



**UJI DAYA AKTIF DAN KUAT PENERANGAN
PADA LAMPU**

SKRIPSI

Oleh :

**Angke Latifa Dinar Suwandi
NIM 110210102039**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2016**



**UJI DAYA AKTIF DAN KUAT PENERANGAN
PADA LAMPU**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
Untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Fisika (S1)
Dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Oleh:

**Angke Latifa Dinar Suwandi
NIM 110210102039**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2016**

PERSEMBAHAN

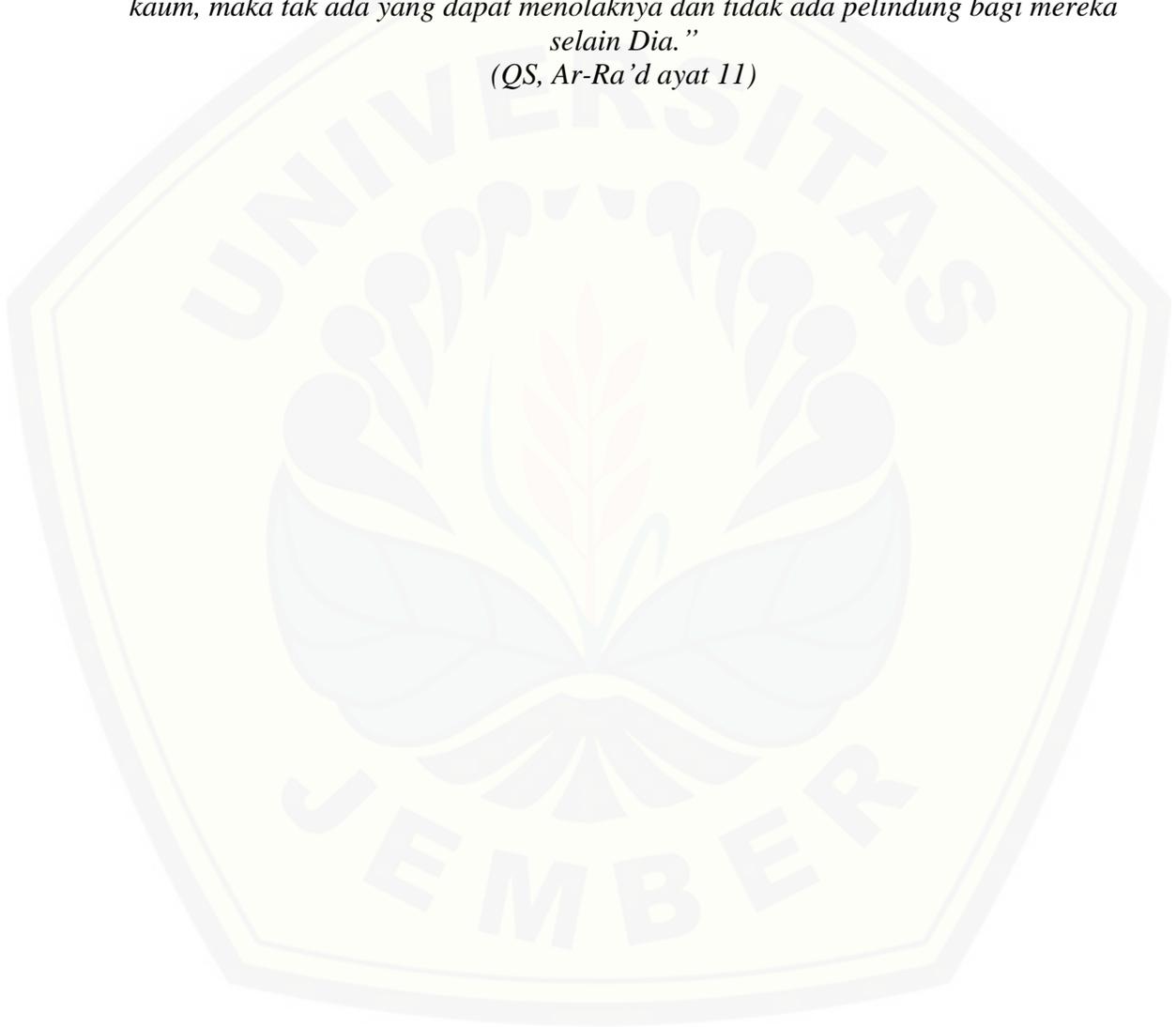
Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Mama Siti Kumayah, ayah Suwandi, kakak Ike Nanda Ulfa Dinia Suwandi, dan adik Syifa Ilma Nabila Suwandi yang tercinta, yang senantiasa memberikan motivasi, restu, dan do'a di setiap langkahku untuk selalu menjadi yang terbaik;
2. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
3. Almamaterku Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

MOTTO

“Baginya (manusia) ada malaikat-malaikat yang selalu menjaganya bergiliran, dari depan dan belakangnya. Mereka menjaganya atas perintah Allah. Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri. Dan apabila Allah menghendaki keburukan terhadap suatu kaum, maka tak ada yang dapat menolaknya dan tidak ada pelindung bagi mereka selain Dia.”

(QS, Ar-Ra'd ayat 11)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Angke Latifa Dinar Suwandi

NIM : 110210102039

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: “Uji Daya Aktif dan Kuat Penerangan pada Lampu” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya hasil jiplakan. Saya bertanggung jawab atas kesalahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juni 2016

Yang menyatakan,

Angke Latifa Dinar Suwandi

NIM 110210102039

SKRIPSI

**UJI DAYA AKTIF DAN KUAT PENERANGAN
PADA LAMPU**

Oleh:
Angke Latifa Dinar Suwandi
NIM 110210102039

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Rif'ati Dina Handayani, S.Pd, M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Uji Daya Aktif dan Kuat Penerangan pada Lampu” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

hari :
tanggal :
tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Tim penguji

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Albertus Djoko L., M.Si.
NIP. 19641230 199302 1 001

Rif'ati Dina H, S.Pd, M.Si
NIP. 19810205 200604 2 001

Anggota I,

Anggota II,

Drs. Bambang Supriadi, M.Sc
NIP. 19680710 199302 1 001

Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si
NIP. 19620401 198702 1 001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Jember,

Prof. Dr. Sunardi, M.Pd.
NIP. 19540501 198303 1 005

RINGKASAN

Uji Daya Aktif dan Kuat Penerangan pada Lampu; Angke Latifa Dinar Suwandi, 110210102039; 2016; 42 halaman; Progam Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Kebutuhan masyarakat akan energi listrik semakin meningkat, namun jumlah energi listrik yang dapat dipasok negara belum terlihat mengalami kenaikan pasokan yang signifikan, bahkan mungkin pasokan energi listrik tidak sebanding dengan kebutuhan masyarakat akan listrik sendiri. Hal ini bisa dilihat dan dibuktikan dari adanya program pemadaman listrik bergilir di beberapa daerah di Indonesia yang dilakukan pemerintah untuk menghemat pasokan energi listrik negara yang semakin menipis.

Salah satu upaya penghematan energi listrik yang bisa dilakukan adalah memilih lampu yang hemat menggunakan energi listrik. Lampu yang memiliki daya (watt) yang besar tidak berarti bahwa lampu tersebut lebih terang tetapi lampu dengan watt yang besar sudah pasti biaya tagihan listriknya lebih mahal. Selain daya lampu yang besar umur pemakaian lampu juga akan menentukan seberapa besar biaya yang harus dikeluarkan untuk mengganti lampu selama masa pemakaian tertentu.

Lampu adalah alat yang berfungsi untuk memancarkan cahaya. Kenyataan yang dihadapi saat ini, masyarakat masih banyak yang belum mengenal atau belum memahami yang dimaksud dengan lampu hemat energi. Masyarakat cenderung memilih lampu yang murah dan mudah didapatkan di pasaran tanpa mengetahui dengan pasti konsumsi energi dari lampu tersebut. Semakin banyaknya bentuk dan jenis lampu, semakin sulit pula masyarakat umum untuk menentukan jenis dan bentuk lampu yang baik digunakan, hal ini dikarenakan dengan konsumsi energi yang sama, jenis dan bentuk lampu belum tentu memiliki keluaran atau efisiensi yang sama, sehingga sulit dibedakan jenis dan bentuk lampu mana yang efektif dan efisien.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang bertujuan untuk mengkaji daya aktif dan kuat penerangan pada tiga jenis lampu, yaitu lampu pijar, lampu CFL ulir, dan lampu LED. Uji daya aktif menggunakan alat ukur luxmeter, sedangkan untuk uji kuat penerangan menggunakan alat ukur *power analyzer*. Pemilihan daya lampu yang digunakan berdasarkan kesetaraan tingkat cahaya antar jenis lampu tersebut yang tertera pada kemasan produk. Kesetaraan pertama antara lampu pijar 25 W dengan lampu CFL ulir 5 W dan lampu LED 3 W. Kesetaraan kedua antara lampu pijar 60 W dengan lampu CFL ulir 12 W dan lampu LED 7 W. Kesetaraan ketiga antara lampu pijar 100 W dengan lampu CFL ulir 20 W dan lampu LED 14 W. Tegangan masukan diatur sebesar 220 V. Hasil pengukuran daya aktif ataupun kuat penerangan dapat dicatat setelah lampu dinyalakan selama 1 menit. Sensor luxmeter diletakkan tegak lurus di bawah lampu dengan jarak 1 meter.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua lampu jenis CFL ulir memiliki rata-rata daya aktif yang sesuai dengan daya yang tertera pada kemasan produk, begitu juga dengan semua lampu jenis LED. Lampu pijar 25 watt menghasilkan rata-rata daya aktif sebesar 24 watt. Hal ini menunjukkan bahwa daya aktif lebih rendah dari daya yang tertera pada kemasan produk. Begitu pula dengan lampu pijar 60 watt yang menghasilkan rata-rata daya aktif sebesar 58 watt dan lampu dan lampu pijar 100 watt yang menghasilkan rata-rata daya aktif sebesar 90 watt.

