter baik itu cahaya alami ataupun buatan akan mendapatkan respon yang berbeda dari sensor. Berbagai warna yang diukur akan menghasilkan suhu warna yang berbeda, dan panjang gelombang yang

berbeda pula. Oleh karena itu pembacaan yang ditampilkan hasil yang ditampilkan oleh layar panel adalah kombinasi dari efek panjang gelombang yang ditangkap oleh sensor photo diode.

Pembacaan hasil pada Luxmeter dibaca pada layar panel LCD (liquid Crystal digital) yang format pembacaannya pun memakai format digital. Format digital sendiri didalam penampilannya menyerupai angka 8 yang terputus-putus. LCD pun mempunyai karakteristik yaitu Menggunakan molekul asimetrik dalam cairan organic transparan dan orientasi molekul diatur dengan medan listrik eksternal

2.6.3 Bagian- Bagian Dari Alat Lux Meter



Sumber(<http://semutitempro.blogspot.com/2011/03/luxmeter.html>)

2.12 Bagian-bagian Luxmeter

Fungsi bagian- bagian alat ukur :

1. Layar panel : Menampilkan hasil pengukuran
2. Tombol Off/On : Sebagai tombol untuk menyalakan atau mematikan alat
3. Tombol Range : Tombol kisaran ukuran
4. Zero Adjust VR : Sebagai pengkalibrasi alat (bila terjadi error)
5. Sensor cahaya : Alat untuk mengkoreksi/mengukur cahaya.

2.6.4 Cara Pembacaan dan Kegunaan Lux Meter

Pada tombol range ada yang dinamakan kisaran pengukuran. Terdapat 3 kisaran pengukauran yaitu 2000, 20.000, 50.000 (lux). Hal tersebut menunjukan kisaran angka (batasan pengukuran) yang digunakan pada pengukuran. Memilih 2000 lux, hanya dapat dilakukan pengukuran pada kisaran cahaya kurang dari 2000 lux. Memilih 20.000 lux, berarti pengukuran hanya dapat dilakukan pada kisaran 2000 sampai 19990 (lux). Memilih 50.000 lux, berarti pengukuran dapat dilakukan pada kisaran 20.000 sampai dengan 50.000 lux. Jika Ingin mengukur tingkat kekuatan cahaya alami lebih baik menggunakan pilihan 2000 lux agar hasil pengukuran yang terbaca lebih akurat. Spesifikasi ini, tergantung kecangihan alat.

Apabila dalam pengukuran menggunakan range 0-1999 maka dalam pembacaan pada layar panel di kalikan 1 lux. Bila menggunakan range 2000-19990 dalam membaca hasil pada layar panel dikalikan 10 lux. Bila menggunakan range 20.000 sampai 50.000 dalam membaca hasil dikalikan 100 lux.

- **Kegunaan Lux Meter**

Dalam aplikasi penggunaannya dilapangan alat ini lebih sering digunakan pada bidang arsitektur, industri, dan lain-lain. Prinsip kerja alat ini pun banyak digunakan pada alat yang biasa digunakan pada fotografi, sebagai contoh pada alat available light, reflected lightmeter, dan incident lightmeter. Selain itu didalam penelitian-penelitian mengenai tingkat keanekaragaman dan lain- lain yang senantiasa diperlukan data mengenai tingkat pencahayaan alat ini pun dapat digunakan.

2.7 Multimeter

Multimeter adalah alat ukur yang dipakai untuk mengukur tegangan listrik, arus listrik, dan tahanan (resistansi). Itu adalah pengertian multimeter secara umum, sedangkan pada perkembangannya multimeter masih bisa digunakan untuk beberapa fungsi seperti mengukur temperatur, induktansi, frekuensi, dan sebagainya. Ada juga orang yang menyebut multimeter dengan sebutan AVO meter, mungkin maksudnya A (ampere), V(volt), dan O(ohm). Multimeter dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu multimeter analog dan digital.

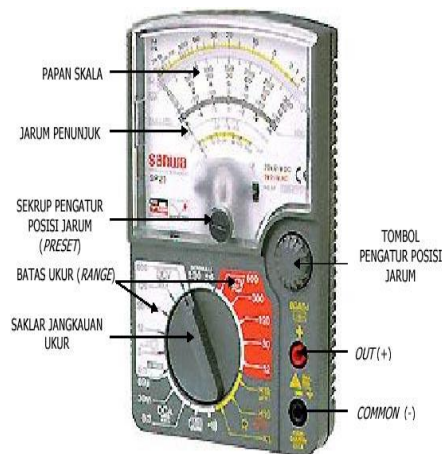
2.7.1 Multimeter Analog

Multimeter Analog atau Multimeter Jarum adalah alat pengukur besaran listrik yang menggunakan tampilan dengan jarum yang bergerak ke range-range yang kita ukur dengan probe. Analog tidak digunakan untuk mengukur secara detail suatu besaran nilai komponen tetapi kebanyakan hanya di gunakan untuk baik atau

jeleknya komponen pada waktu pengukuran atau juga di gunakan untuk memeriksa suatu rangkaian apakah sudah tersambung dengan baik sesuai dengan rangkaian blok yang ada Multimeter analog menggunakan peraga jarum moving coil dan besaran ukur berdasarkan arus (elektronis dan non elektronis)

2.7.1.1 Bagian-bagian Multimeter Analog

- Sekrup pengatur kedudukan jarum penunjuk
- Tombol pengatur jarum penunjuk pada kedudukan zero
- Saklar pemilih
- Lubang kutub
- Saklar pemilih polaritas
- Kotak meter
- Jarum penunjuk meter
- Skala



Gambar 2.13 Multimeter Analog

2.7.2 Multimeter Digital

Multimeter digital atau sering juga disebut sebagai digital multimeter sama merupakan jenis yang telah menggunakan display digital sebagai penampil hasil ukurnya. Hasil ukur yang ditampilkan pada multimeter digital merupakan hasil yang perhitungan antara hasil ukur dan batas ukur.

Multimeter Digital menggunakan peraga bilangan digital dan besaran ukur, berdasarkan tegangan yang dikonversi ke sinyal digital

2.7.2.1 Bagian-bagian Multimeter Digital

- Display Digital
- Saklar pemilih
- Lubang kutub

- Saklar pemilih polaritas
- Kotak meter
- Skala Digital



Gambar 2.14 Multimeter Digital

2.7.3 Fungsi Multimeter

Fungsi ukur yang dimiliki setiap multimeter ada beberapa macam tergantung tipe dan merk multimeter. Akan tetapi pada umumnya setiap multimeter / multimeter memiliki 3 fungsi ukur utama yaitu sebagai alat ukur arus, tegangan dan resistansi. Berikut adalah beberapa fungsi ukur yang ada pada multimeter.

- Ampere Meter

Ampere meter adalah salah satu fungsi ukur pada multimeter yang berfungsi untuk mengukur arus listrik. Pada multimeter pada umumnya terdiri dari 2 jenis

ampere meter yaitu ampere meter DC dan amper meter AC. Pada multimeter analog dan digital pada fungsi ampere meter ini saklar selektor berfungsi sebagai batas ukur maksimum, oleh karena itu arus yang akan diukur harus diprediksikan dibawah batas ukur multimeter yang digunakan. Hal ini bertujuan untuk menghindari kerusakan pada multimeter.

- Volt Meter

Volt meter merupakan fungsi ukur untuk mengetahui level tegangan listrik. Sama halnya dengan fungsi multimeter sebagai ampere meter. Pada fungsi volt meter ini saklar selektor yang ada pada multimeter baik digital maupun analog berfungsi sebagaibatas ukur maksimum, oleh karenaitu harus diprediksikan level tegangan yang akan diukur harus dibawah nilai batas ukur yang dipilih.

- Ohm Meter

Ohm meter merupakan salah satu fungsi multimeter yang berfungsi untuk mengetahui nilai resistansi suatu resistor atau komponen elektronika yang memiliki unsur resistansi. Pada fungsi ohm meter ini untuk multimeter analog saklar selektor berfungsi sebagai multiplier sedangkan pada multimeter digital saklar selektor berfungsi sebagai bats ukur maksimum suatu resistansi yang dapat dihitung oleh multimeter tersebut.

- Kapasitansi Meter

Kapasitansi meter merupakan fungsi yang tidak selalu terdapat pada setiap multimeter. Fungsi kapasitansi meter ini berguna untuk mengetahui nilai kapastansi suatu kapasitor. Pada multi meter analog yang telah memiliki fungsi kapasitansi meter saklar selektor pada fungsi ini berfungsi sebagai multiplier atau faktor pengali dari nilai yang ditunjukkan oleh jarum meter. Sedangkan pada multimeter digital dengan fungsi kapasitansi meter maka saklar selektor berfungsi sebagai batas ukur maksimum

- Frekuensi Meter

Frekuensi meter hanya terdapat pada tipe multimeter digital tertentu. Fungsi frekuensi meter ini digunakan untuk mengetahui frekuensi suatu sinyal atau isyarat pada suatu rangkaian elektronika. Kualitas suatu multimeter ditentukan dari akurasi hasil ukur dan daya tahan multimeter tersebut. Berapa merk multimeter umum dan memiliki kualitas diantaranya adalah multimeter dengan merk sanwa dan heles. Harga jual multimeter analog maupun multimeter digital merk sanwa dan heles tergantung pada tipe mu ltimeter tersebut.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Kampus III UMSU Jalan Kapten Muchtar Basri Glugur Darat II No.3 Medan

3.2 Bahan dan Peralatan Penelitian

Adapun bahan dan alat penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :

3.2.1 Bahan-bahan Penelitian

1. Papan Rangkaian sebagai tempat dirangkainya kabel tembaga.
2. Kabel tembaga tunggal berfungsi sebagai rangkaian listrik.
3. Lampu Pijar merk Philips daya 40 Watt berfungsi sebagai beban 1.
4. Lampu Pijar merk Chiyoda daya 40 Watt berfungsi sebagai beban 2.
5. Lampu Pijar merk Tigerhead daya 40 Watt berfungsi sebagai beban 3.
6. Lampu LHE/CFL merk Philips daya 11 Watt berfungsi sebagai beban 4.
7. Lampu LHE/CFL merk Hanochs daya 11 Watt berfungsi sebagai beban 5.
8. Lampu LHE/CFL merk Kawachi daya 11 Watt berfungsi sebagai beban 6.
9. Lampu LED merk Philips daya 7 Watt berfungsi sebagai beban 7.