Hasil dari uji kuat penerangan menunjukkan bahwa tidak terdapat kesetaraan kuat penerangan antar jenis lampu, namun untuk masing-masing jenis lampu menunjukkan hasil bahwa semakin besar daya lampu, maka semakin besar kuat penerangan yang dihasilkan oleh lampu tersebut. Jenis lampu yang menghasilkan rata-rata kuat penerangan tertinggi adalah lampu LED.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Uji Daya Aktif dan Kuat Penerangan pada Lampu”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Progam Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Sunardi, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Ibu Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA;
3. Bapak Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si. dan Ibu Rif’ati Dina Handayani, S.Pd, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
4. Bapak Dr. Triwahju Hardianto, ST., MT., selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember dan Bapak Dr. Bambang Sri Kaloka, ST., MT., selaku Kepala Laboratorium Konversi Energi Listrik yang telah memberikan izin penelitian;
5. Teman-teman seangkatanku Hairuni Indrasari dan Iga Elysa Darmiati yang telah membantu selama proses penelitian;
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, April 2016

Penulis

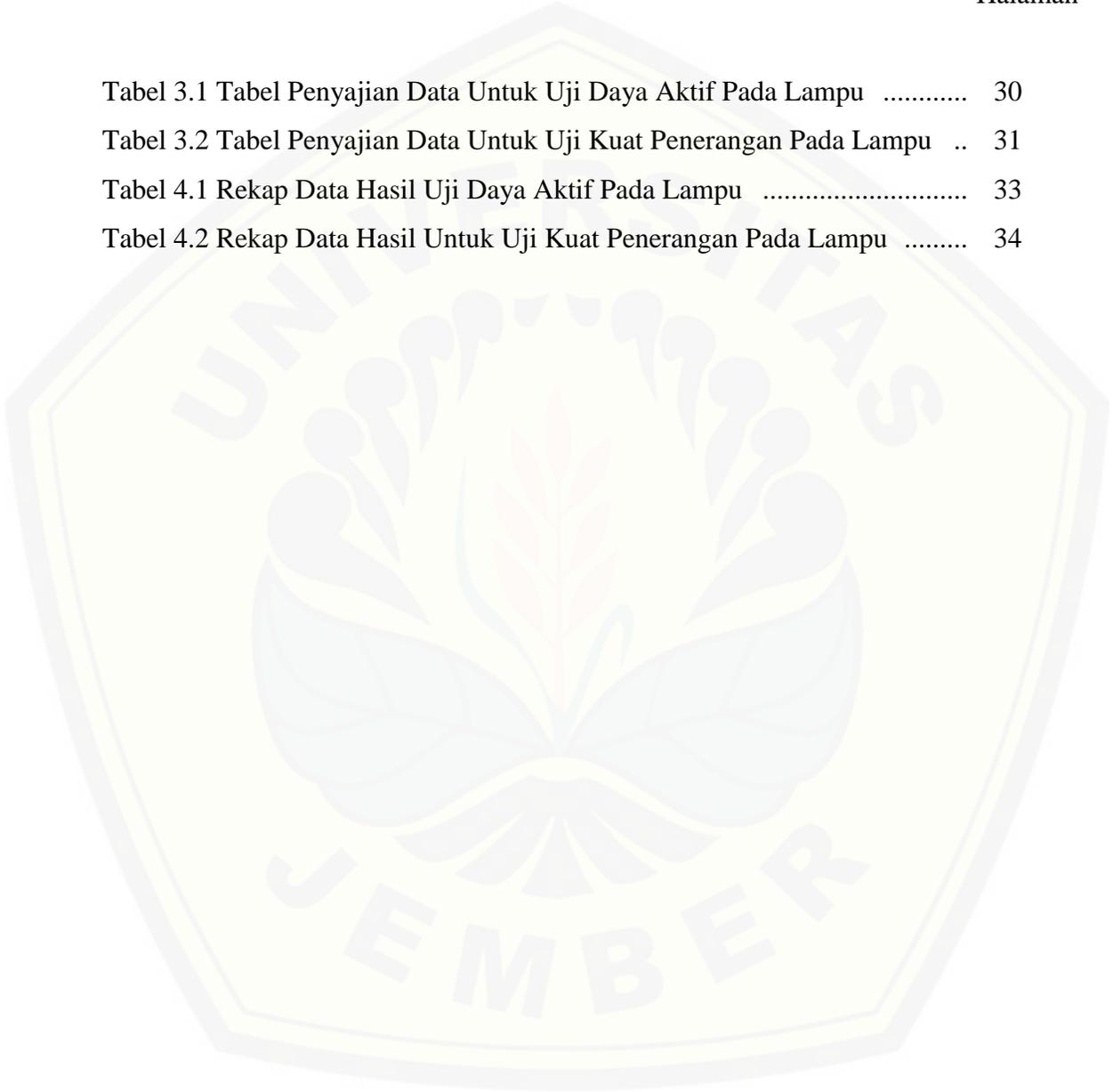
DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--------------------------------------|---------|
| HALAMAN SAMPUL | i |
| HALAMAN JUDUL | ii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iii |
| HALAMAN MOTTO | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN | v |
| HALAMAN BIMBINGAN | vi |
| HALAMAN PENGESAHAN | vii |
| RINGKASAN | viii |
| PRAKATA | x |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xv |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.5 Batasan Penelitian | 5 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Cahaya | 6 |
| 2.2 Pencahayaan | 7 |
| 2.2.1 Pencahayaan Alami | 7 |
| 2.2.2 Pencahayaan Buatan | 9 |
| 2.3 Fotometri | 10 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3.1 Sudut Ruang (Ω) | 10 |
| 2.3.2 Intensitas Cahaya | 10 |
| 2.3.3 Kuat Penerangan | 11 |
| 2.3.4 Luminansi | 12 |
| 2.4 Lampu | 13 |
| 2.4.1 Lampu Pijar | 13 |
| 2.4.2 <i>Compact Fluorescent Lamps</i> (CFL) | 15 |
| 2.4.3 Lampu LED (<i>Light Emitting Diode</i>) | 17 |
| 2.5 Daya Aktif | 18 |
| BAB 3. METODE PENELITIAN | 21 |
| 3.1 Jenis Penelitian | 21 |
| 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian | 21 |
| 3.3 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional | 21 |
| 3.3.1 Variabel Penelitian | 21 |
| 3.3.2 Definisi Operasional Variabel | 24 |
| 3.4 Alat dan Bahan Penelitian | 25 |
| 3.5 Desain Alat Penelitian | 26 |
| 3.6 Alur Penelitian | 27 |
| 3.7 Langkah Penelitian | 28 |
| 3.8 Teknik Penyajian Data | 30 |
| 3.9 Teknik Analisis Data | 31 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | 33 |
| 4.1 Hasil Penelitian | 33 |
| 4.2 Pembahasan | 34 |
| BAB 5. PENUTUP | 39 |
| 5.1 Kesimpulan | 39 |
| 5.2 Saran | 40 |
| DAFTAR BACAAN | 41 |
| LAMPIRAN | 45 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 3.1 Tabel Penyajian Data Untuk Uji Daya Aktif Pada Lampu | 30 |
| Tabel 3.2 Tabel Penyajian Data Untuk Uji Kuat Penerangan Pada Lampu .. | 31 |
| Tabel 4.1 Rekap Data Hasil Uji Daya Aktif Pada Lampu | 33 |
| Tabel 4.2 Rekap Data Hasil Untuk Uji Kuat Penerangan Pada Lampu | 34 |



DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 2.1 Spektrum Gelombang Elektromagnetik | 6 |
| Gambar 2.2 Pencahayaan Alami dengan Sinar Matahari | 8 |
| Gambar 2.3 Pencahayaan Buatan Dengan Lampu | 9 |
| Gambar 2.4 Sudut Ruang I Steradian..... | 10 |
| Gambar 2.5 Sumber Cahaya yang Menerangi Luasan Permukaan..... | 11 |
| Gambar 2.6 Konsep Dasar Besaran Penerangan..... | 13 |
| Gambar 2.7 Bagian-Bagian Dari Lampu Pijar | 13 |
| Gambar 2.8 Berbagai Bentuk Lampu CFL | 16 |
| Gambar 2.9 Berbagai Jenis Lampu, yaitu Lampu Pijar, Lampu CFL Jenis Ulir Dan Lampu LED | 17 |
| Gambar 2.10 Segitiga Daya | 20 |
| Gambar 3.1 Desain Alat Penelitian untuk Uji Daya Aktif Lampu | 26 |
| Gambar 3.2 Desain Alat Penelitian untuk Uji Kuat Penerangan Lampu | 26 |
| Gambar 3.3 Desain Titik Pengambilan Data Uji Kuat Penerangan | 27 |
| Gambar 3.4 Bagan Alur Penelitian | 27 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| A. Matrik Penelitian | 42 |
| B. Tabel Data Hasil Pengukuran | 43 |
| B.1 Tabel Data Hasil Pengukuran Daya aktif Lampu | 43 |
| B.2 Tabel Data Hasil Pengukuran Kuat Penerangan Lampu | 44 |
| C. Hasil Analisis Data | 45 |
| C.1 Tabel Analisis Daya Aktif Lampu | 45 |
| C.2 Tabel Analisis Kuat Penerangan Lampu | 46 |
| D. Foto Kegiatan Penelitian | 48 |

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejalan dengan perkembangan teknologi dewasa ini, energi listrik memegang peranan penting dan kebutuhannya meningkat dalam menunjang pembangunan di Indonesia. Sebaliknya energi yang tersedia sangat terbatas, maka dibutuhkan efisiensi penggunaan energi pada semua sistem yang membutuhkan energi listrik (Fajri *et al.*, 2014). Kebutuhan masyarakat akan energi listrik semakin meningkat, namun jumlah energi listrik yang dapat dipasok negara belum terlihat mengalami kenaikan pasokan yang signifikan, bahkan mungkin pasokan energi listrik tidak sebanding dengan kebutuhan masyarakat akan listrik sendiri. Hal ini bisa dilihat dan dibuktikan dari adanya program pemadaman listrik bergilir di beberapa daerah di Indonesia yang dilakukan pemerintah untuk menghemat pasokan energi listrik negara yang semakin menipis (Rahman dan Prajitno, 2013).

Salah satu upaya penghematan energi listrik yang bisa dilakukan adalah memilih lampu yang hemat menggunakan energi listrik. Pemilihan jenis lampu juga berpengaruh terhadap besar kecilnya biaya penggunaan listrik tersebut dan masyarakat terkadang kurang memperhatikan hal ini, karena menganggap konsumsi energi listrik untuk penggunaan lampu relatif lebih kecil dibandingkan penggunaan peralatan listrik lainnya, seperti televisi, kulkas, maupun AC (Mahayanti *et al.*, 2004). Lampu yang memiliki daya (watt) yang besar tidak berarti bahwa lampu tersebut lebih terang tetapi lampu dengan watt yang besar sudah pasti biaya tagihan listriknya lebih mahal. Selain daya lampu yang besar umur pemakaian lampu juga akan menentukan seberapa besar biaya yang harus dikeluarkan untuk mengganti lampu selama masa pemakaian tertentu (Mukhlis, 2011).

Lampu adalah alat yang berfungsi untuk memancarkan cahaya (Yunus *et al.*, 2012). Lampu dalam perkembangannya dewasa ini menjadi salah satu media

penerangan penting buatan manusia untuk menggantikan keberadaan cahaya matahari (Antonov dan Natalinus, 2013). Kenyataan yang dihadapi saat ini, masyarakat masih banyak yang belum mengenal atau belum memahami yang dimaksud dengan lampu hemat energi. Masyarakat cenderung memilih lampu yang murah dan mudah didapatkan di pasaran tanpa mengetahui dengan pasti konsumsi energi dari lampu tersebut (Mahayanti *et al*, 2004). Semakin banyaknya bentuk dan jenis lampu, semakin sulit pula masyarakat umum untuk menentukan jenis dan bentuk lampu yang baik digunakan, hal ini dikarenakan dengan konsumsi energi yang sama, jenis dan bentuk lampu belum tentu memiliki keluaran atau efisiensi yang sama, sehingga sulit dibedakan jenis dan bentuk lampu mana yang efektif dan efisien (Agam, 2014).

Suatu penerangan diperlukan oleh manusia untuk mengenali suatu objek secara visual. Organ tubuh yang mempengaruhi penglihatan adalah mata, syaraf, dan pusat syaraf penglihatan di otak. Pada banyak industri, penerangan mempunyai pengaruh terhadap kualitas produk. Kuat penerangan baik yang tinggi, rendah, maupun yang menyilaukan berpengaruh terhadap kelelahan mata maupun ketegangan syaraf. Untuk memperoleh kualitas penerangan yang optimal IES (*Illumination Engineering Society*) menetapkan standar kuat penerangan untuk ruangan (Muhaimin, 2001a: 1). Kuat penerangan ruangan dikategorikan menjadi enam, yaitu : a) penerangan ekstra rendah, di bawah 50 lux; b) penerangan rendah, di bawah 150 lux; c) penerangan sedang, 150 hingga 175 lux; d) penerangan tinggi yang terdiri dari, penerangan tinggi I (200 lux), penerangan tinggi II (300 lux), penerangan tinggi III (450 lux); e) penerangan sangat tinggi, 700 lux; f) penerangan ekstra tinggi, di atas 700 lux (Muhaimin, 2001b: 135).