10. Lampu LED merk Hanochs daya 7 Watt berfungsi sebagai beban 8.
11. Lampu LED merk Kawachi daya 7 Watt berfungsi sebagai beban 9.
12. Kabel penghubung steker berfungsi untuk menghubungkan rangkaian listrik dan beban ke sumber tegangan (PLN).
13. Sangkar Lampu berfungsi untuk mengikat lampu agar tidak goyang ataupun jatuh.

3.2.2 Alat Penelitian

1. Testpen berfungsi untuk mengetahui adanya tegangan pada steker, rangkaian listrik ataupun beban.
2. Multimeter digital untuk mengukur nilai tegangan pada sumber(PLN) dan tegangan pada beban.
3. Lightmeter digital untuk mengukur kuat cahaya(kuat penerangan) pada sebuah lampu.
4. Tang potong untuk mengelupas ataupun memotong kabel
5. Obeng positif untuk menguatkan/mengencangkan sekrup pada sangkar lampu.
6. Obeng negatif untuk menguatkan/mengencangkan sekrup pada sangkar lampu.

3.3 Analisa Kebutuhan Data

Data-data yang dibutuhkan adalah :

1. Data analisa lampu hemat energi
2. Data bentuk lampu LHE.
3. Data masing-masing frekuensi yang dibutuhkan.

3.4 Jalannya Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Menganalisa data – data penelitian terkait dengan data yang didapat dengan proses Konsultasi terhadap ketua Lab. Transmisi distribusi dengan cara wawancara.
2. Melakukan pengukuran tegangan, frekuensi dan luminansi untuk tiap masing-masing merk lampu pijar, lampu LED dan lampu hemat energy. Pengambilan data juga dilakukan baik didapat dari internet maupun dari buku-buku sebagai referensi.
3. Mengumpulkan data yang di ambil dari hasil penelitian maupun dari internet, merangkum.

3.5 Langkah Kerja Penelitian

3.5.1 Pengujian Beban

1. Menyiapkan bahan –bahan pelaratan penelitian yang diperlukan.
2. Mengecek peralatan dan bahan penelitian dalam keadaan baik dan siap untuk di pakai.
3. Memasang setiap lampu sesuai dengan nomor yang telah ditentukan, untuk lampu pijar dibuat barisan sangkar lampu bagian bawah, untuk lampu hemat energi (lampu CFL) dibuat di barisan sangkar lampu bagian tengah , dan untuk lampu LED dibuat di barisan sangkar lampu bagian atas.
4. Selanjutnya, mengecek rangkaian listrik yang sudah terpasang dan memastikan tidak ada kabel yang salah pasang ataupun terputus.
5. Menghubungkan papan rangkaian ke sumber tegangan (PLN) dengan kabel yang sudah terhubung.
6. Memeriksa tegangan pada kabel rangkaian listrik menggunakan tespen untuk memastikan bahwa kabel bertegangan atau tidak.
7. Menyalakan saklar MCB KWH Meter, kemudian tekan tombol setiap saklar lampu dari saklar 1 hingga saklar 9. Apabila lampu 1 sampai 9 menyala, berarti tegangan dari sumber PLN terdistribusikan secara merata.

3.5.2 Pengujian Pengukur Beban Penelitian

1. Memastikan kondisi semua lampu dalam keadaan hidup/ menyala
2. Mengukur tegangan dan frekuensi pada sumber tegangan dari PLN menggunakan digital multimeter.
3. Mengeset saklar jangkauan ukur digital multimeter ke frekuensi.
4. Memasukkan kabel fasa dan netra pada stop kontak
5. Mengamati nilai yang telah tertera di dalam layar multimeter dan mencatat nilai dari hasil pengukuran.
6. Mencabut kabel fasa dan netral dari stop kontak.
7. Selanjutnya, mengukur frekuensi pada setiap lampu.
8. Dimulai dari lampu 1. Memasangkan kabel fasa multimeter ke bagian fasa lampu 1 dan kabel netral multimeter ke bagian netral lampu 1.

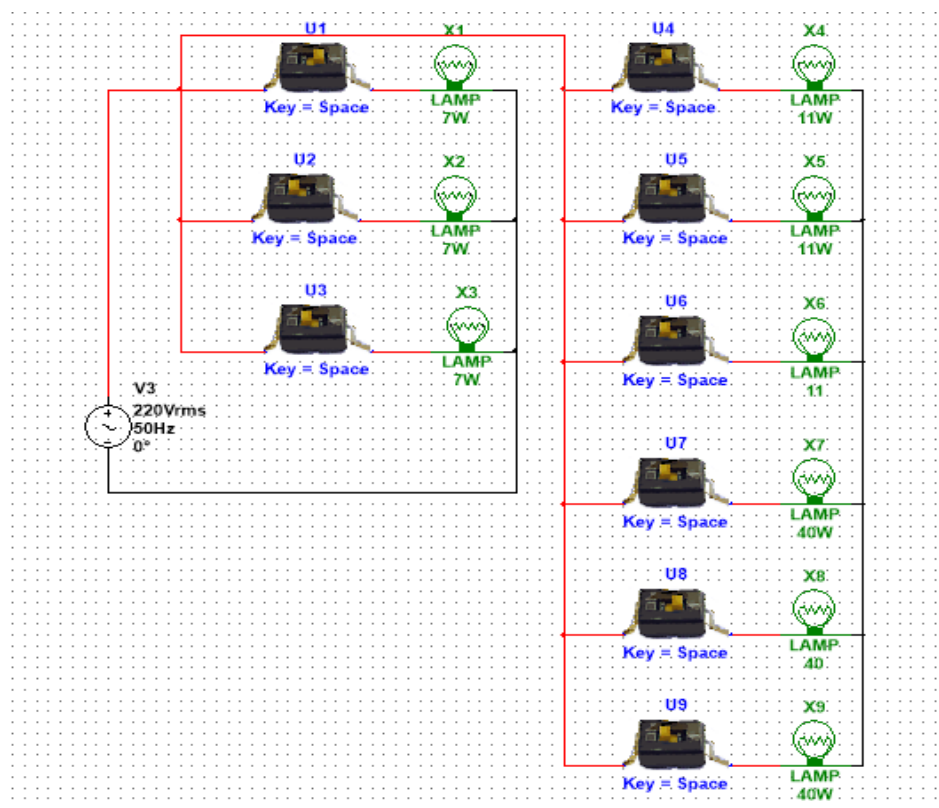
3.5.3 Pengujian Pengukuran Intensitas Cahaya

1. Memastikan kondisi semua lampu dalam keadaan mati.
2. Menekan tombol saklar lampu 1, sehingga lampu 1 menyala.
3. Menentukan jarak ukur lampu dan alat ukur, dengan posisi jarak 1 meter dari lampu yang akan diukur.
4. Mengeset saklar ukur pada lighthmeter ke skala 2000lux.
5. Kemudian beri jarak antara sensor lighthmeter sejauh 1 meter dari lampu 1.
6. Menghadapkan sensor ke arah lampu 1 dengan posisi 180°
7. Mengamati nilai lux yang tertera di dalam layar lightmeter, kemudian mencatat hasil pengukuran dari lighthmeter.

8. Kemudian mengulang langkah kerja dari nomor 2 hingga nomor 7 dengan mengganti lampu 1,2,3 samapi lampu 9.

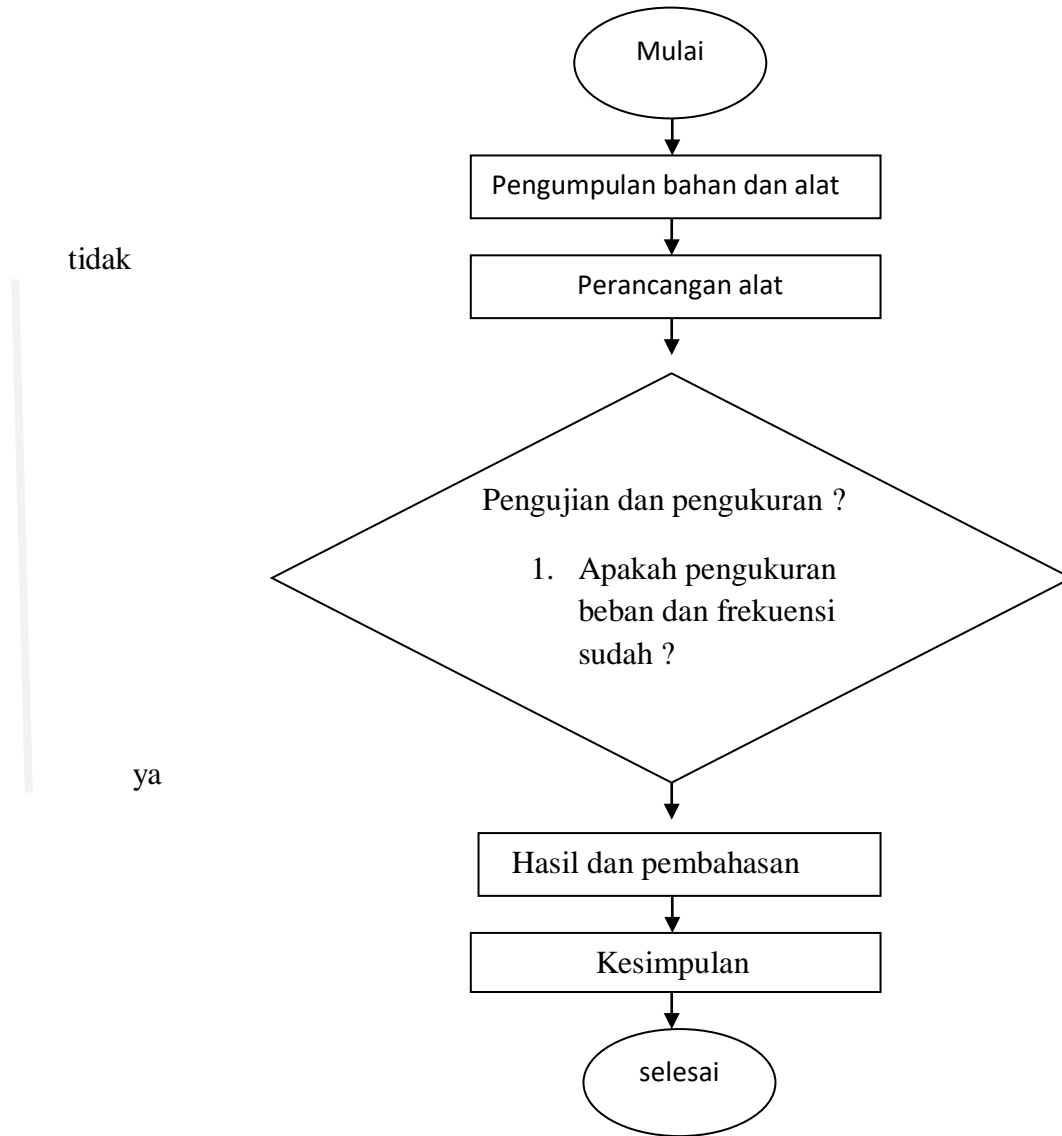
3.6 Rangkaian Percobaan

Berikut adalah gambar rangkaian percobaan pengaruh perubahan frekuensi sumber terhadap lumen lampu pijar, lampu led dan lampu hemat energi