Sejarah perkembangan lampu bermula pada puluhan abad yang lalu dari suatu penemuan manusia yang membutuhkan penerangan (cahaya buatan) untuk malam hari dengan cara menggosok-gosokan batu hingga mengeluarkan api atau cahaya, kemudian dari api dikembangkan dengan membakar benda-benda yang mudah menyala hingga membentuk sekumpulan cahaya dan seterusnya sampai ditemukan bahan bakar minyak dan gas yang dapat digunakan sebagai bahan penyalaan untuk lampu obor, lampu minyak maupun lampu gas. Teknologi berkembang pesat dengan

ditemukannya lampu listrik oleh Thomas Alpha Edison pada tanggal 21 Oktober 1879 di laboratorium Edison-Menlo Park, Amerika. Prinsip kerja dari lampu listrik tersebut adalah dengan cara menghubungkan singkat listrik pada filamen carbon (C) sehingga terjadi arus hubungan singkat yang mengakibatkan timbulnya panas. Panas yang terjadi dibuat hingga suhu tertentu sampai mengeluarkan cahaya, dan cahaya yang didapat pada waktu itu baru mencapai 3 Lumen/W. Baru lima puluh tahun kemudian, tepatnya tahun 1933 filamen carbon diganti dengan filamen tungsten atau Wolfram yang dibuat membentuk lilitan kumparan sehingga dapat meningkatkan efikasi lampu menjadi 20 Lumen/W. Sistem pembangkitan cahaya buatan ini disebut sistem pemijaran (*incondescence*) (Gunawan, 2010: <http://keibu-electric.com/article/33798/lampu-hemat-energi-dan-ballast-elektronik.html>).

Hasil penelitian Cahyono (2006) tentang “Karakteristik Intensitas Radiasi Cahaya dan Energi Listrik pada Lampu Jenis Philips” menunjukkan bahwa lampu listrik dengan daya yang sama dapat mempunyai intensitas cahaya dan kalor pancaran yang berbeda, tergantung dari jenis dan bentuk lampu tersebut. Besarnya intensitas penerangan tidak bergantung pada lamanya waktu penerangan sumber cahaya, tetapi hanya bergantung pada jarak antara sumber cahaya dengan bidang yang mendapat penerangan. Semakin jauh jaraknya dari sumber cahaya, maka semakin kecil intensitas penerangannya. Semakin lama lampu listrik dinyalakan maka energi listrik yang dikeluarkan juga semakin besar, kalor yang dihasilkan oleh lampu tersebut semakin tinggi, sedangkan intensitas penerangannya konstan.

Penelitian yang dilakukan oleh Mukhlis (2011) dengan judul “Penghematan Energi melalui Penggantian Lampu Penerangan di Lingkungan UNTAD” menganalisa penggantian lampu pijar dan lampu fluorescent dengan lampu hemat energi jenis CFL (*Compact Fluorescent Lamps*). Hasil dari penelitian tersebut adalah penggantian lampu pijar dan lampu *fluorescent* (TL) dengan lampu hemat energi jenis CFL (*Compact Fluorescent Lamps*) dapat mengurangi rekening pembayaran listrik dan dapat memperbaiki tegangan kerja sehingga dapat memaksimalkan penggunaan daya listrik dalam lingkungan Untad.

Penelitian yang dilakukan oleh Yunus, *et al.* (2012) dengan judul “Analisis Faktor Daya dan Kuat Penerangan Lampu Hemat Energi” membandingkan faktor daya dan kuat penerangan lampu jenis pijar, TL, dan CFL dari berbagai *brand*. Hasil dari penelitian tersebut adalah dari segi pemakaian daya dikatakan bahwa pada watt yang sama lampu pijar adalah lampu yang paling hemat energi, sedangkan apabila ditinjau dari pemakaian daya dan hasil kuat penerangan maka terbukti bahwa lampu CFL merupakan lampu yang sangat efektif saat ini.

Berdasarkan fakta dan hasil penelitian di atas peneliti tertarik melakukan penelitian tentang daya aktif dan kuat penerangan pada lampu jenis pijar, lampu hemat energi, dan lampu LED. Sehingga penelitian ini diberi judul “**Uji Daya Aktif dan Kuat Penerangan pada Lampu**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, adapun rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Bagaimana daya aktif pada lampu pijar, lampu CFL ulir, dan lampu LED?
- b. Bagaimana kuat penerangan pada lampu pijar, lampu CFL ulir, dan lampu LED?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

- a. Mengkaji daya aktif pada lampu pijar, lampu CFL ulir, dan lampu LED.
- b. Mengkaji kuat penerangan pada lampu pijar, lampu CFL ulir, dan lampu LED.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat yaitu:

- a. Memberikan gambaran mengenai lampu pijar, lampu CFL ulir, dan lampu LED.
- b. Dapat dijadikan acuan untuk mengembangkan penelitian mengenai daya aktif dan kuat penerangan pada lampu.
- c. Memberikan gambaran pada masyarakat mengenai daya aktif dan kuat penerangan lampu yang tertera pada kemasan produk.

- d. Dapat dijadikan acuan untuk memilih lampu yang efektif dan efisien sesuai dengan kebutuhan konsumen.

1.5 Batasan Penelitian

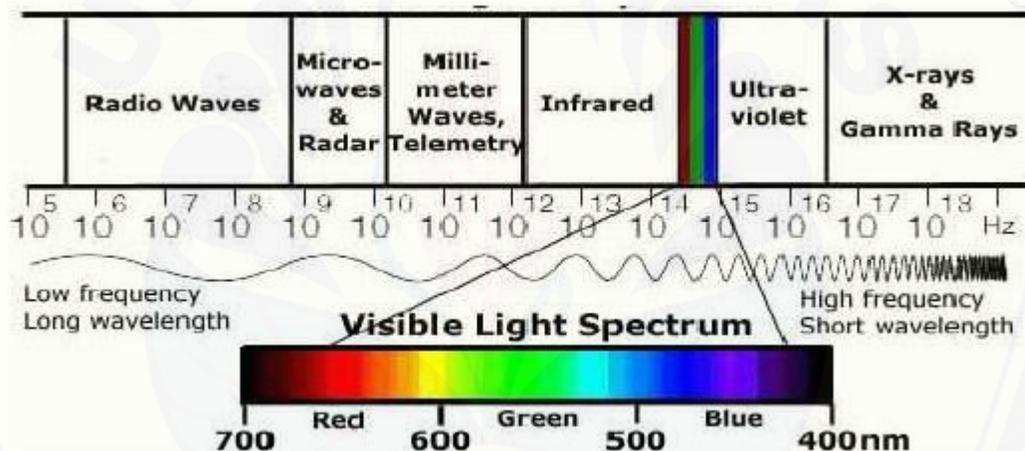
Agar penelitian dapat terarah dan dapat mencapai sasaran yang diharapkan maka dibuat batasan-batasan penelitian sebagai berikut :

- a. Penelitian ini menggunakan lampu dengan *brand* yang sama, yaitu Philips dengan tiga buah kapasitas daya yang berbeda-beda.
- b. Lampu yang digunakan adalah jenis lampu pijar, lampu CFL ulir, dan lampu LED.
- c. Jarak lampu dengan Luxmeter pada setiap pengukuran berada pada posisi yang sama.
- d. Tegangan masukan yang digunakan adalah 220 V.
- e. Ruang penelitian sama.
- f. Penelitian ini menggunakan *fitting* ulir.
- g. Penelitian ini hanya membahas daya aktif dan kuat penerangan pada lampu jenis pijar, CFL ulir, dan LED.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cahaya

Illumination Engineering Society (IES) mendefinisikan cahaya sebagai pancaran energi yang dapat dievaluasi secara visual. Cahaya adalah bentuk energi yang memungkinkan makhluk hidup dapat mengenali sekelilingnya dengan mata. Jika cahaya merupakan bagian dari gelombang elektromagnetik, maka kedudukan cahaya pada spektrum gelombang dapat dilihat seperti pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 spektrum gelombang elektromagnetik (Muhaimin, 2001 : 2)

Pada gambar di atas terlihat bahwa spektrum warna cahaya terdiri dari ultraviolet dengan panjang gelombang 200 sampai 400 nm. *Visible light spectrum* adalah spektrum warna cahaya yang dapat dilihat oleh mata dengan panjang gelombang 400 sampai 700 nm, yaitu warna biru, hijau, dan merah. Gelombang radio (*radio waves*) memiliki frekuensi mulai dari 30 kHz ke atas dan dikelompokkan berdasarkan lebar frekuensinya. Gelombang mikro (*mikrowaves*) adalah gelombang radio dengan frekuensi paling tinggi, yaitu di atas 3 GHz. Sinar *infrared* berada pada daerah spektrum tepat di bawah cahaya tampak, yaitu daerah frekuensi 10^{11} Hz sampai 10^{14} Hz.

Sinar inframerah dihasilkan oleh elektron dalam molekul-molekul yang bergetar karena benda diipankan.

Menurut teori Einstein, energi dari suatu *foton* sebanding dengan frekuensi dari gelombang elektromagnetik :

$$E = hf \quad (2.1)$$

Konstanta kesebandingan $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s adalah konstanta Planck (Serway dan Jewett, 2010 : 4). Hubungan kecepatan cahaya (v) dalam m/s, dengan panjang gelombang (λ) dalam m, dan frekuensi (f) dalam Hz adalah :

$$v = \lambda f \quad (2.2)$$

(Muhaimin, 2001 : 3)

2.2 Pencahayaan

Pencahayaan merupakan jumlah cahaya yang jatuh pada sebuah bidang permukaan. Tingkat pencahayaan pada suatu ruangan didefinisikan sebagai tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja. Bidang kerja yang dimaksud adalah sebuah bidang horisontal imajiner yang terletak setinggi 0,75 meter di atas lantai pada seluruh ruangan (Badan Standardisasi Nasional, 2002).

2.2.1 Pencahayaan Alami

Pencahayaan alami adalah pemanfaatan cahaya yang berasal dari benda penerang alam seperti matahari, bulan, dan bintang sebagai penerang ruang. Cahaya alami bersifat tidak menentu, tergantung pada iklim, musim, dan cuaca. Di antara seluruh sumber cahaya alami, matahari memiliki kuat sinar yang paling besar sehingga keberadaannya sangat bermanfaat untuk penerangan ruang (Dora dan Nilasari, 2011). Pencahayaan alami pada siang hari dapat dikatakan baik apabila pada pukul 08.00 sampai 16.00 waktu setempat terdapat cukup banyak sinar matahari yang masuk ke dalam ruangan. Selain itu, distribusi cahaya dalam ruangan harus merata sehingga tidak menimbulkan kontras yang mengganggu (Badan Standardisasi Nasional, 2004a).

Pencahayaan alami dengan memanfaatkan sinar matahari memiliki beberapa

keunggulan, antara lain :

a. Meningkatkan semangat kerja

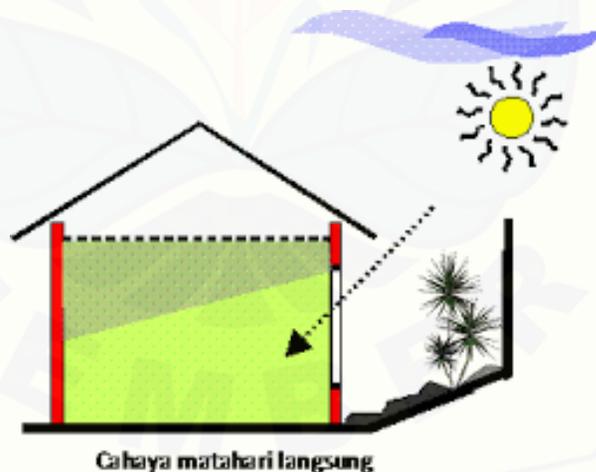
Sinar matahari yang masuk ke dalam ruangan dapat memberikan kesan hangat, meningkatkan keceriaan, dan semangat dalam ruangan (Bean, dalam Dora dan Nilasari, 2011).

b. Sebagai penanda waktu

Berada dalam suatu ruang yang tertutup dan tidak mendapat cahaya matahari dapat mengacaukan orientasi waktu, disorientasi, dan terkucil dari perubahan kondisi sekitar. Kondisi ini berpengaruh buruk terhadap psikologis dan mengganggu jam biologis manusia (Pilatowicz, dalam Dora dan Nilasari, 2011).

c. Manfaat bagi kesehatan

Sinar matahari berfungsi untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan seseorang. Fungsi tersebut antara lain mengubah pro vitamin D menjadi vitamin D serta membantu pembentukan dan perbaikan tulang (Dora dan Nilasari, 2011). Sinar matahari juga berfungsi untuk membunuh bakteri (Badan POM RI, 2009).



Gambar 2.2 Pencahayaan alami dengan sinar matahari (Prihanto, T. 2013: <http://www.rekakita.com/2013/11/optimalisasi-pencahayaan-alami.html>)

2.2.2 Pencahayaan Buatan

Pencahayaan buatan adalah pencahayaan yang dihasilkan oleh sumber cahaya selain cahaya alami. Pencahayaan buatan sangat diperlukan apabila posisi ruangan sulit dicapai oleh pencahayaan alami atau saat pencahayaan alami tidak mencukupi. Fungsi pokok pencahayaan buatan baik yang diterapkan secara tersendiri maupun yang dikombinasikan dengan pencahayaan alami adalah sebagai berikut :

- a. Menciptakan lingkungan yang memungkinkan penghuni melihat secara detail dan terlaksananya tugas serta kegiatan visual secara mudah dan tepat
- b. Memungkinkan penghuni berjalan dan bergerak secara mudah dan aman
- c. Tidak menimbulkan penambahan suhu udara yang berlebihan pada tempat kerja
- d. Memberikan pencahayaan dengan intensitas yang tetap menyebar secara merata, tidak berkedip, tidak menyilaukan, dan tidak menimbulkan bayang-bayang.
- e. Meningkatkan lingkungan visual yang nyaman dan meningkatkan prestasi (Amin, 2011).



Gambar 2.3 Pencahayaan buatan dengan lampu (Image Bali Arsitek dan Kontraktor. 2015: <http://www.imagebali.net/detail-artikel/1152-jenis-pencahayaan-ruang-interior.php>)

2.3 Fotometri

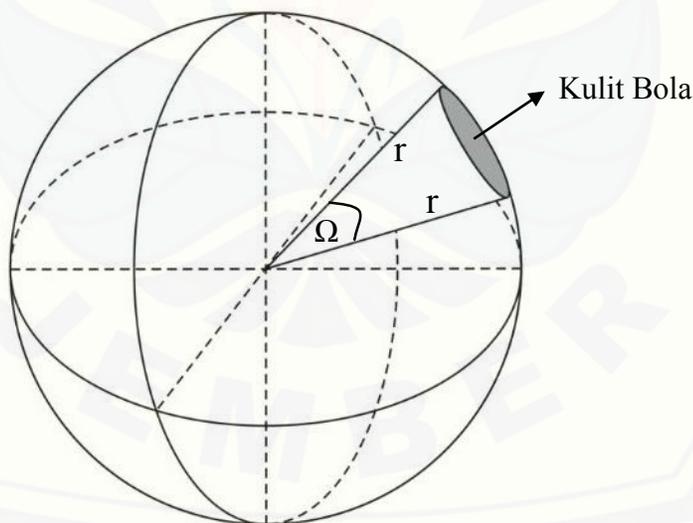
Fotometri adalah ilmu yang mempelajari pengukuran besaran-besaran cahaya, meliputi aspek-aspek psikofisis energi radiasi yang dapat terlihat oleh mata manusia (Soedjo, 1992 : 59). Besaran-besaran tersebut antara lain :

2.3.1 Sudut Ruang (Ω)

Pancaran cahaya di udara bebas bersifat meruang seperti bola. Sudut bidang adalah sebuah titik potong dua buah garis lurus. Besar sudut bidang dinyatakan dengan derajat ($^{\circ}$) atau radian (rad). Sudut ruang adalah sudut pada ruang yang dibatasi oleh permukaan bola dengan titik sudutnya. Besarnya sudut ruang dinyatakan dengan steradian (sr). 1 Steradian adalah besarnya sudut yang terpancang pada titik pusat bola oleh permukaan bola seluas kuadrat jari-jari bola. Berdasarkan definisi di atas maka suatu bola jika dilihat dengan sudut ruang adalah :

$$\frac{\text{Luas kulit bola}}{\text{Kuadrat jari-jari}} = \Omega = \frac{4\pi r^2}{r^2} = 4\pi \text{ steradian} \quad (2.3)$$

(Muhaimin, 2001 : 5)



Gambar 2.4 Sudut ruang 1 steradian (Muhaimin, 2001 : 6)

2.3.2 Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya adalah besaran pokok fisika yang digunakan untuk mengukur daya yang dipancarkan oleh suatu sumber cahaya pada arah tertentu per satuan sudut.

Satuan SI dari intensitas cahaya adalah Candela (Cd). Hubungan antara fluks cahaya (Φ) dan sudut ruang (Ω) dapat didefinisikan dengan persamaan berikut :

$$I = \frac{\Phi}{\Omega} \quad (2.4)$$

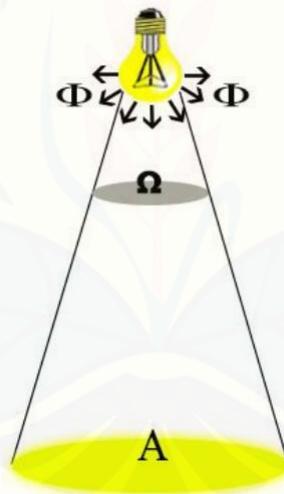
keterangan :

I = intensitas cahaya (cd)

Φ = fluks cahaya (lumen)

Ω = sudut ruang (sr)

Dari persamaan (2.4) terlihat bahwa intensitas cahaya berbanding terbalik dengan sudut ruang dan berbanding lurus dengan fluks cahaya. Besarnya intensitas cahaya yang dihasilkan suatu sumber cahaya adalah tetap, baik dipancarkan secara terpusat maupun menyebar (Nur *et al*, 2010).



Gambar 2.5 Sumber cahaya yang menerangi luasan permukaan (Speaker. 2015 : <http://www.jwspeaker.com/reference/lighting-terminology-explained>)

2.3.3 Kuat Penerangan

Kuat penerangan di suatu bidang ialah fluks cahaya yang jatuh pada 1 m² dari bidang tersebut. Satuan SI dari kuat penerangan adalah lux. Jika suatu bidang seluas A diterangi Φ lumen, maka :

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad (2.5)$$

keterangan :

E = Intensitas penerangan rata-rata (lux)

A = Luas bidang yang diterangi (m^2) (Hidayat, 2013: 3).

Dari persamaan 2.3, 2.4 dan 2.5, maka :

$$E = \frac{I \Omega}{A} \quad (2.6)$$

$$E = \frac{I 4\pi}{4\pi r^2} \quad (2.7)$$

Dengan menganggap sumber penerangan sebagai titik yang jaraknya (r) dari bidang penerangan maka kuat penerangan (E) dalam lux (lx) pada suatu titik pada bidang penerangan adalah :

$$E = \frac{I}{r^2} \quad (2.8)$$

Persamaan (2.6) disebut Hukum Kuadrat Terbalik (*Inverse Square Law*) (Muhaimin, 2001: 9 - 11).

2.3.4 Luminansi

Luminansi adalah jumlah cahaya yang dipantulkan atau diteruskan oleh suatu objek. Permukaan yang lebih gelap akan memantulkan cahaya lebih sedikit daripada permukaan yang lebih terang, sehingga dibutuhkan iluminasi yang lebih besar pada permukaan yang lebih gelap untuk menghasilkan Luminansi yang sama dengan permukaan yang lebih terang.

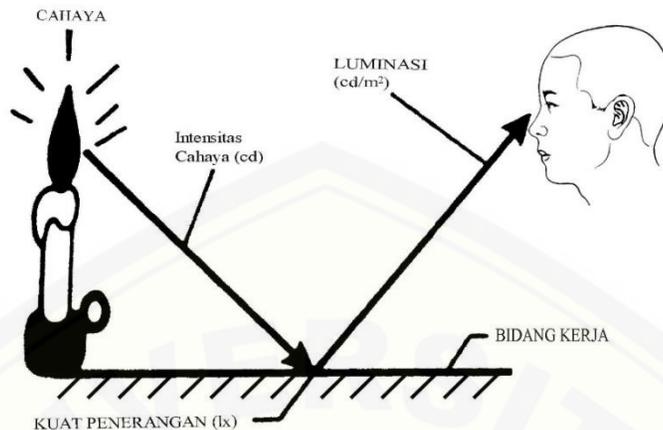
$$L = \frac{I}{A} \quad (2.9)$$

keterangan :

L = Luminasi (cd/m^2)

I = Intensitas cahaya (cd)

A = Luas bidang yang diterangi (m^2) (Kurnia, 2010: 20).



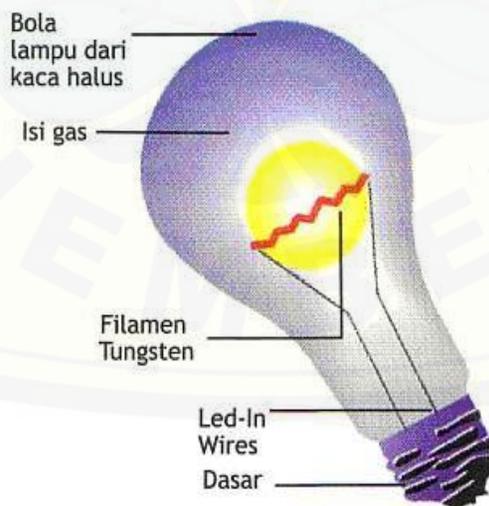
Gambar 2.6 Konsep dasar besaran penerangan (Muhaimin, 2001 : 5)

2.4 Lampu

Pada saat ini, terdapat beberapa jenis lampu listrik, antara lain :

2.4.1 Lampu Pijar

Lampu pijar menghasilkan cahayanya dengan pemanasan listrik dari kawat filamennya pada temperatur yang tinggi. Temperatur ini memberi radiasi dalam daerah tampak dari spektrum radiasi yang dihasilkan. Komponen utama lampu pijar terdiri dari filamen, bola lampu, gas pengisi, dan kaki lampu (*fitting*).