Gambar 3.1 Rangkaian percobaan dengan multsim

3.7 Flowchart/ Diagram Alir.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL PEMBAHASAN DAN ANALISA

4.1 Analisa Tingkat Penurunan Iluminansi Pada Lampu Pijar, Lampu Hemat Energi Dan Lampu Led

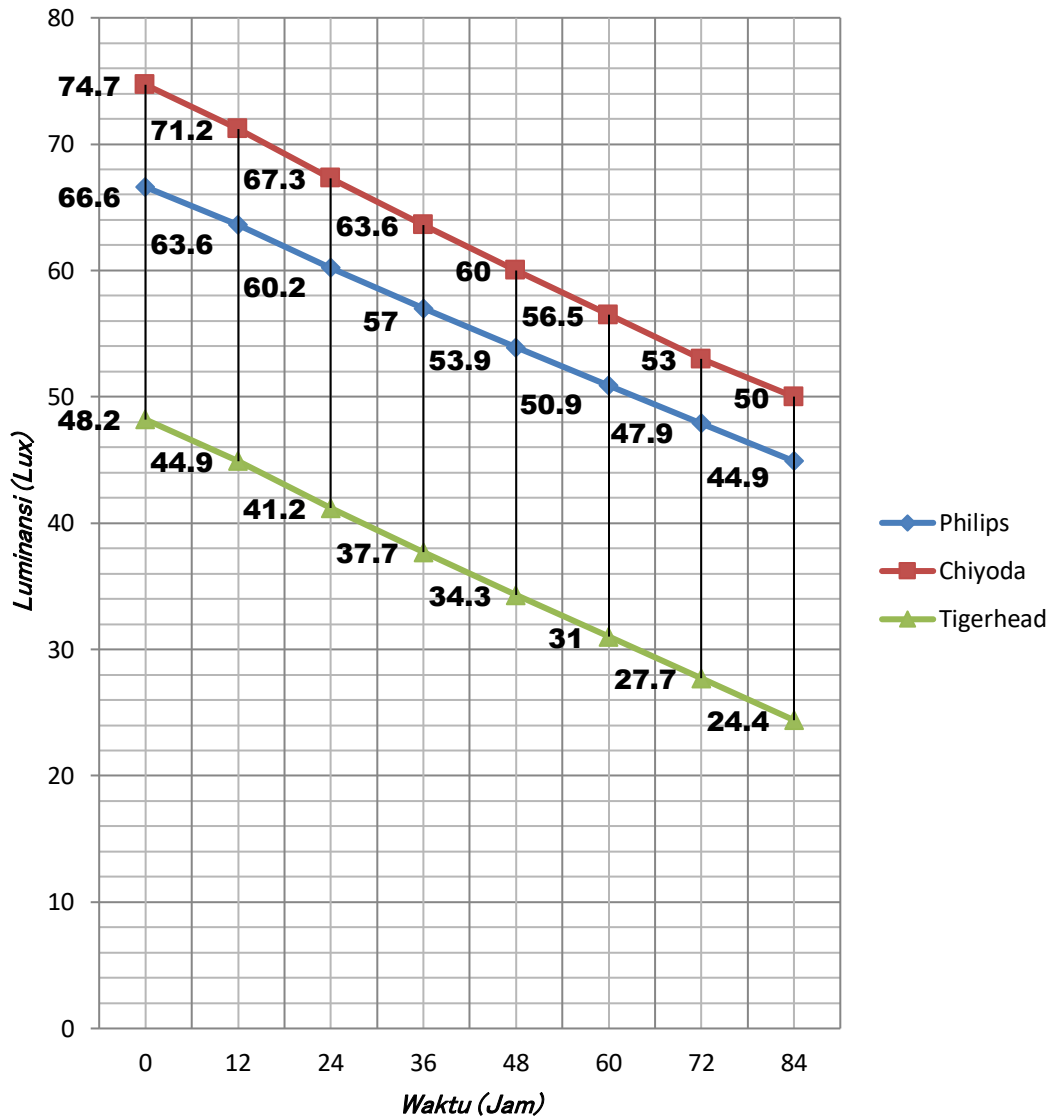
Tabel Frekuensi 4.1

No	Lampu		Daya (W)	Waktu (Jam)							
				0	12	24	36	48	60	72	84
	Jenis	Merk		frekuensi (Hz)	frekuensi (Hz)	frekuensi (Hz)	frekuensi (Hz)	frekuensi (Hz)	frekuensi (Hz)	frekuensi (Hz)	frekuensi (Hz)
1	Pijar	Philips	40	50.16	50.31	50.15	50.33	50.32	50.12	50.55	50.26
2	Pijar	Chiyoda	40	50.23	50.31	50.17	50.31	50.33	50.13	50.50	50.27
3	Pijar	Tigerhead	40	50.14	50.28	50.16	50.37	50.30	50.12	50.53	50.31
4	LHE	Philips	11	50.13	50.24	50.16	50.28	50.32	50.12	50.51	50.26
5	LHE	Hanochs	11	50.23	50.28	50.08	50.27	50.37	50.12	50.49	50.29
6	LHE	Kawachi	11	50.26	50.31	50.10	50.30	50.32	50.07	50.53	50.26
7	LED	Philips	7	50.21	50.31	50.05	50.34	50.32	50.15	50.50	50.28
8	LED	Hanochs	7	50.75	50.28	50.18	50.33	50.37	50.12	50.52	50.17
9	LED	Kawachi	7	50.75	103.3	50.24	50.33	50.31	50.15	50.54	50.29

Tabel Tingkat Penurunan Iluminansi per (12 Jam) 4.2

No	Lampu		Daya (W)	Waktu (Jam)							
				0	12	24	36	48	60	72	84
	Jenis	Merk		Luminans (Lux)	Luminans (Lux)	Luminans (Lux)	Luminans (Lux)	Luminans (Lux)	Luminans (lux)	Luminans (Lux)	Luminansi (Lux)
1	Pijar	Philips	40	66.6	63.6	60.2	57	53.9	50.9	47.9	44.9
2	Pijar	Chiyoda	40	74.7	71.2	67.3	63.6	60	56.5	53	50
3	Pijar	Tigerhead	40	48.2	44.9	41.2	37.7	34.3	31	27.7	24.4
4	LHE	Philips	11	54.2	51.5	48.3	45.3	42.4	39.6	36.8	34.6
5	LHE	Hanochs	11	58.9	55.2	51.1	47.2	43.4	39.7	36	33.2
6	LHE	Kawachi	11	57.1	54.1	50.7	47.5	44.4	41.4	38.4	35.4
7	LED	Philips	7	151.5	148.1	144.3	140.7	137.2	133.8	130.4	127
8	LED	Hanochs	7	146.6	143.4	139.8	136.4	133.1	129.9	127	124.1
9	LED	Kawachi	7	108.4	103.3	97.8	92.5	87.3	82.2	77.1	51.1

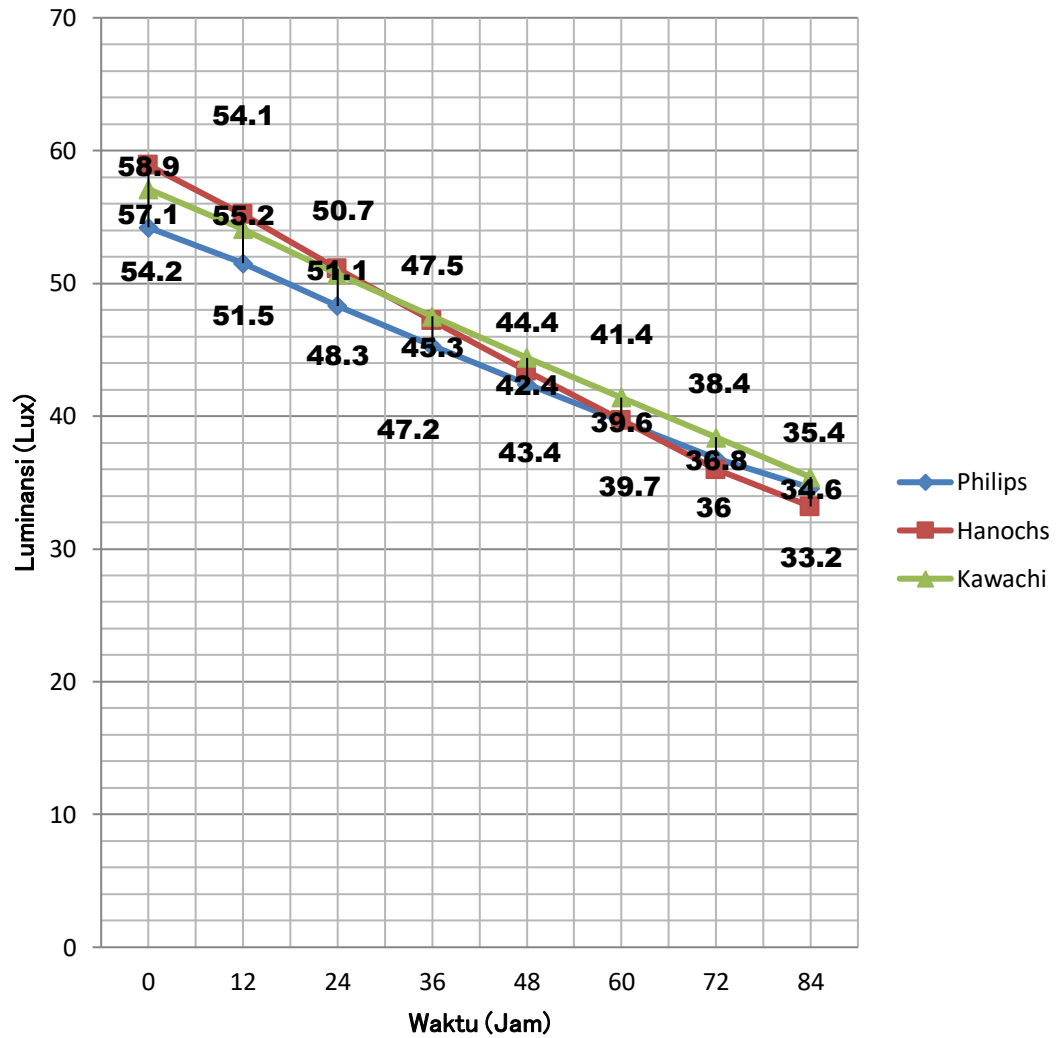
Grafik Renponse Penurunan Luminansi Lampu Pijar



Grafik Perbandingan Tingkat Penurunan Iluminansi (Lux) Lampu Pijar Terhadap

Waktu (Jam) 4.3

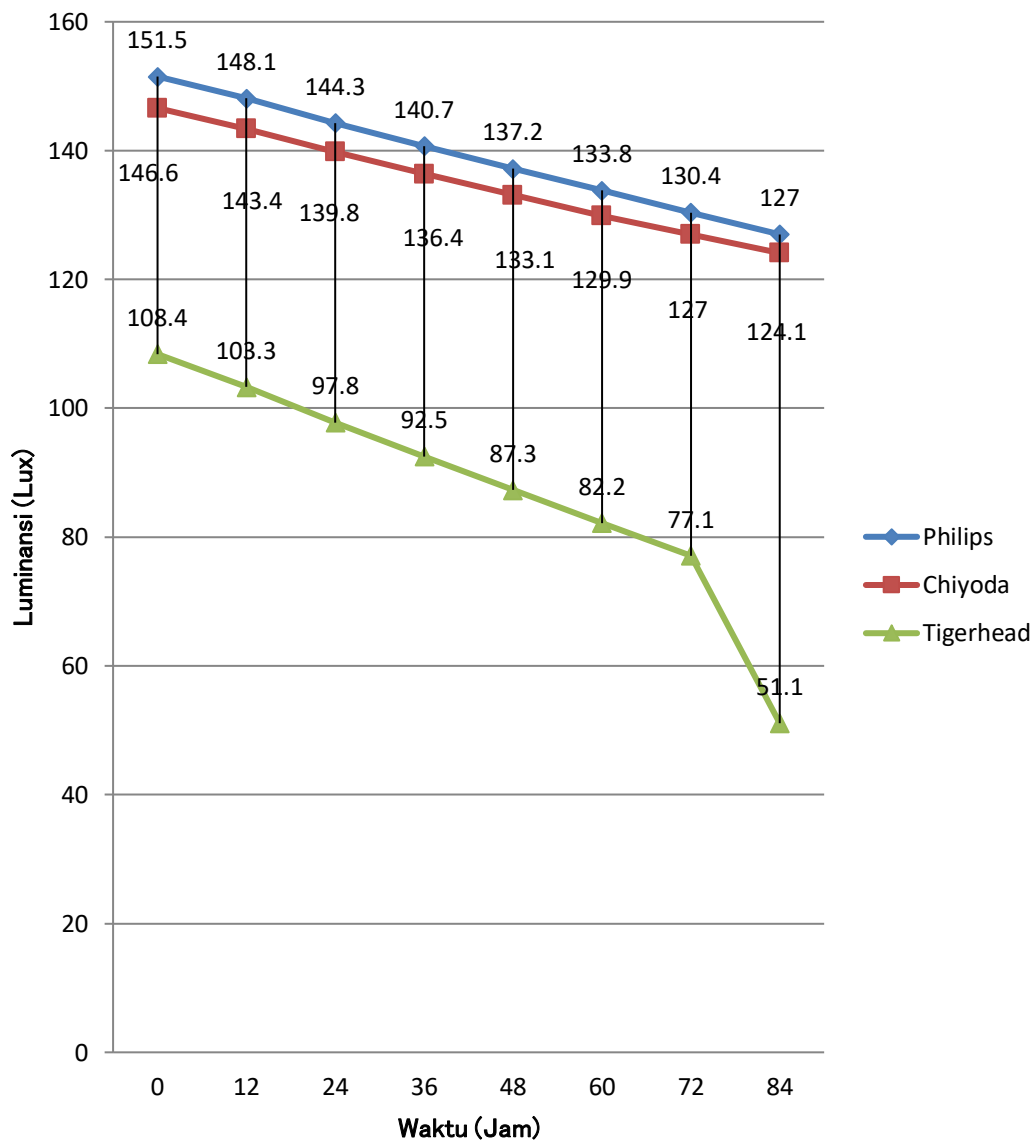
Grafik Response Penurunan Luminansi LHE



Grafik Perbandingan tingkat Penurunan Iluminansi (Lux) Lampu Hemat Energi

Terhadap Waktu (Jam) 4.4

Grafik Response Penurunan Luminansi LED



Grafik Perbandingan tingkat Penurunan Iluminansi (Lux) Lampu LED

Terhadap Waktu (Jam) 4.5

4.2 Analisa Perhitungan Energi Kuantum (E) Cahaya

Untuk mengetahui energi kuantum cahaya maka peneliti menggunakan rumus sebagai berikut:

$$E = h \cdot f$$

Dimana :

E = Energi kuantum

h = Tetapan Planck = $6,626 \times 10^{-34}$ J.s

f = Frekuensi

4.2.1 Analisa Perhitungan Energi Kuantum Pada Waktu 00 Jam

1. Lampu pijar Philips

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$F = 50,16 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot 50,16 \text{ Hz}$$

$$= 3,3251 \times 10^{-32} \text{ J}$$

2. Lampu pijar Chiyoda

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$F = 50,23 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = h \cdot F$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{J.s} \cdot 50.23 \text{ Hz}$$

$$= 3,3282 \cdot 10^{-32}$$

3. Lampu pijar Tigerhead

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$F = 50.14 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{J.s} \cdot 50.14 \text{ Hz}$$

$$= 3,3222 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

4. Lampu Hemat Energi Philips

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50.13 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{J.s} \cdot 50.14 \text{ Hz}$$

$$= 3,3222 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

5. Lampu hemat energy Hanochs

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50.23 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{J.s} \cdot 50.23 \text{ Hz}$$

$$= 3,3282 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

6. Lampu hemat energy Kawachi

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50.26 \text{ Hz}$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot 50.26 \text{ Hz}$$
$$= 3,3302 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

7. Lampu LED Philips

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50.21 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot 50.21 \text{ Hz}$$
$$= 3 \ 3269 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

8. Lampu LED Hannochs

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50.75 \text{ Hz}$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot 50.75 \text{ Hz}$$
$$= 3,3626 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

9. Lampu LED Kawachi

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50.75 \text{ Hz}$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot 50.75 \text{ Hz}$$
$$= 3,3626 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

4.2.2 Analisa Perhitungan Energi Kuantum Pada Waktu 24 Jam

1. Lampu pijar Philips

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$F = 50,15 \text{ Hz}$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot 50,15 \text{ Hz}$$

$$= 3,3215 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

2. Lampu pijar Chiyoda

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$F = 50,17 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = h \cdot F$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot 50,17 \text{ Hz}$$

$$= 3,3242 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

3. Lampu pijar Tigerhead

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$F = 50,16 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot 50,16 \text{ Hz}$$

$$= 3,3236 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

4. Lampu Hemat Energi Philips

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50,16 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot 50.16 \text{ Hz}$$
$$= 3,3236 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

5. Lampu hemat energy Hanochs

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50.08 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot 50.08 \text{ Hz}$$
$$= 3,3183 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

6. Lampu hema tenergi Kawachi

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50.10 \text{ Hz}$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot 50.10 \text{ Hz}$$
$$= 3.3196 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

7. Lampu LED Philips

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50.05 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot 50.05 \text{ Hz}$$
$$= 3,3163 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

8. Lampu LED Hanochs

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50.18 \text{ Hz}$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{J.s} \cdot 50.18 \text{ Hz}$$

$$= 3,3249 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

9. Lampu LED Kawachi

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50.24 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{J.s} \cdot 50.24 \text{ Hz}$$

$$= 3,3289 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

4.2.3 Analisa Perhitungan Energi Kuantum Pada Waktu 84 Jam

1. Lampu pijar Philips

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$F = 50,26 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{J.s} \cdot 50.26 \text{ Hz}$$

$$= 3,3302 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

2. Lampu pijar Chiyoda

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$F = 50.27 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{J.s} \cdot 50.27 \text{ Hz}$$

$$= 3,3308 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

3. Lampu pijar Tigerhead

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$F = 50.31 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot 50.31 \text{ Hz}$$

$$= 3,3335 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

4. Lampu Hemat Energi Philips

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50.26 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot 50.26 \text{ Hz}$$

$$= 3,3302 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

5. Lampu hemat energi Hanochs

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50.29 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot 50.29 \text{ Hz}$$

$$= 3,3322 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

6. Lampu hemat energi Kawachi

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50.26 \text{ Hz}$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot 50.26 \text{ Hz}$$

$$= 3,3302 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

7. Lampu LED Philips

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50.28 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$\begin{aligned} E &= 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot 50.28 \text{ Hz} \\ &= 3,3315 \cdot 10^{-32} \text{ J} \end{aligned}$$

8. Lampu LED Hanochs

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50.18 \text{ Hz}$$

$$\begin{aligned} E &= 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot 50.17 \text{ Hz} \\ &= 3,3242 \cdot 10^{-32} \text{ J} \end{aligned}$$

9. Lampu LED Kawachi

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50.29 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$\begin{aligned} E &= 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot 50.29 \text{ Hz} \\ &= 3,3329 \cdot 10^{-32} \text{ J} \end{aligned}$$

4.3 Analisa Perhitungan Fluks Cahaya Φ

Untuk mengetahui nilai dari fluks cahaya penelitian menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\Phi = E.A$$

Dimana :

Φ = fluks cahaya (lumen)

E = Iluminasi (lux)

A = Luas ruangan (m^2)