Gambar 2.7 Bagian-bagian dari lampu pijar (Hedytono, 2009 : <http://positiveinfo.wordpress.com/2009/01/06/risiko-bola-lampu-pada-lingkungan/>)

Bila suatu tegangan dihubungkan antara ujung-ujung sebuah kawat, maka arus akan berbanding terbalik dengan tahanan kawat tersebut. Pengurangan tahanan kawat berarti bertambahnya arus yang mengalir melaluinya. Bertambahnya arus yang mengalir melalui kawat menyebabkan kawat tersebut menjadi merah pijar dan akhirnya putih panas, mengeluarkan radiasi menyebar sekeliling spektrum yang dapat dilihat.

Lampu-lampu terdahulu terbuat dari filamen karbon yang terbungkus di dalam sebuah penutup gelas hampa udara. Sekarang ini filamen-filamen dibuat dari wolfram karena titik leburnya yang sangat tinggi. Pada temperatur di atas 2000° C walaupun tidak meleleh, filamen mulai bercerai-berai dan partikel-partikel berterbangan ke sisi lampu. Ini menyebabkan bola lampu gelas menjadi menghitam dan filamen yang diperlemah tersebut terlihat memiliki tahanan yang tidak sama rata, menimbulkan bintik-bintik panas, kemudian filamen tersebut terbakar atau putus (Neidle, 1999 : 259).

a. Filamen

Sebuah lampu pijar memiliki filamen yang terletak kurang lebih di tengah dalam *bulb*. Makin tinggi temperatur filamen, makin besar energi yang jatuh pada spektrum radiasi tampak dan makin besar efisiensi dari lampu, namun semakin cepat filamen itu putus. Pada saat ini jenis filamen yang dipakai adalah tungsten atau wolfram (Anggreani dan Soetijono, 2010).

b. Bola Lampu

Filamen suatu lampu pijar ditutup rapat dengan selubung gelas yang dinamakan bola lampu. Bentuk bola lampu bermacam-macam dan juga warna gelasnya. Bentuk bola (bentuk A), jamur (bentuk E), bentuk lilin dan *lustre* dengan bola lampu bening, susu atau buram dan dengan warna merah, hijau, biru atau kuning.

c. Gas Pengisi

Penguapan filamen dikurangi dengan diisinya bola lampu dengan gas inert. Gas yang umumnya dipakai adalah Nitrogen dan Argon. Untuk memberikan temperatur kerja yang lebih tinggi dengan efisiensi yang bertambah tinggi, efek pendinginan dari arus-arus konveksi di dalam gas dikurangi dengan menggulungkan filamen lampu menjadi

sebuah kumparan berbentuk spiral yang halus dan kemudian dibentuk menjadi suatu bentuk sabit (Neidle, 1999 : 259).

d. Kaki Lampu atau dasar

Untuk pemakaian umum, tersedia dua jenis yaitu : kaki lampu berulir dan kaki lampu bayonet, yang diidentifikasi dengan huruf E (Edison) dan B (Bayonet), selanjutnya diikuti dengan angka yang menyatakan diameter kaki lampu dalam milimeter. Bahan kaki lampu dari aluminium atau kuningan (Badan Standarisasi Nasional, 2001).

Lampu pijar memiliki beberapa kelebihan, antara lain biaya awal rendah, renderasi warna sangat baik, *start* cepat, mempunyai kemampuan *dimming* dengan biaya rendah, warna *skin flattering warm*, bentuk kecil dapat digunakan untuk lampu spot, mempunyai jenis dan spesifikasi yang banyak, mudah dipasang dan dioperasikan, tidak perlu balas, terang, dan mempunyai banyak warna.

Selain beberapa kelebihan di atas, lampu pijar juga memiliki kekurangan, antara lain :

- a. Umur penggunaan relatif rendah karena toleransi terhadap tegangan yang rendah. Tegangan berbanding lurus dengan daya. Apabila tegangan kerja yang digunakan lebih rendah daripada tegangan yang disarankan, maka daya lampu akan menurun, sehingga kinerja lampu menjadi tidak maksimal atau lampu terlihat lebih redup.
- b. Tidak efisien, hanya 10% watt yang digunakan sebagai cahaya, sisanya berupa panas.
- c. Filamen dari lampu pijar yang dinyalakan akan menjadi panas karena resistansinya semakin meningkat, sehingga menambah suhu ruang (Mukhlis, 2011).

2.4.2 Compact Fluorescent Lamps (CFL)

Lampu CFL adalah pengembangan dari lampu *fluorescent*. Cahaya yang dipancarkan dari dalam lampu adalah ultraviolet yang merupakan sinar tak tampak. Bagian dalam tabung lampu dilapisi dengan bahan *fluorescent* yang berfungsi menyerap ultraviolet dan mengubahnya menjadi cahaya tampak. Lampu ini terdiri dari ballast elektronik dan tabung gelas (Mujiman, 2012).

Ballast terdiri dari komponen-komponen semikonduktor yang berfungsi sebagai :

- a. Pembangkit tegangan induksi yang tinggi agar terjadi pelepasan elektron di dalam tabung.
- b. Membatasi arus yang melalui tabung setelah lampu bekerja normal. 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.



Gambar 2.8 Berbagai bentuk lampu CFL (PT Estate Indonesia, 2014 : <http://www.housing-estate.com/read/2014/03/01/beralih-ke-lampu-ramah-lingkungan/>)

Tabung gelas berisi campuran Merkuri dan gas inert Argon (Ar). Fungsi dari gas inert adalah untuk memperpanjang umur elektroda karena keberadaan gas tersebut dapat mengurangi evaporasi. Fungsi lain dari gas inert dalam tabung gelas lampu adalah sebagai pengendali kecepatan lintasan elektron bebas sehingga lebih memungkinkan terjadinya ionisasi Merkuri dan memudahkan arus yang melewati tabung (Mujiman, 2012).

Dalam tabung gelas lampu CFL selalu terdapat kelebihan air raksa cair, sehingga menyebabkan tekanan uap air raksa menjadi jenuh. Hal ini terlihat dari suhu

tabung di tempat yang paling dingin. Suhu yang dimaksud berkisar 40°C. Adapun ukuran tabung harus dibuat sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan menurut kemampuan dan ukurannya, sehingga suhu 40°C dapat dipertahankan pada suhu keliling 25°C. Sedangkan untuk tabung-tabung dengan daya besar, lebih sulit untuk dipertahankan suhu kerjanya yang demikian rendah. Oleh karena itu, tabung lampu *fluorescent* dengan daya 125 watt diberi tonjolan di dindingnya. Suhu tonjolan akan lebih rendah daripada di bagian lain dari tabung (Antonov dan Natalinus, 2013).

2.4.3 Lampu LED (*Light Emitting Diode*)

LED merupakan semikonduktor yang mengubah energi listrik menjadi cahaya pada saat dilewati arus listrik. Seperti sebuah dioda normal, LED terdiri dari sebuah *chip* bahan semikonduktor yang diisi penuh atau di-dop dengan ketidakmurnian untuk menciptakan sebuah struktur yang disebut *p-n junction*. Panjang gelombang dari cahaya yang dipancarkan dan warnanya tergantung dari selisih pita energi dari bahan yang membentuk *p-n junction*.

Cahaya pada LED adalah energi elektromagnetik yang dipancarkan dalam bagian spektrum yang dapat dilihat. Cahaya yang tampak merupakan hasil kombinasi panjang-panjang gelombang yang berbeda dari energi yang dapat terlihat. Mata bereaksi melihat pada panjang-panjang gelombang energi elektromagnetik dalam daerah antara radiasi ultraviolet dan infra merah (Saputro *et al.*, 2013)



Gambar 2.9 Berbagai jenis lampu, yaitu lampu pijar, lampu CFL jenis ulir dan lampu LED (PT Estate Indonesia. 2014 : <http://www.housing-estate.com/read/2014/03/01/beralih-ke-lampu-ramah-lingkungan/>)

Selain hemat energi lampu LED ini juga tahan lama. Masa pemakaian lampu LED dengan jenis *high power* mampu bertahan hingga 50.000 jam pemakaian dengan menggunakan sumber DC (*direct current*). Dengan watt yang kecil jenis lampu LED ini mampu memberikan pencahayaan yang lebih baik daripada lampu AC (*alternating current*) yang selama ini digunakan oleh masyarakat luas.

2.5 Daya Aktif

Daya adalah kecepatan untuk melakukan usaha atau banyaknya perubahan tenaga terhadap waktu dalam besaran tegangan dan arus. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan Watt atau *Horsepower* (HP). *Horsepower* merupakan satuan daya listrik dimana 1 HP setara dengan 746 Watt atau lbft/second. Daya dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu daya aktif, daya reaktif, dan daya semu.

Daya aktif (*real power*) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya atau daya yang sebenarnya dibutuhkan oleh beban. Besarnya daya aktif dipengaruhi oleh efisiensi instalasi dan beban. Semakin banyak beban induksi yang tidak efisien, maka semakin rendah daya aktif. Satuan daya aktif adalah watt (W). Daya aktif dapat dimanfaatkan oleh konsumen, bisa menjadi gerakan pada motor, bisa menjadi panas pada elemen pemanas, dan sebagainya. Adapun persamaan daya aktif sebagai berikut :

$$P = V I \cos \varphi \quad (2.10)$$

keterangan :

P = daya aktif (Watt)

V = tegangan (Volt)

I = arus (Ampere) (Belly *et al.*, 2010).

Daya reaktif (*reactive power*) adalah daya yang tidak dimanfaatkan oleh konsumen, namun hanya ada di jaringan. Satuan daya reaktif adalah *volt-ampere-reactive* (VAR). Akan tetapi adanya daya reaktif menyebabkan aliran daya aktif tidak bisa dilakukan secara efisien dan memerlukan peralatan listrik yang kapasitasnya lebih

besar dari daya aktif yang diperlukan. Adapun persamaan dari daya reaktif sebagai berikut :

$$Q = V I \sin \varphi \quad (2.11)$$

keterangan :

Q = daya reaktif (VAR)

V = tegangan (Volt)

I = arus (Ampere) (Jamali, J., 2014)

Daya semu (*apparent power*) adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan dan arus dalam suatu jaringan. Satuan daya semu adalah volt ampere (VA). Daya semu yang diberikan oleh sumber tidak semuanya bisa dimanfaatkan oleh konsumen sebagai daya aktif, dengan kata lain terdapat porsi daya reaktif yang merupakan bagian yang tidak memberikan manfaat langsung bagi konsumen. Adapun persamaan daya semu sebagai berikut :

$$S = V I \quad (2.12)$$

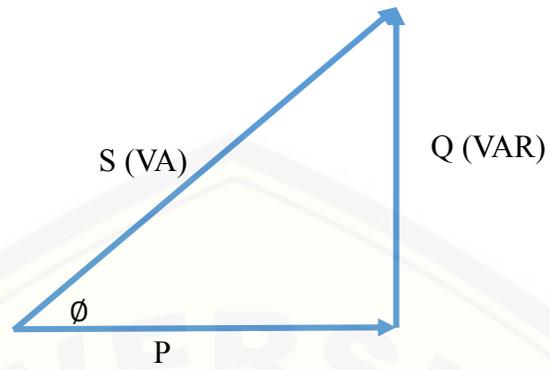
keterangan :

S = daya semu (VA)

V = tegangan (Volt)

I = arus (Ampere) (Zuhal, 1995 : 33).