4.3.1 Analisa Perhitungan Fluks Cahaya Φ Pada Waktu 00 Jam

1. Lampu pijar Philips

$$E = 66.6 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\Phi = E.A$$

$$\Phi = (66.6) \cdot (12)$$

$$\Phi = 799.2 \text{ lumen}$$

2. Lampu pijar Chiyoda

$$E = 74.7 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\Phi = E.A$$

$$\Phi = (74.7) \cdot (12)$$

$$\Phi = 896.4 \text{ lumen}$$

3. Lampu pijar Tigerhead

$$E = 48.2 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\Phi = E.A$$

$$\Phi = (48.2) \cdot (12)$$

$$\Phi = 578.4 \text{ lumen}$$

4. Lampu hemat energi Hanochs

$$E = 54.2 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\Phi = E.A$$

$$\Phi = (52.4) \cdot (12)$$

$$\Phi = 650.4 \text{ lumen}$$

5. Lampu hemat energy Kawachi

$$E = 58.9 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\Phi = E.A$$

$$\Phi = (58.9) \cdot (12)$$

$$\Phi = 706.8 \text{ lumen}$$

6. Lampu hemat energi Philips

$$E = 57.1 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\Phi = E \cdot A$$

$$\Phi = (57.1) \cdot (12)$$

$$\Phi = 685.2 \text{ lumen}$$

7. Lampu LED Philips

$$E = 151.1 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\Phi = E \cdot A$$

$$\Phi = (151.1) \cdot (12)$$

$$\Phi = 1813.2 \text{ lumen}$$

8. Lampu LED Hannochs

$$E = 146.6 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\Phi = E \cdot A$$

$$\Phi = (146.4) \cdot (12)$$

$$\Phi = 1759.2 \text{ lumen}$$

9. Lampu LED Kawachi

$$E = 108.6 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\Phi = E \cdot A$$

$$\Phi = (108.6) \cdot (12)$$

$$\Phi = 1303.2 \text{ lumen}$$

4.3.2 Analisa Perhitungan Fluks Cahaya Ø Pada Waktu 24 Jam

1. Lampu pijar Philips

$$E = 60.4\text{lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\text{Ø} = E.A$$

$$\text{Ø}=(60.4) . (12)$$

$$\text{Ø} = 724.8\text{lumen}$$

2. Lampu pijar Chiyoda

$$E = 98.1\text{lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\text{Ø} = E.A$$

$$\text{Ø}=(98.1) . (12)$$

$$\text{Ø} = 1177.2\text{lumen}$$

3. Lampu pijar Tigerhead

$$E = 41.8\text{lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\text{Ø} = E.A$$

$$\text{Ø}=(48.2) . (12)$$

$$\text{Ø} = 578.4 \text{ lumen}$$

4. Lampu hemat energy Hanochs

$$E = 48.3\text{lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\Phi = E.A$$

$$\Phi = (48.3) \cdot (12)$$

$$\Phi = 579.6 \text{ lumen}$$

5. Lampu hemat energy Kawachi

$$E = 51.3 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\Phi = E.A$$

$$\Phi = (51.3) \cdot (12)$$

$$\Phi = 615.6 \text{ lumen}$$

6. Lampu hemat energi Philips

$$E = 50.9 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\Phi = E.A$$

$$\Phi = (50.9) \cdot (12)$$

$$\Phi = 610.8 \text{ lumen}$$

7. Lampu LED Philips

$$E = 143.8 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\Phi = E.A$$

$$\Phi = (143.8) \cdot (12)$$

$$\Phi = 1725.6 \text{ lumen}$$

8. Lampu LED Hanochs

$$E = 139.5 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\Phi = E.A$$

$$\Phi = (139.5) \cdot (12)$$

$$\Phi = 1674 \text{ lumen}$$

9. Lampu LED Kawachi

$$E = 97.9 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\Phi = E.A$$

$$\Phi = (97.9) \cdot (12)$$

$$\Phi = 1174.8 \text{ lumen}$$

4.3.3 Analisa Perhitungan Fluks Cahaya Φ Pada Waktu 84 Jam

1. Lampu pijar Philips

$$E = 44.9 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\Phi = E.A$$

$$\Phi = (44.9) \cdot (12)$$

$$\Phi = 538.8 \text{ lumen}$$

2. Lampu pijar Chiyoda

$$E = 79.3 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\Phi = E.A$$

$$\Phi = (79.3) \cdot (12)$$

$$\Phi = 951.6 \text{ lumen}$$

3. Lampu pijar Tigerhead

$$E = 24.1 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\Phi = E.A$$

$$\Phi = (24.1) \cdot (12)$$

$$\Phi = 289.2 \text{ lumen}$$

4. Lampu hemat energy Hanochs

$$E = 33.7 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\Phi = E.A$$

$$\Phi = (33.7) \cdot (12)$$

$$\Phi = 404.3 \text{ lumen}$$

5. Lampu hemat energy Kawachi

$$E = 32.2 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\Phi = E.A$$

$$\Phi = (32.2) \cdot (12)$$

$$\Phi = 368.4 \text{ lumen}$$

6. Lampu hema tenergi Philips

$$E = 35.6 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\emptyset = E.A$$

$$\emptyset = (35.6) \cdot (12)$$

$$\emptyset = 427.2 \text{ lumen}$$

7. Lampu LED Philips

$$E = 126.7$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\emptyset = E.A$$

$$\emptyset = (126.7) \cdot (12)$$

$$\emptyset = 1520.4 \text{ lumen}$$

8. Lampu LED Hannochs

$$E = 123.4 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\emptyset = E.A$$

$$\emptyset = (123.4) \cdot (12)$$

$$\emptyset = 1480.8 \text{ lumen}$$

9. Lampu LED Kawachi

$$E = 72.3 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\emptyset = E.A$$

$$\Phi = (72.3) \cdot (12)$$

$$\Phi = 867.6 \text{ lumen}$$

Tabel Energi Kuantum Dan FluksCahaya 4.6

No	Lampu		Luas m ²	Energikuantum		Flukscahaya	
				0 (Jam)	84 (Jam)	0 (Jam)	84 (Jam)
	Jenis	Merk		0 (Jam)	84 (Jam)	0 (Jam)	84 (Jam)
1	Pijar	Philips	12	3,3251 J	3,3302 J	799.2	538.8
2	Pijar	Chiyoda	12	3,3282 J	3,3308 J	896.4	951.6
3	Pijar	Tigerhead	12	3,3222 J	3,3335 J	578.4	289.2
4	LHE	Philips	12	3,3222 J	3,3302 J	650.4	404.3
5	LHE	Hanochs	12	3,3282 J	3,3322 J	706.8	368.4
6	LHE	Kawachi	12	3,3302 J	3,3302 J	685.2	427.2
7	LED	Philips	12	3,3269 J	3,3315 J	1813.2	1520.4
8	LED	Hanochs	12	3,3626 J	3,3242 J	1759.2	1480.8
9	LED	Kawachi	12	3,3626 J	3,3329 J	1303.2	867.6

4.4. Analisa Pengaruh Perubahan (Fluktasi) Frekuensi Terhadap Penurunan Iluminansi Lampu

4.4.1 Tingkat Perubahan Fluktasi Frekuensi

Untuk mengetahui seberapa besar nilai tingkat perubahan fluktasi frekuensi terhadap lampu maka dari itu diperlukan selisih pengurangan frekuensi terhadap lampu.

1. Saat Frekuensi Pada 00 Jam Dan 12 Jam

$$\begin{aligned}\text{Selisih} &= \text{frekuensi pada 12 jam} - \text{frekuensi 00 jam} \\ &= 50.24 \text{ Hz} - 50.15 \text{ Hz} \\ &= 0.09 \text{ Hz}\end{aligned}$$

2. Saat Frekuensi Pada 12 Jam Dan 24 Jam

$$\begin{aligned}\text{Selisih} &= \text{frekuensi pada 24 jam} - \text{frekuensi 12 jam} \\ &= 50.10 \text{ Hz} - 50.24 \text{ Hz} \\ &= -0.14 \text{ Hz}\end{aligned}$$

3. Saat Frekuensi Pada 24 Jam Dan 36 Jam

$$\begin{aligned}\text{Selisih} &= \text{frekuensi pada 36 jam} - \text{frekuensi 24 jam} \\ &= 50.34 \text{ Hz} - 50.24 \text{ Hz} \\ &= 0.1 \text{ Hz}\end{aligned}$$

4. Saat Frekuensi Pada 36 Jam Dan 48 Jam

$$\begin{aligned}\text{Selisih} &= \text{frekuensi pada 48 jam} - \text{frekuensi 36 jam} \\ &= 50.24 \text{ Hz} - 50.34 \text{ Hz}\end{aligned}$$

$$= -10 \text{ Hz}$$

5. Saat Frekuensi Pada 48 Jam dan 60 Jam

$$\text{Selisi} = \text{frekuensi pada 60 jam} - \text{frekuensi 48 jam}$$

$$= 50.14 \text{ Hz} - 50.24 \text{ Hz}$$

$$= -10 \text{ Hz}$$

Tanda negative pada nilai frekuensi membuktikan adanya penurunan dan membuktikan bahwa dapat mempengaruhi perubahan lifetime terhadap lampu pijar, lampu hemat energy dan lampu led.

Tabel 4.7 Selisih Fluktasi Frekuensi

Selisih fluktasi frekuensi (Hz)				
0- 12 jam	12-24 jam	24-36 jam	36-48 jam	48 – 60 jam
0.09	-0.14	0.1	-10	-10

BAB V

KESIMPULAN & SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang sudah dilakukan maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan, yakni :

1. Perubahan frekuensi sumber terhadap terhadap (*lifetime*) masa pakai lampu dapat mempengaruhi adanya perubahan iluminansi atau fluks cahaya pada setiap lampu.
2. Dari ketiga jenis ternyata memiliki tingkat penurunan pencahayaan yang berbeda – beda, meskipun memiliki tingkat penurunan iluminasi yang lebih besar tidak berarti bahwa lampu tersebut memiliki masa pakai (*lifetime*) yang lebih singkat.
3. Untuk masa pakai lampu (*lifetime*) memiliki tingkat penurunan iluminasi yakni ; Philips 3 – 3.4 Lux, Chiyoda 3.5 – 3.9 Lux, dan Tigerhead 3.3 – 3.7 Lux. Untuk Lampu jenis Lampu Hemat Energi (LHE) bentuk Essential dengan daya 11 Watt, tingkat penurunan iluminasinya adalah ; Philips 2.7 – 3.2 Lux, Hanochs 3.7 – 4.1 Lux, dan Kawachi 3 – 3.4 Lux. Sedangkan lampu jenis Light Emission Diode (LED) dengan daya 7 Watt tingkat penurunan iluminasinya yaitu ; Philips 3.4 -3.8 Lux, Hanochs 3.2 – 3.6 Lux ; Kawachi 5.1 – 5.5 Lux.

5.2 Saran

Tentunya penulis menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan dalam penelitian ini. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya memperlama durasi penelitian agar dapat mengetahui nilai estimasi, nilai real, dan nilai setelah manajemen energi sehingga di tahun berikutnya dapat diperoleh nilai kemungkinan penghematan energi yang lebih baik. 2

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Abdul Azis(1), “Upaya Efisiensi Pemakaian Daya Listrik Dengan Perbandingan Lampu Tl, Lampu He Dan Lampu Pijar Pada Rumah Sederhana,” *REINTEK. Vol.6, No.2.Tahun 2011. ISSN 1907-5030REINTEK. Vol.6, No.2.Tahun 2011. ISSN 1907-5030*, vol. 6, no. 2, pp. 192–201, 2011.
- [2] J. I. Abang Razikin(1), Syaifurrahman(2), “Perbandingan Unjuk Kerja Lampu Hemat Energi (LHE) Bergaransi Dan Tidak Bergaransi,” *J. ELKHA Vol.4, No.1, Maret 2012*, vol. 4, no. 1, pp. 7–10, 2012.
- [3] U. D. Fajri, U. Wibawa, and R. N. Hasanh, “Hubungan Antara Tegangan Dan Intensitas Cahaya Pada Lampu Hemat Energi Fluorescent Jenis S1 (Sodium Lamp) Dan Led (Light Emitting Diode),” *Tek. Elektro Univ. Brawijaya*, pp. 1–6, 2012.
- [4] I. Antonov, Natalinus, “Pengaruh Perubahan Tegangan Sumber Terhadap Karakteristik Faktor Daya Pada Lampu Hemat Energi,” *J. Tek. Elektro Vol. 2, No. 1, Januari 2013*, vol. 2, no. 1, pp. 33–41, 2013.
- [5] D. Suryana, “Penurunan Kuat Cahaya Lampu LED Setelah Lama Aging 4000 JamPenurunan Kuat Cahaya Lampu LED Setelah Lama Aging 4000 Jam,” *11th Annu. Meet. Test. Qual. 2016*, vol. 809, pp. 17–28, 2016.
- [6] F. A. S. Martono Dwi Atmadja*, Harrij Mukti Kristiana, “Pengaruh Tegangan Dan Frekuensi Terhadap Intensitas Cahaya Pada Lampu Pendar Elektronik,” *Pros. SENTRINOV Vol. 001, Tahun 2015*, vol. 001, pp. 31–38, 2015.
- [7] M. Faridha and M. D. Y. Saputra, “Analisa Pemakaian Daya Lampu Led Pada Rumah Tipe 36 Moethia,” *Anal. Pemakaian Daya Lampu Led Pada Rumah Tipe 36*, vol. 7, no. 3, pp. 193–198, 2016.
- [8] A. Y. Wirapraja, “Analisa Emisi Konduksi Pada Terminal Utama Lampu Hemat Energi,” *J. Teknol. PROSES DAN Inov. Ind. VOL. 2, NO. 1, JULI 2017*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, 2017
- [9] A. Chumaidy, “Analisa Perbandingan Penggunaan Lampu Tl , Cfl Dan Lampu Led,” *Sinusoida Vol. XIX No.1,April 2017*, vol. XIX, no. 1, pp. 1–8, 2017.

- [10] B. Umar, “Analisis Efisiensi Penggunaan Lampu Light Emitten Diode (LED) pada Gedung Telkom Regional VII Makassar,” *J. Electr. Technol. Vol. 3, No. 1, Februari 2018*, vol. 1099, pp. 45–52, 2018.

LAMPIRAN



LAMPIRAN





PENGARUH PERUBAHAN FREKUENSI SUMBER TERHADAP LIFETIME LAMPU HEMAT ENERGI, LAMPU LED, DAN LAMPU PIJAR

Bangun Parulian⁽¹⁾, Abdul Azis⁽²⁾, Partaonan Harahap⁽³⁾

S1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl. Kapten Mukhtar

Basri No.3 Glugur Darat II Medan

bangunparulianp@gmail.com

ABSTRACT

The frequency that can affect the reduction in illuminance in lighting lamps. In this study, observations were made on changes in the source frequency of the three types of lighting lamps during peak load times. From this research, the reduction rate of lamp illumination between Philips 3 - 3.4 Lux, Chiyoda 3.5 - 3.9 Lux, and Tigerhead 3.3 - 3.7 Lux. For the Essential Energy Energy Saving Lamp (LHE) type with 11 Watts of power, the level of reduction in illumination is; Philips 2.7 - 3.2 Lux, Hanochs 3.7 - 4.1 Lux, and Kawachi 3 - 3.4 Lux. While the Light Emission Diode (LED) type lamp with 7 Watt power the level of illumination reduction is; Philips 3.4 - 3.8 Lux, Hanochs 3.2 - 3.6 Lux; Kawachi 5.1 - 5.5 Lux

Keywords: Changes in fluctuations, lifetime, illumination

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sejalan dengan perkembangan teknologi saat ini, energi listrik memegang peranan penting dan kebutuhannya meningkat dalam menunjang pembangunan Indonesia . Sebaliknya energi yang tersedia sangat terbatas, maka kebutuhan efisiensi penggunaan energi pada semua system yang membutuhkan energi listrik. Ketersediaan akan energi saat ini sangat penting seiring dengan perkembangan zaman yang semakin maju dan memerlukan aktivitas yang semakin meningkat. Energi penerangan baik untuk dirumah tangga, industri dan jalan membutuhkan lampu yang hemat energi.

Seiring dengan kebutuhan energi listrik saat ini, banyak jenis lampu yang di buat oleh pabrik. Jenis lampu pijar dan Fluorescent banyak digunakan di masyarakat untuk penerangan. Kebutuhan untuk penerangan masyarakat dapat memilih jenis lampu yang di senangi sesuai kebutuhannya umumnya Lampu Hemat Energi (LHE). Sebab jenis lampu yang beredar saat ini telah dibuat dan diproduksi dengan berbagai merk sesuai dengan pabrik pembuatannya.

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian berupa perubahan frekuensi sumber terhadap lampu pijar, LED dan Lampu Hemat Energi (LHE) dengan cara mengukur frekuensi dan luminansi serta memberi keterangan berapa nominal frekuensi sumber agar lampu dapat bertahan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka penulisan dapat merumuskan, beberapa permasalahan antara lain :

1. Seberapa besar pengaruh frekuensi sumber terhadap lumens (waktu hidup) pada 3 jenis lampu. Yakni lampu pijar, lampu led dan lampu hemat energy.
2. Perhitungan nilai fluks cahaya energi kuantum dari setiap lampu
3. Seberapa lama lifetime dan besar nilai kualitas lumens dari masing – masing ketiga jenis lampu tersebut.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini anatara lain adalah :

1. Membuktikan adanya pengaruh perubahan frekuensi terhadap lumens.
2. Menganalisa fluks cahaya dan energy kuantum dari setiap lampu.
3. Menunjukkan nilai kualitas lumens dari masing – masing ketiga jenis lampu tersebut.

1.4. Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penulisan skripsi ini tidak meluas, maka

permasalahan dibatasi :

1. Menggunakan 9 buah lampu, 3 jenis, 3 merk dengan kapasitas daya yang berbeda – beda.
2. Membandingkan hasil pengukuran nilai iluminasi cahaya dengan nilai hasil perhitungan energi kuantum masing-masing pada ketiga jenis lampu.
3. Pengukuran pada lampui dengan percobaan merubah frekuensi untuk mendapatkan nilai lumens.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Studi Literatur.

[1] Upaya Efisiensi Pemakaian Daya Listrik dengan Perbandingan Lampu TL, Lampu Hemat Energi dan Lampu Pijar Pada Rumah Sederhana yang bertujuan untuk membandingkan secara ekonomis pemakaian lampu jenis TL, dan SL/HE dengan lampu jenis pijar ditinjau dari segi kehematan daya listrik untuk masing – masing merk dan jenis lampu yang digunakan.

[2] Perbandingan Unjuk Kerja Lampu Hemat Energi (LHE) Bergaransi Dan

Tidak Bergaransi menyimpulkan Pada penelitian ini seharusnya menggunakan LHE dengan daya 20 watt, akan tetapi karena yang tersedia dipasaran LHE 20 watt ini terbatas jumlahnya, maka digunakan LHE yang berdaya antara 18 watt dan 20 watt. Dengan memperhatikan data spesifikasi setiap LHE, terlihat bahwa harga LHEsebanding dengan hasil- hasil pengukuran yang baik, tidak bergantung kepada bergaransi atau tidaknya LHE tersebut, LHE dengan hasil pengukuran yang lebih baik berharga lebih mahal.

2.2. Landasan Teori

2.2.1 Teori Kuantum Max Planck

Teori kuantum dari Max Planck mencoba menerangkan radiasi karakteristik yang dipancarkan oleh benda mampat. Radiasi inilah yang menunjukkan sifat partikel dari gelombang. Radiasi yang dipancarkan setiap benda terjadi secara tidak kontinyu (discontinue) dipancarkan dalam satuan kecil yang disebut kuantum (energi kuantum) Planck berpendapat bahwa kuantum yang berbanding lurus dengan frekuensi tertentu dari cahaya, semuanya

harus berenergi sama dan energi ini berbanding lurus

Dimana :

$$E = h . f$$

E = Energi kuantum

h = Tetapan Planck = $6,626 \times 10^{-34}$ J.s

f = Frekuensi.

$$E = h . f \text{ atau } E = h . c \lambda$$

Dimana :

h = Tetapan Planck = $6,626 \times 10^{-34}$ J.s

c = Kecepatan cahaya dalam vakum (3×10^8 m *det*⁻¹)

f = Frekuensi (Hz)

λ = Panjang gelombang (m)

2.2.2 Luminansi

Luminansi adalah suatu ukuran untuk terang suatu benda. Luminansi yang terlalu besar akan menyilaukan mata. Luminansi suatu sumber cahaya atau permukaan yang memantulkan cahaya yaitu intensitas cahayanya dibagi luas semu permukaan. Yang dimaksud dengan luas semu permukaan adalah luas proyeksi sumber cahaya pada suatu bidang rata yang tegak lurus pada arah pandang, dan bukan luas permukaan seluruhnya. Faktor refleksi suatu permukaan ikut menentukan

luminansi terhadap terang suatu benda yang diterangi oleh lampu.

$$L = I A s \text{ cd/cm}^2$$

Dimana:

L = luminansi dalam satuan *cd/cm*²

I = intensitas cahaya dalam satuan cd

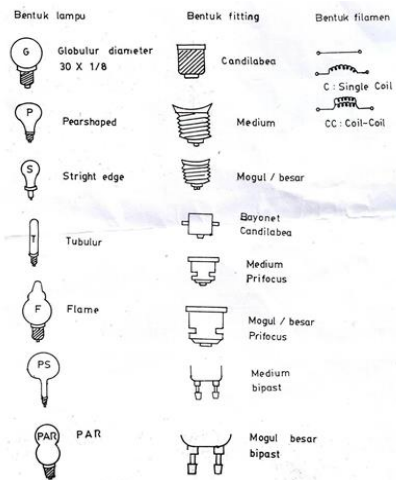
As = luas semu permukaan dalam satuan cm^2

2.3. Lampu Pijar

Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanas dan menghasilkan cahaya. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi udara untuk berhubungan, sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi.