Rasio besarnya daya aktif yang bisa dimanfaatkan terhadap daya semu yang dihasilkan sumber inilah yang disebut sebagai faktor daya. Daya semu (S) terdiri dari daya aktif (P) dan daya reaktif (Q). Rasio antara P dengan S tidak lain adalah nilai cosinus (cos) dari sudut \emptyset . Apabila sudut dibuat semakin kecil, maka S akan semakin mendekat ke P, artinya besarnya P akan mendekati besarnya S. Pada kasus ekstrim dimana $\emptyset = 0^\circ$, $\cos \emptyset = 1$, $S = P$ artinya semua daya semu yang diberikan sumber dapat dimanfaatkan sebagai daya aktif, sebaliknya $\emptyset = 90^\circ$, $\cos \emptyset = 0$, $S = Q$, artinya semua daya semu yang diberikan sumber tidak dapat dimanfaatkan dan menjadi daya reaktif di jaringan saja (Arisaktiwardhana, 2012). Ilustrasi segitiga daya pada Gambar 2.10 memberikan gambaran yang lebih jelas.



Gambar 2.10 Segitiga Daya (Yunus *et al.*, 2012)

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian *eksperimen*. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji daya aktif dan kuat penerangan pada lampu pijar, lampu hemat energi, dan lampu LED.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Konversi Energi Listrik Fakultas Teknik Universitas Jember pada semester ganjil tahun ajaran 2015/2016.

3.3 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

Variabel beserta definisi operasionalnya dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.3.1 Variabel Penelitian

- a. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jenis lampu. Pemilihan daya lampu yang digunakan berdasarkan kesetaraan tingkat cahaya antar jenis lampu yang tertera pada kemasan produk. Berdasarkan keterangan yang tertera pada kemasan produk tersebut, tingkat cahaya lampu pijar dengan daya 25 W setara dengan lampu CFL ulir daya 5 W dan lampu LED daya 3 W. Lampu pijar daya 60 W memiliki tingkat cahaya yang setara dengan lampu CFL ulir daya 12 W dan lampu LED daya 7 W. Sedangkan lampu pijar 100 W memiliki tingkat cahaya yang setara dengan lampu CFL ulir daya 20 W dan lampu LED daya 14 W. Dalam penelitian ini jenis lampu bervariasi menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Lampu pijar

a) Daya 25 W

Spesifikasi :

- 1) merk *phillips type standard bulb*
- 2) tegangan 220 – 240 V
- 3) panjang : 9,7 cm
- 4) diameter : 5,5 cm

b) Daya 60 W

Spesifikasi :

- 1) merk *phillips type standard bulb*
- 2) tegangan 220 – 240 V
- 3) panjang : 9,7 cm
- 4) diameter : 5,5 cm

c) Daya 100 W

Spesifikasi :

- 1) merk *phillips type standard bulb*
- 2) tegangan 220 – 240 V
- 3) panjang : 9,7 cm
- 4) diameter : 5,5 cm

2. Lampu CFL ulir

a) Daya 5 W (setara dengan lampu pijar 25 W)

Spesifikasi :

- 1) merk *phillips type tornado*
- 2) tegangan 220 – 240 V
- 3) panjang : 7,8 cm
- 4) diameter : 4,35 cm

b) Daya 12 W (setara dengan lampu pijar 60 W)

Spesifikasi :

- 1) merk *phillips* type *tornado*
 - 2) tegangan 220 – 240 V
 - 3) panjang : 21,1 cm
 - 4) diameter : 8,1 cm
- c) Daya 20 W (setara dengan lampu pijar 100 W)
- Spesifikasi :
- 1) merk *phillips* type *tornado*
 - 2) tegangan 220 – 240 V
 - 3) panjang : 9,4 cm
 - 4) diameter : 4,75 cm
3. Lampu LED
- a) Daya 3 W (setara dengan lampu pijar 25 W)
- Spesifikasi :
- 1) merk *phillips* type *LEDBulb*
 - 2) tegangan 230 V
 - 3) panjang : 8,7 cm
 - 4) diameter: 4,5 cm
- b) Daya 7 W (setara dengan lampu pijar 60 W)
- Spesifikasi :
- 1) merk *phillips* type *LEDBulb*
 - 2) tegangan 220 – 240 V
 - 3) panjang : 10,26 cm
 - 4) diameter : 5,63 cm
- c) Daya 14 W (setara dengan lampu pijar 100 W)
- Spesifikasi :
- 1) merk *phillips* type *LEDBulb*
 - 2) tegangan 220 – 240 V
 - 3) panjang : 10,26 cm
 - 4) diameter : 5,63 cm

- b. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah:
1. Daya aktif lampu
 2. Kuat penerangan lampu
- c. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah:
1. Tegangan masukan listrik
Tegangan masukan yang digunakan adalah 220 V.
 2. Jarak lampu dengan alat ukur (Luxmeter)
Jarak ujung lampu dengan sensor cahaya yang digunakan adalah 1 meter.
 3. Power Analyzer
Power Analyzer adalah alat ukur yang digunakan untuk uji daya aktif lampu.
 4. Tempat penelitian
Ruang penelitian dengan ukuran panjang 6 m, lebar 3 m, dan tinggi 3 m dengan kuat penerangan tanpa lampu adalah 0 lux.
 5. *Brand* lampu
Brand lampu yang digunakan adalah Philips.

3.3.2 Definisi Operasional Variabel

Untuk menghindari perbedaan persepsi dalam penelitian ini, maka diperlukan adanya definisi operasional variabel. Adapun pengertian dari variabel-variabel tersebut, antara lain:

a. Daya Aktif Lampu

Daya aktif adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya atau daya yang sebenarnya dibutuhkan oleh beban. Daya aktif lampu dalam penelitian ini didapatkan dari pengukuran menggunakan *Power Analyzer*.

b. Kuat Penerangan Lampu

Kuat penerangan di suatu bidang adalah fluks cahaya yang jatuh pada 1 m² dari bidang tersebut. Kuat penerangan dalam penelitian ini didapatkan dari pengukuran menggunakan Luxmeter.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan penelitian yang digunakan untuk uji daya aktif dan kuat penerangan pada lampu adalah :

a. Luxmeter

Spesifikasi:

1. Merk : DEKKO
2. Tipe / jenis : LX 1010 BS
3. Range pengukuran : 0-100.000 Lux
4. Nilai maksimum *display* : 1999

b. *Power Analyzer*

Spesifikasi:

1. Merk : Lutron
2. Tipe / jenis : DW-6091

c. Regulator tegangan

d. *Control panel*

e. Lampu dengan tiga jenis yang berbeda.

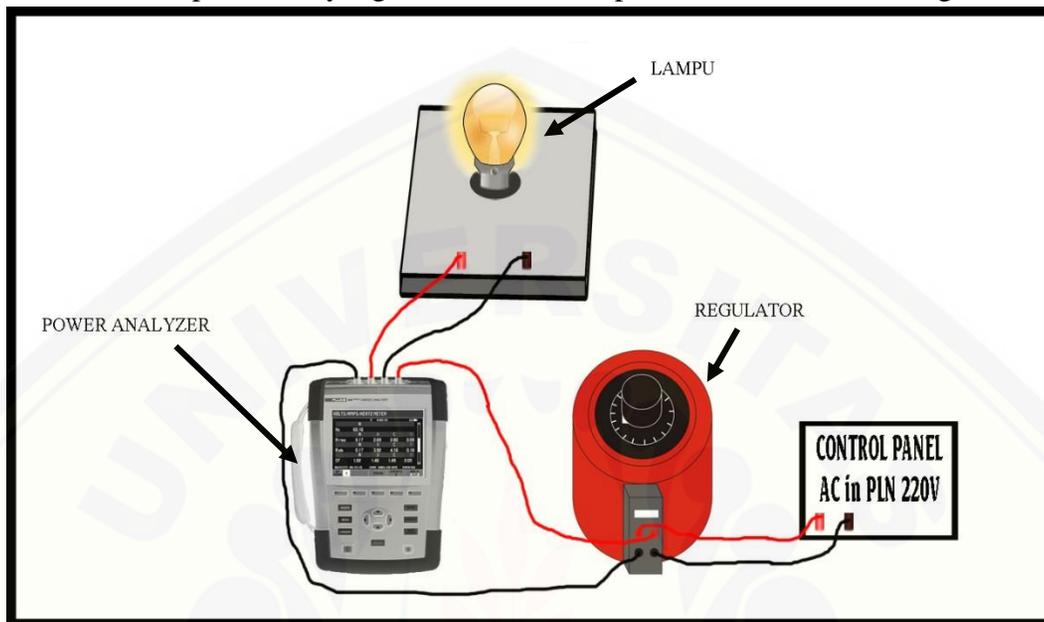
f. *Fitting* lampu ulir

g. Kabel penghubung/ konektor

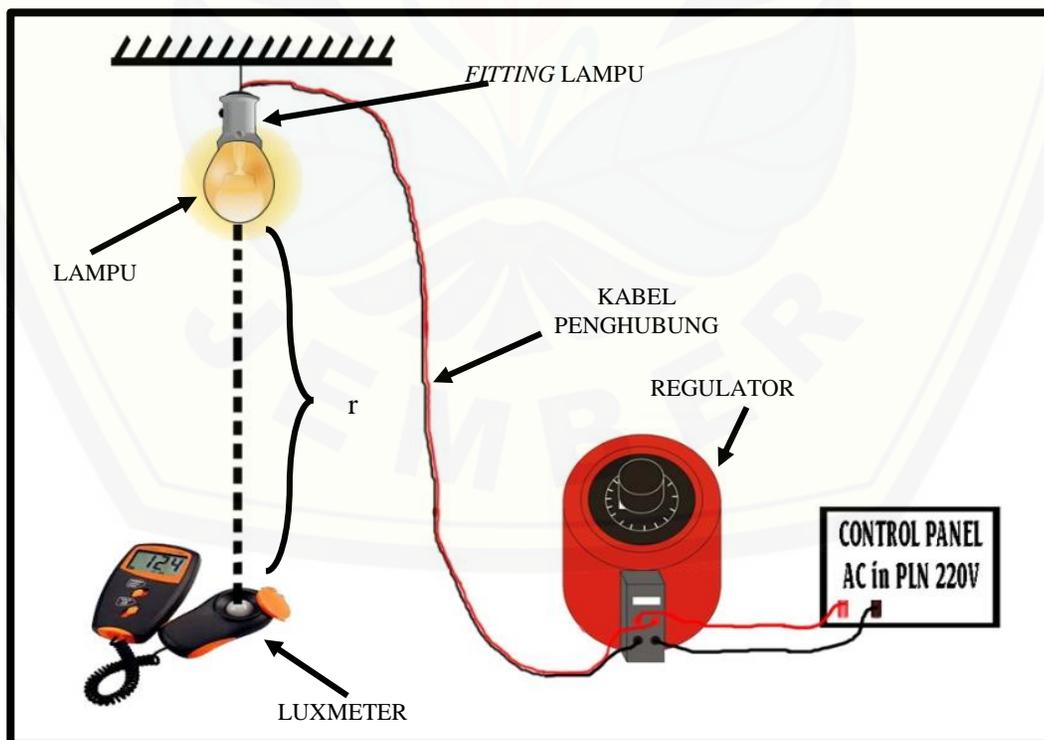
h. Ruang penelitian dengan ukuran panjang 6 m, lebar 3 m, dan tinggi 3 m.