2.3.1 Konstruksi Lampu Pijar

seperti yang diperlihatkan pada gambar dibawah ini. Konstruksi lampu pijar hendaknya dilihat dari bentuk bola lampu, bentuk kaki lampu, dan bentuk – bentuk filamen. Jadi untuk melihat sebuah lampu pijar kita dapat melihat ketiga jenis bagian di bawah.



Gambar : 2.2 Konstruksi lampu pijar

2.4 Lighting Emitting Diode (LED)

2.4.1 Defenisi lampu LED dan Cara kerjanya

Dalam istilah sederhana, dioda cahaya atau LED adalah perangkat semi konduktor yang dapat memancarkan cahaya ketika di hubungkan pada arus listrik. Cahaya dihasilkan dari partikel yang memberikan arus dikenal sebagai elektron. LED dapat dikatakan sebagai perangkat solid-state. Istilah solid-state juga mencakup organik LED dimana ini dapat di bedakan sebagai bahan teknologi cahaya dari sumber lain yang di gunakan seperti lampu pijar dan lampu halogen atau gas discharge (lampu fluorescent).

2.5 Lampu Hemat Energi (LHE)

2.5.1 Defenisi dan Proses Kerja Lampu Hemat Energi

Lampu hemat energi (LHE) atau compact fluorescent adalah salah satu bentuk pengembangan dari lampu fluorescent. Dimana system kerja lampu hemat energi adalah memancarkan gas didalam tabung lampu sehingga timbul sinar ultra violet akibat energy listrik yang dialirkan. Lampu hemat energi ini terdiri dari ballast elektronik dan tabung gelas.

Ballast atau kumparan hambat bersifat reaktif atau beban induktif dipasang secara seri dengan tabung lampu dan diletakan pada sisi arah masuknya sumber arus. Ballas terdiri dari, kumparan kawat tembaga, bahan isolasi, celah udara, teras besi

dan bahan pengisi, kotak plat baja, blok terminal dan alas baja. Semua bahan dikemas menjadi satu dalam kerangka yang cukup kuat dan rapi. Sedangkan rugi-rugi yang terjadi biasanya berupa panas, karena panas yang berlebihan akan mengakibatkan kegagalan isolasi antar kumparan kawat tembaga. Ballas terdiri dari

komponen-komponen semi konduktor yang berfungsi sebagai;

1. Pembangkit tegangan induksi yang tinggi agar terjadi pelepasan elektron di dalam tabung

2. Membatasi arus yang melalui tabung setelah lampu bekerja normal. Dimana proses kerjanya berlaku sebagai saklar yang bekerja pada setiap siklus gelombang dari sumber tegangan dan dirancang untuk menggunakan arus listrik secara hemat dan efisien selama periode pengaturan yang telah ditentukan.

BAB IV

HASIL PEMBAHASAN DAN ANALISA

4.1 Analisa Tingkat Penurunan Iuminansi Pada Lampu Pijar, Lampu Hemat Energi Dan Lampu Led

No	Lampu		Daya (W)	Waktu (Jam)								
				0	12	24	36	48	60	72	84	
Jenis		Merk		frekuensi (Hz)	frekuensi (Hz)	frekuensi (Hz)	frekuensi (Hz)	frekuensi (Hz)	frekuensi (Hz)	frekuensi (Hz)	frekuensi (Hz)	frekuensi (Hz)
1	Pijar	Philips	40	50.16	50.31	50.15	50.33	50.32	50.12	50.55	50.51	50.51
2	Pijar	Chiyoda	40	50.23	50.31	50.17	50.31	50.33	50.13	50.50	50.50	50.50
3	Pijar	Tigerhead	40	50.14	50.28	50.16	50.37	50.30	50.12	50.53	50.53	50.53
4	LHE	Philips	11	50.13	50.24	50.16	50.28	50.32	50.12	50.51	50.51	50.51
5	LHE	Hanochs	11	50.23	50.28	50.08	50.27	50.37	50.12	50.49	50.49	50.49
6	LHE	Kawachi	11	50.26	50.31	50.10	50.30	50.32	50.07	50.53	50.53	50.53
7	LED	Philips	7	50.21	50.31	50.05	50.34	50.32	50.15	50.50	50.50	50.50
8	LED	Hanochs	7	50.75	50.28	50.18	50.33	50.37	50.12	50.52	50.52	50.52
9	LED	Kawachi	7	50.75	103.3	50.24	50.33	50.31	50.15	50.54	50.54	50.54

4.2 Analisa Perhitungan Energi Kuantum (E) Cahaya

Untuk mengetahui energi kuantum cahaya maka peneliti menggunakan rumus sebagai berikut:

$$E = h \cdot f$$

Dimana :

E = Energi kuantum

h = Tetapan Planck = $6,626 \times 10^{-34}$ J.s

f = Frekuensi

4.2.1 Analisa Perhitungan Energi Kuantum Pada Waktu 0 Jam

10. Lampu pijar Philips

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$F = 50,16 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot$$

$$50,16 \text{ Hz}$$

$$= 3,3251 \times 10^{-32} \text{ J}$$

11. Lampu pijar Chiyoda

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$F = 50,23 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = h \cdot F$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot$$

$$50,23 \text{ Hz}$$

$$= 3,3282 \cdot 10^{-32}$$

12. Lampu pijar Tigerhead

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$F = 50,14 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot$$

$$50,14 \text{ Hz}$$

$$= 3,3222 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

13. Lampu Hemat Energi Philips

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50,13 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot$$

$$50,14 \text{ Hz}$$

$$= 3,3222 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

14. Lampu hemat energi Hanochs

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50,23 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot$$

$$50,23 \text{ Hz}$$

$$= 3,3282 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

15. Lampu hemat energi Kawachi

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50,26 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} \cdot$$

$$50,26 \text{ Hz}$$

$$= 3,3302 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

16. Lampu LED Philips

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50,21 \text{ Hz}$$

$$E = h \cdot f$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} .$$

$$50.21 \text{ Hz}$$

$$= 3\,3269 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

17. Lampu LED Hannochs

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50.75 \text{ Hz}$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} .$$

$$50.75 \text{ Hz}$$

$$= 3,3626 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

18. Lampu LED Kawachi

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$f = 50.75 \text{ Hz}$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s} .$$

$$50.75 \text{ Hz}$$

$$= 3,3626 \cdot 10^{-32} \text{ J}$$

4.3 Analisa Perhitungan Fluks Cahaya \emptyset

Untuk mengetahui nilai dari fluks cahaya penelitian menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\emptyset = E.A$$

Dimana :

\emptyset = fluks cahaya (lumen)

E = Iluminasi (lux)

A = Luas ruangan (m^2)

4.3.1 Analisa Perhitungan Fluks Cahaya \emptyset Pada Waktu 0 Jam

10. Lampu pijar Philips

$$E = 66.6 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\emptyset = E.A$$

$$\emptyset = (66.6) \cdot (12)$$

$$\emptyset = 799.2 \text{ lumen}$$

11. Lampu pijar Chiyoda

$$E = 74.7 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\emptyset = E.A$$

$$\emptyset = (74.7) \cdot (12)$$

$$\emptyset = 896.4 \text{ lumen}$$

12. Lampu pijar Tigerhead

$$E = 48.2 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\emptyset = E.A$$

$$\emptyset = (48.2) \cdot (12)$$

$$\emptyset = 578.4 \text{ lumen}$$

13. Lampu hemat energi

$$\text{Hannochs}$$

$$E = 54.2 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\emptyset = E.A$$

$$\emptyset = (54.2) \cdot (12)$$

$$\emptyset = 650.4 \text{ lumen}$$

14. Lampu hemat energi

$$\text{Kawachi}$$

$$E = 58.9 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\emptyset = E.A$$

$$\emptyset = (58.9) \cdot (12)$$

$$\emptyset = 706.8 \text{ lumen}$$

15. Lampu hemat energi

$$\text{Philips}$$

$$E = 57.1 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\emptyset = E.A$$

$$\emptyset = (57.1) \cdot (12)$$

$$\emptyset = 685.2 \text{ lumen}$$

16. Lampu LED Philips

$$E = 151.1 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\emptyset = E.A$$

$$\emptyset = (151.1) \cdot (12)$$

$$\emptyset = 1813.2 \text{ lumen}$$

17. Lampu LED Hannochs

$$E = 146.6 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\emptyset = E.A$$

$$\emptyset = (146.6) \cdot (12)$$

$$\emptyset = 1759.2 \text{ lumen}$$

18. Lampu LED Kawachi

$$E = 108.6 \text{ lux}$$

$$A = 12 \text{ m}^2$$

$$\emptyset = E.A$$

$$\emptyset = (108.6) \cdot (12)$$

$$\emptyset = 1303.2 \text{ lumen}$$

4.3.2 Analisa Perhitungan Fluks Cahaya \emptyset Pada Waktu 24 Jam

10. Lampu pijar Philips

- $E = 60.4\text{lux}$
 $A = 12\text{ m}^2$
 $\emptyset = E.A$
 $\emptyset = (60.4) \cdot (12)$
 $\emptyset = 724.8\text{lumen}$
11. Lampu pijar Chiyoda
 $E = 98.1\text{lux}$
 $A = 12\text{ m}^2$
 $\emptyset = E.A$
 $\emptyset = (98.1) \cdot (12)$
 $\emptyset = 1177.2\text{lumen}$
12. Lampu pijar Tigerhead
 $E = 41.8\text{lux}$
 $A = 12\text{ m}^2$
 $\emptyset = E.A$
 $\emptyset = (48.2) \cdot (12)$
 $\emptyset = 578.4\text{ lumen}$
13. Lampu hemat energi Hanochs
 $E = 48.3\text{lux}$
 $A = 12\text{ m}^2$
 $\emptyset = E.A$
 $\emptyset = (48.3) \cdot (12)$
 $\emptyset = 579.6\text{ lumen}$
14. Lampu hemat energi Kawachi
 $E = 51.3\text{lux}$
 $A = 12\text{ m}^2$
 $\emptyset = E.A$
 $\emptyset = (51.3) \cdot (12)$
 $\emptyset = 615.6\text{ lumen}$
15. Lampu hemat energi Philips
 $E = 50.9\text{lux}$
 $A = 12\text{ m}^2$
 $\emptyset = E.A$
 $\emptyset = (50.9) \cdot (12)$
 $\emptyset = 509.12\text{ lumen}$
16. Lampu LED Philips
 $E = 143.8\text{lux}$
 $A = 12\text{ m}^2$
 $\emptyset = E.A$
 $\emptyset = (143.8) \cdot (12)$
 $\emptyset = 1725.6\text{ lumen}$
17. Lampu LED Hanochs
 $E = 139.5\text{lux}$

- $A = 12\text{ m}^2$
 $\emptyset = E.A$
 $\emptyset = (139.5) \cdot (12)$
 $\emptyset = 1674\text{ lumen}$
18. Lampu LED Kawachi
 $E = 97.9\text{lux}$
 $A = 12\text{ m}^2$
 $\emptyset = E.A$
 $\emptyset = (97.9) \cdot (12)$
 $\emptyset = 1174.8\text{ lumen}$

4.4. Analisa Pengaruh Perubahan (Fluktasi) Frekuensi Terhadap Penurunan Iluminansi

Lampu

4.4.1 Tingkat Perubahan Fluktasi Frekuensi

Untuk mengetahui seberapa besar nilai tingkat perubahan fluktasi frekuensi terhadap lampu maka dari itu diperlukan selisi pengurangan frekuensi terhadap lampu.