3.5 Desain Alat Penelitian

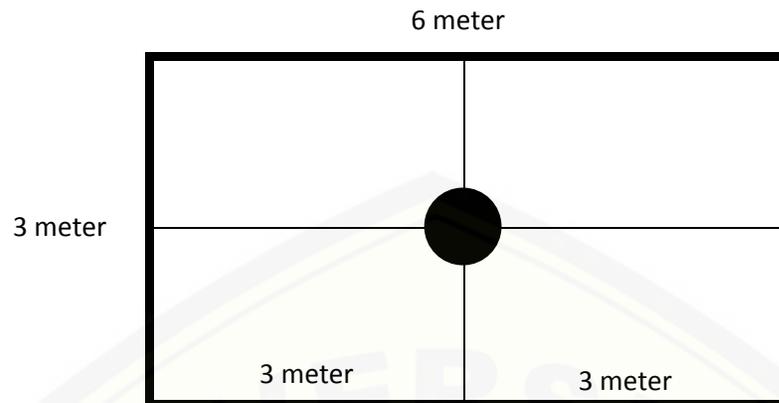
Desain penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Desain Alat Penelitian untuk Uji Daya Aktif Lampu



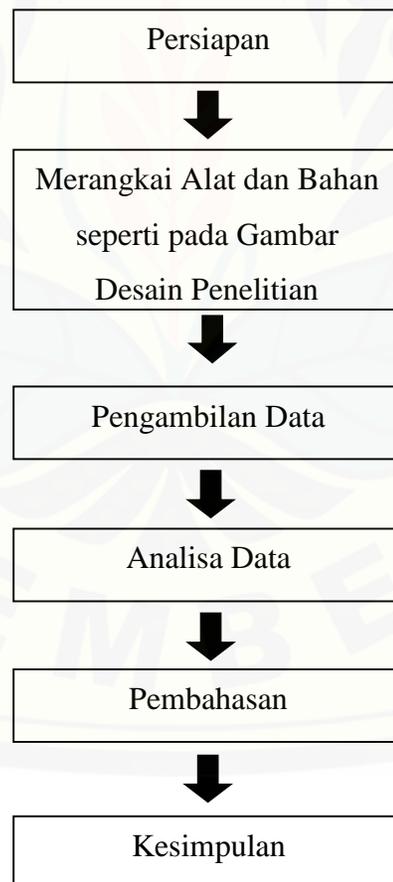
Gambar 3.2 Desain Alat Penelitian untuk Uji Kuat Penerangan Lampu



Gambar 3.3 Desain Titik Pengambilan Data Uji Kuat Penerangan

3.6 Alur Penelitian

Penelitian ini mempunyai alur sebagai berikut:



Gambar 3.4 Bagan Alur Penelitian

3.7 Langkah Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Uji Daya Aktif Lampu

1. Mempersiapkan alat dan bahan

Alat dan bahan yang telah disebutkan sebelumnya disediakan. Alat dan bahan yang digunakan harus sudah dalam kondisi sebagai berikut:

- a. Power analyzer telah terkalibrasi dan tampilan angka di layar dalam keadaan jelas
- b. Lampu yang digunakan dapat menyala secara kontinyu
- c. Kabel penghubung yang digunakan adalah kabel utuh dan tidak ada sambungan

2. Merangkai alat dan bahan

Menyusun set alat percobaan seperti pada gambar 3.1

3. Penelitian

Setelah alat dan bahan dirangkai, maka penelitian dapat dilaksanakan. Adapun proses penelitian dijelaskan sebagai berikut:

- a. Menghidupkan saklar *control panel*
- b. Mengatur tegangan masukan melalui regulator sebesar 220 V
- c. Menghidupkan saklar lampu
- d. Menghidupkan *power analyzer*
- e. Mencatat nilai daya aktif yang ditunjukkan oleh *power analyzer*

4. Mencatat hasil pengukuran pada tabel pengamatan data

Data yang didapatkan adalah nilai daya aktif lampu dengan satuan Watt.

5. Melakukan percobaan di atas pada semua jenis lampu dengan masing-masing lampu dilakukan tiga kali pengukuran

6. Analisis data

Data yang telah disusun dalam tabel akan diolah dan dianalisis berdasarkan teori bagaimana daya aktif lampu pada lampu pijar, lampu CFL ulir, dan lampu LED.

7. Pembahasan

Apabila analisis data telah dilakukan maka dilanjutkan pembahasan terhadap penelitian dan hasilnya. Dalam pembahasan akan diuraikan hasil penelitian sesuai atau tidak dengan teori yang ada.

8. Kesimpulan

Langkah terakhir adalah membuat kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan hasil yang diperoleh.

b. Uji Kuat Penerangan Lampu

1. Mempersiapkan alat dan bahan

Alat dan bahan yang telah disebutkan sebelumnya disediakan. Alat dan bahan yang digunakan harus sudah dalam kondisi sebagai berikut:

- a. Luxmeter telah terkalibrasi dan tampilan angka di layar dalam keadaan jelas
- b. Lampu yang digunakan dapat menyala secara kontinyu
- c. Kabel penghubung yang digunakan adalah kabel utuh dan tidak ada sambungan

2. Merangkai alat dan bahan

Menyusun set alat percobaan seperti pada gambar 3.2

3. Penelitian

Setelah alat dan bahan dirangkai, maka penelitian dapat dilaksanakan. Adapun proses penelitian dijelaskan sebagai berikut:

- a. Menghidupkan saklar *control panel*
- b. Mengatur tegangan masukan melalui regulator sebesar 220 V
- c. Menghidupkan saklar lampu
- d. Meletakkan sensor cahaya tepat tegak lurus di bawah lampu dengan jarak 1 meter
- e. Mencatat nilai kuat penerangan yang ditunjukkan oleh luxmeter

4. Mencatat hasil pengukuran pada tabel pengamatan data

Data yang didapatkan adalah nilai kuat penerangan lampu dengan satuan lux.

5. Melakukan percobaan di atas pada semua jenis lampu dengan masing-masing

lampu dilakukan tiga kali pengukuran

6. Analisis data

Data yang telah disusun dalam tabel akan diolah dan dianalisis berdasarkan teori bagaimana kuat penerangan lampu pada lampu pijar, lampu CFL ulir, dan lampu LED.

7. Pembahasan

Apabila analisis data telah dilakukan maka dilanjutkan pembahasan terhadap penelitian dan hasilnya. Dalam pembahasan akan diuraikan hasil penelitian sesuai atau tidak dengan teori yang ada.

8. Kesimpulan

Langkah terakhir adalah membuat kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan hasil yang diperoleh.

3.8 Teknik Penyajian Data

Data yang diperoleh dari eksperimen akan ditabulasikan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 3.1 Tabel penyajian data untuk uji daya aktif pada lampu

| No. | Jenis Lampu | Daya yang tertera pada nameplate (Watt) | Rata-rata daya aktif lampu yang terukur (Watt) |
|-----|----------------|---|--|
| 1. | Lampu Pijar | 25 W | |
| | | 60 W | |
| | | 100 W | |
| 2. | Lampu CFL ulir | 5 W | |
| | | 12 W | |
| | | 20 W | |
| 3. | Lampu LED | 3 W | |
| | | 7 W | |
| | | 14 W | |

Tabel 3.2 Tabel penyajian data untuk uji kuat penerangan pada lampu

| No. | Jenis Lampu | Daya yang tertera pada nameplate (Watt) | Rata-rata kuat penerangan lampu yang terukur (Lux) |
|-----|----------------|---|--|
| 1. | Lampu Pijar | 25 W | |
| | | 60 W | |
| | | 100 W | |
| 2. | Lampu CFL ulir | 5 W | |
| | | 12 W | |
| | | 20 W | |
| 3. | Lampu LED | 3 W | |
| | | 7 W | |
| | | 14 W | |

3.9 Teknik Analisis Data

Setelah melakukan pengukuran, maka diketahui:

- a. Menghitung rata-rata daya aktif

$$\bar{P} = \frac{\sum \text{daya aktif}}{n} \quad (3.1)$$

- b. Menghitung rata-rata kuat penerangan

$$\bar{E} = \frac{\sum \text{kuat penerangan}}{n} \quad (3.2)$$

- c. Menghitung kesalahan mutlak pengukuran

1. Menghitung kesalahan mutlak daya aktif (P)

a) Kesalahan mutlak $\Delta P = \sqrt{\frac{\sum (P - \bar{P})^2}{n - 1}}$

b) Kesalahan relatif (P) = $\frac{\Delta P}{\bar{P}} \times 100\%$

c) Keseksamaan = 100% - kesalahan relatif (P)

d) $H_p = \{\bar{P} \pm \Delta P\}$

2. Menghitung kesalahan mutlak kuat penerangan (E)

a) Kesalahan mutlak $\Delta E = \sqrt{\frac{\sum (E - \bar{E})^2}{n - 1}}$

b) Kesalahan relatif (E) = $\frac{\Delta E}{\bar{E}} \times 100\%$

c) Keseksamaan = $100\% - \text{kesalahan relatif (E)}$

d) $H_p = \{\bar{E} \pm \Delta E\}$



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa data yang diperoleh, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, semua lampu jenis CFL ulir memiliki rata-rata daya aktif yang sesuai dengan daya yang tertera pada kemasan produk, begitu juga dengan semua lampu jenis LED. Namun pada lampu pijar, semua daya, yaitu 25 watt, 60 watt, dan 100 watt memiliki rata-rata daya aktif yang lebih rendah dari daya yang tertera pada kemasan produk. Hal ini terjadi karena prinsip kerja lampu pijar tersebut adalah dengan pemanasan listrik dari kawat filamennya pada temperatur yang tinggi, sehingga kawat tersebut berpendar dan menghasilkan cahaya tampak. Lampu pijar juga memiliki resistansi yang tinggi.
- b. Lampu LED memiliki rata-rata kuat penerangan yang lebih besar bila dibandingkan dengan lampu jenis lain, yaitu lampu pijar dan lampu CFL ulir. Lampu pijar menghasilkan rata-rata kuat penerangan yang paling rendah. Hal ini terjadi karena prinsip kerja lampu pijar tersebut adalah dengan pemanasan listrik dari kawat filamennya pada temperatur yang tinggi, sehingga kawat tersebut berpendar dan menghasilkan cahaya tampak. Sebagian besar energi listrik yang masuk diubah menjadi energi kalor, kemudian diubah menjadi energi cahaya. Namun sensor Luxmeter hanya mengukur kuat penerangan saja tanpa mengukur kalor atau panas yang dihasilkan oleh lampu pijar.

5.2 Saran

Untuk mengetahui uji daya aktif dan kuat penerangan pada lampu lebih maksimal disarankan:

- a. Menggunakan lampu dengan jenis dan daya yang lebih bervariasi, sehingga data yang didapatkan lebih beragam.
- b. Menggunakan ruang penelitian yang lebih besar dengan luas ruangan lebih dari 100 m² untuk mengetahui perbedaan hasil pengukuran apabila penelitian dilaksanakan di ruangan dengan luas antara 10 m² sampai 100 m².
- c. Menggunakan *fitting* lampu dengan bahan yang tahan terhadap panas, contohnya *fitting* keramik.
- d. Menggunakan kabel penghubung atau konektor dengan diameter lebih besar daripada 1,5 mm.