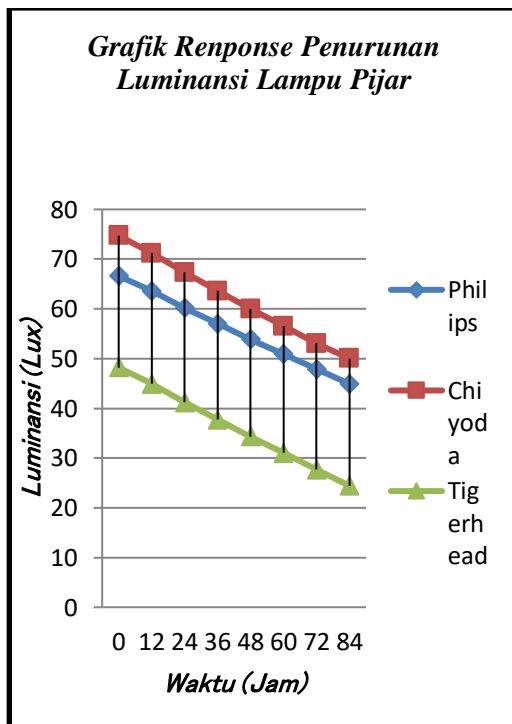
6. Saat Frekuensi Pada 0 Jam Dan 12 Jam
 Selisi = frekuensi pada 12 jam - frekuensi 0 jam
 $= 50.24\text{ Hz} - 50.15\text{ Hz}$
 $= 0.09\text{ Hz}$
7. Saat Frekuensi Pada 12 Jam Dan 24 Jam
 Selisi = frekuensi pada 24 jam - frekuensi 12 jam
 $= 50.10\text{ Hz} - 50.24\text{ Hz}$
 $= -0.14\text{ Hz}$
8. Saat Frekuensi Pada 24 Jam Dan 36 Jam
 Selisi = frekuensi pada 36 jam - frekuensi 24 jam
 $= 50.34\text{ Hz} - 50.24\text{ Hz}$
 $= 0.1\text{ Hz}$
9. Saat Frekuensi Pada 36 Jam Dan 48 Jam

Selisi = frekuensi pada 48 jam -
 frekuensi 36 jam
 = 50.24 Hz - 50.34
 Hz
 = -10 Hz

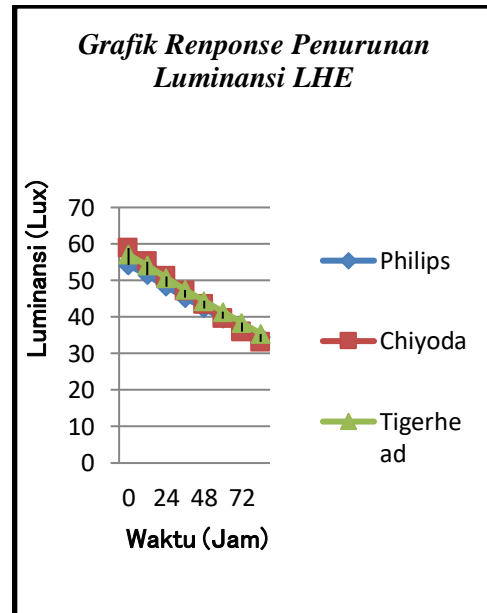
10. Saat Frekuensi Pada 48
 Jam Dan 60 Jam
 Selisi = frekuensi pada 60
 jam - frekuensi 48 jam
 = 50.14 Hz - 50.24
 Hz
 = -10 Hz

Tanda negative pada nilai
 frekuensi membuktikan adanya
 penurunan dan membuktikan bahwa
 dapat mempengaruhi perubahan
 lifetime terhadap lampupijar,
 lampu hemat energi dan lampu
 led.

Grafik Perbandingan Tingkat Penurunan Iluminansi (Lux)
 Lampu Pijar Terhadap Waktu (Jam) 4.3



Grafik Perbandingan Tingkat Penurunan Iluminansi (Lux)
 Lampu Hemat Energi Terhadap Waktu (Jam)
 4.4



BAB V

KESIMPULAN & SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang sudah dilakukan maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan, yakni :

- Perubahan frekuensi sumber terhadap terhadap (*lifetime*) masa pakai lampu dapat mempengaruhi adanya perubahan iluminansi atau fluks cahaya pada setiap lampu.
- Dari ketiga jenis ternyata memiliki tingkat penurunan pencahayaan yang berbeda – beda, meskipun memiliki tingkat penurunan iluminasi yang lebih

besar tidak berarti bahwa lampu tersebut memiliki masa pakai (*lifetime*) yang lebih singkat.

6. Untuk masa pakai lampu (*lifetime*) memiliki tingkat penurunan iluminasi yakni ; Philips 3 – 3.4 Lux, Chiyoda 3.5 – 3.9 Lux, dan Tigerhead 3.3 – 3.7 Lux. Untuk Lampu jenis Lampu Hemat Energi (LHE) bentuk Essential dengan daya 11 Watt, tingkat penurunan iluminasinya adalah ; Philips 2.7 – 3.2 Lux, Hanochs 3.7 – 4.1 Lux, dan Kawachi 3 – 3.4 Lux. Sedangkan lampu jenis Light Emission Diode (LED) dengan daya 7 Watt tingkat penurunan iluminasinya yaitu ; Philips 3.4 – 3.8 Lux, Hanochs 3.2 – 3.6 Lux ; Kawachi 5.1 – 5.5 Lux.

5.2 Saran

Tentunya penulis menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan dalam penelitian ini. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya memperlama durasi penelitian agar dapat mengetahui nilai estimasi, nilai real, dan nilai setelah manajemen energi sehingga di tahun berikutnya dapat diperoleh nilai kemungkinan penghematan energi yang lebih baik. 2

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Abdul Azis(1), “Upaya Efisiensi Pemakaian Daya Listrik Dengan Perbandingan Lampu Tl, Lampu He Dan Lampu Pijar Pada Rumah Sederhana,” *REINTEK. Vol.6, No.2.Tahun 2011. ISSN 1907-5030REINTEK. Vol.6, No.2.Tahun 2011. ISSN 1907-5030*, vol. 6, no. 2, pp. 192–201, 2011.
- [2] J. I. Abang Razikin(1), Syaifurrahman(2), “Perbandingan Unjuk Kerja Lampu Hemat Energi (LHE) Bergaransi Dan Tidak Bergaransi,” *J. ELKHA Vol.4, No.1, Maret 2012*, vol. 4, no. 1, pp. 7–10, 2012.
- [3] U. D. Fajri, U. Wibawa, and R. N. Hasanah, “Hubungan Antara Tegangan Dan Intensitas Cahaya Pada Lampu Hemat Energi Fluorescent Jenis S1 (Sodium Lamp) Dan Led (Light Emitting Diode),” *Tek. Elektro Univ. Brawijaya*, pp. 1–6, 2012.
- [4] I. Antonov, Natalinus, “Pengaruh Perubahan Tegangan Sumber Terhadap Karakteristik Faktor Daya Pada Lampu Hemat Energi,” *J. Tek. Elektro Vol. 2, No. 1, Januari 2013*, vol. 2, no. 1, pp. 33–41, 2013.
- [5] D. Suryana, “Penurunan Kuat Cahaya Lampu LED Setelah Lama Aging 4000 Jam Penurunan Kuat Cahaya Lampu LED Setelah Lama Aging 4000 Jam,” *11th Annu. Meet. Test. Qual. 2016*, vol. 809, pp. 17–28, 2016.
- [6] F. A. S. Martono Dwi Atmadja*, Harrij Mukti Kristiana, “Pengaruh Tegangan Dan Frekuensi Terhadap Intensitas Cahaya Pada Lampu Pendar Elektronik,” *Pros. SENTRINOV Vol. 001, Tahun 2015*, vol. 001, pp. 31–38, 2015.
- [7] M. Faridha and M. D. Y. Saputra, “Analisa Pemakaian Daya Lampu Led Pada Rumah Tipe 36 Moethia,” *Anal. Pemakaian Daya Lampu Led Pada Rumah Tipe 36*, vol. 7, no. 3, pp. 193–198, 2016.
- [8] A. Y. Wirapraja, “Analisa Emisi Konduksi Pada Terminal Utama Lampu Hemat Energi,” *J. Teknol. PROSES DAN Inov. Ind. VOL. 2, NO. 1, JULI 2017*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, 2017.
- [9] A. Chumaidy, “Analisa Perbandingan Penggunaan Lampu Tl , Cfl Dan Lampu Led,” *Sinusoida Vol. XIX No.1, April*

2017, vol. XIX, no. 1, pp. 1–8,
2017.

- [10] B. Umar, “Analisis Efisiensi Penggunaan Lampu Light Emitting Diode (LED) pada Gedung Telkom Regional VII Makassar,” *J. Electr. Technol. Vol. 3, No. 1, Februari 2018*, vol. 1099, pp. 45–52, 2018.

BIODATA

Pend. Terakhir : S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas

Muhammadiyah Sumatera
Utara

BANGUN PARULIAN / 1407220133



Jalan garu 6 medan , komplek bunga asri no 2B

Hp : 0812-65984-0491

Email : bangunparulianp@gmail.com

I. Data Pribadi

Nama : BANGUN PARULIAN
Tempat/Tgl. Lahir : BAGAS GOANG 18 MEI 1994
Kebangsaan : Indonesia
Status : Belum Kawin
Gol. Darah : -
Agama : Islam

II. Pendidikan

S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik UMSU	2014 – 2018
SMK 1 YAPIM M EDAN	2010 – 2013
SMP N 3 SIPIROK	2007 – 2010
SD N 4 SIPIROK	2001 – 2007