DAFTAR BACAAN

- Aditya, A. J., 2013. Tegangan Listrik Naik dan Turun. <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-NonDegree-29295-2210038004-Chapter1.pdf>. Diakses tanggal 1 Desember 2015
- Agam, B. B. 2014. *Pengaruh Jenis dan Bentuk Lampu terhadap Intensitas Pencahayaan dan Energi Buangan Melalui Perhitungan Nilai Efikasi Luminus*. Tidak Dipublikasikan. Skripsi. Jember: Universitas Jember
- Amin, N. 2011. Optimasi Sistem Pencahayaan dengan Memanfaatkan Cahaya Alami (Studi Kasus Lab. Elektronika dan Mikroprosesor UNTAD). *Jurnal Ilmiah Foristek*. Vol. 1 (1): 43-50
- Anggreani, A., dan Soetijono, A. 2010. Analisa Kualitatif Distribusi Tegangan Termal pada Lampu Pijar dengan Menggunakan Metode Fotoelastisitas Digital. <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-13341-Paper.pdf>. Diakses tanggal 1 desember 2015
- Antonov dan Natalinus. 2013. Pengaruh Perubahan Tegangan Sumber terhadap Karakteristik Faktor Daya pada Lampu Hemat Energi. *Jurnal Teknik Elektro*. Vol. 2 (1): 33-41
- Arisaktiwardhana, D. 2012. *Peningkatan Faktor Daya pada Lampu Swabalast untuk Mengurangi Energi dan Emisi CO₂ pada Sektor Rumah Tangga di Indonesia*. Tidak Dipublikasikan. Tesis. Jakarta: Program Pasca Sarjana Universitas Indonesia
- Badan POM RI. 2009. Pemilihan, Penggunaan, dan Penandaan yang Perlu Diperhatikan pada Sediaan Kosmetik Tabir Surya. *Naturakos*. Vol. IV (11): 4
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN
- Badan Standardisasi Nasional. 2004a. *Tata Cara Perancangan Penerangan Alami Siang Hari untuk Rumah dan Gedung*. Jakarta: BSN
- Badan Standardisasi Nasional. 2004b. *Pengukuran Intensitas Penerangan di Tempat Kerja*. Jakarta: BSN

- Belly, A., Dadan, A., Agusman, C., dan Lukman, B. 2010. Daya Aktif, Reaktif, dan Nyata.
<http://staff.ui.ac.id/system/files/users/chairul.hudaya/material/activeractiveandapparentpowerpaper.pdf>. Diakses tanggal 1 Desember 2015
- Cahyono, B. E. 2006. Karakteristik Intensitas Radiasi Cahaya dan Energi Listrik pada Lampu Jenis Philips. *Jurnal Sains dan Teknologi*. Vol. 5 (1): 23-27
- Nur, Fahad, Danurwendo, Suyatno, Basuki, dan Cahyono. 2011. Analisis dan Perancangan Sistem Kontrol Pencahayaan dalam Ruangan. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. Vol. 7 (2): 110208-1;110208-4
- Dora, P. E. dan Nilasari, P. F. 2011. Pemanfaatan Pencahayaan alami pada Rumah Tinggal Tipe Townhouse di Surabaya.
http://repository.petra.ac.id/15247/5/PEMANFAATAN_CAHAYA_ALAMI_PADA_RUMAH_TINGGAL_TIPE_TOWNHOUSE_DI_PERKOTAAN_PADAT_PENDUDUK.pdf. Diakses tanggal 5 Agustus 2015
- Fajri, U. D., Wibawa, U., dan Hasanah, R. N. 2014. Hubungan antara Tegangan dan Intensitas Cahaya pada Lampu Hemat Energi Fluorescent Jenis SL (Sodium Lamp) dan LED (Light Emitting Diode).
<http://elektro.studentjournal.ub.ac.id/index.php/teub/artilce/download/279/237>. Diakses pada tanggal 13 April 2015
- Gunawan. 2010. Lampu Hemat Energi dan Ballas Elektronik. <http://keibu-electric.com/article/33798/lampu-hemat-energi-dan-ballast-elektronik.html>. Diakses pada tanggal 13 April 2015
- Hedytono, T. 2009. Lampu Pijar dan Bagian-bagiannya.
<http://positiveinfo.wordpress.com/2009/01/06/risiko-bola-lampu-pada-lingkungan/>. Diakses tanggal 5 Agustus 2015
- Hidayat, T. R. 2013. Rancang Bangun Optimasi Sel Surya Menggunakan Transistor 2N3055 Bekas Berbasis Atmega 16. *Jurnal Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Hindarto, P. 2011. Mengenal Jenis-jenis Lampu (Pijar, Halogen, TL, LED).
<http://www.astudioarchitect.com/2011/11/mengenal-jenis-jenis-lampu-pijar.html>. Diakses tanggal 21 April 2015
- Image Bali Arsitek dan Kontraktor. 2015. Pencahayaan Buatan.
<http://www.imagebali.net/detail-artikel/1152-jenis-pencahayaan-ruang-interior.php>. Diakses tanggal 5 Agustus 2015

- Jamali, J. 2014. Daya Aktif, Daya Reaktif, dan Daya Semu. <http://eprints.ung.ac.id/4104/7/2013-1-20401-521309007-bab2-25072013043000.pdf>. Diakses tanggal 1 Desember 2015
- Kurnia, C. T. 2010. *Instalasi Cahaya*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia
- Mahayanti, D., Suhardi, B., Astuti, R. D. 2004. Analisis Tingkat Efisiensi Daya dan Biaya Penggunaan Lampu Neon Sistem Elektronik terhadap Neon Sistem Trafo Berdasarkan Desain Eksperimen Faktorial. *Performa*. Vol. 3 (1): 33-48
- Muhaimin. 2001. *Teknologi Pencahayaan*. Bandung: PT Refika Aditama
- Mujiman. 2012. Unjuk kerja Lampu Fluorescen Balas Elektronik Dibanding Lampu Fluorescen Balas Induktor. http://jurtek.akprind.ac.id/sites/default/files/24_31+mujiman_oke.pdf. Diakses tanggal 1 Desember 2015
- Mukhlis, B. 2011. Penghematan energi melalui Penggantian Lampu Penerangan Di Lingkungan UNTAD. *Jurnal Ilmiah Foristek*. Vol. 1 (2): 57-63
- Neidle, M. 1999. *Teknologi Instalasi Listrik*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Prihanto, T. 2013. Pencahayaan Alami. <http://www.rekakita.com/2013/11/optimalisasi-pencahayaan-alami.html>. Diakses pada tanggal 5 Agustus 2015
- PT Estate Indonesia. 2014. Lampu CFL dan LED Philips. <http://www.housing-estate.com/read/2014/03/01/beralih-ke-lampu-ramah-lingkungan/>. Diakses tanggal 5 Agustus 2015
- Rahman, H. dan Prajitno, G. 2013. Pengaruh Pemberian Space (Bantalan) untuk Mendapatkan Kestabilan Arus dan Tegangan Prototipe DSSC dengan Ekstraksi Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L) sebagai Dye Sensitizer. *Jurnal Sains dan Semi POMITS*. Vol. 1 (2): 1-7
- Santoso, J. 2011. Pengaruh Perubahan Tegangan Catu terhadap Umur Lampu hemat Energi. <http://core.ac.uk/download/pdf/11724904.pdf>. Diakses tanggal 1 Desember 2015
- Saputro, J. H., Sukmadi, T., dan Karnoto. Analisa Penggunaan Lampu LED pada Penerangan dalam Rumah. *Transmisi*. Vol. 15 (2): 20-27
- Serway, R. A., dan Jhon. W. Jewett. 2010. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Jakarta:

Penerbit Salemba Teknika

Soedjo, P. 1992. *Azas-Azas Ilmu Fisika Jilid 3 Optika*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Pers.

Speaker, J. T. 2015. Sumber Cahaya yang Menerangi Luasan Permukaan. <http://www.jwspeaker.com/reference/lighting-terminology-explained>. Diakses tanggal 5 Agustus 2015

Yunus, Y., Suyamto, dan Milyardi, I. 2012. Analisis Faktor Daya dan Kuat Penerangan Lampu Hemat Energi. *Prosiding Seminar SDM VIII Teknologi Nuklir 2012*

Zuhal. 1995. *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama

LAMPIRAN A. MATRIK PENELITIAN

| JUDUL | RUMUSAN MASALAH | VARIABEL | INDIKATOR | SUMBER DATA | METODOLOGI PENELITIAN |
|---|---|---|---|---|--|
| Uji Daya Aktif dan Kuat Penerangan pada Lampu | <ol style="list-style-type: none"> 1. Bagaimana daya aktif lampu pada lampu pijar, lampu CFL ulir, dan lampu LED? 2. Bagaimana kuat penerangan lampu pada lampu pijar, lampu CFL ulir, dan lampu LED? | <p>Variabel Bebas :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jenis lampu <p>Variabel Kontrol :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tegangan masukan listrik • Jarak lampu dengan alat ukur (Luxmeter) • Power Analyzer • Tempat penelitian • <i>Brand</i> lampu <p>Variabel Terikat :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Daya aktif lampu • Kuat penerangan lampu | <ol style="list-style-type: none"> a. Daya aktif lampu b. Kuat penerangan lampu | <ol style="list-style-type: none"> 1. Hasil Percobaan 2. Pustaka yang relevan | <p>Rancangan penelitian : Penelitian eksperimen</p> <p>Tempat penelitian : Laboratorium Konversi Energi Listrik Fakultas Teknik Universitas Jember</p> <p>Teknik pengumpulan data : Data didapat dari hasil percobaan</p> |

LAMPIRAN B. TABEL DATA HASIL PENGUKURAN**B.1 Tabel Data Hasil Pengukuran Daya Aktif Lampu**

| No. | Jenis Lampu | Daya yang tertera pada nameplate (Watt) | Daya Aktif (Watt) | Rata-rata Daya Aktif (Watt) |
|-----|----------------|---|-------------------|-----------------------------|
| 1 | Lampu Pijar | 25 W | 24 | 24 |
| | | | 24 | |
| | | | 24 | |
| | | 60 W | 58 | 58 |
| | | | 58 | |
| | | | 58 | |
| | | 100 W | 90 | 90 |
| | | | 90 | |
| | | | 90 | |
| 2 | Lampu CFL ulir | 5 W | 5 | 5 |
| | | | 5 | |
| | | | 5 | |
| | | 12 W | 12 | 12 |
| | | | 12 | |
| | | | 12 | |
| | | 20 W | 20 | 20 |
| | | | 20 | |
| | | | 20 | |
| 3 | Lampu LED | 3 W | 3 | 3 |
| | | | 3 | |
| | | | 3 | |
| | | 7 W | 7 | 7 |
| | | | 7 | |
| | | | 7 | |
| | | 14 W | 14 | 14 |
| | | | 14 | |
| | | | 14 | |

B.2 Tabel Data Hasil Pengukuran Kuat Penerangan Lampu

| No. | Jenis Lampu | Daya yang tertera pada nameplate (Watt) | Kuat Penerangan (Lux) | Rata-rata Kuat Penerangan (Lux) |
|-------|----------------|---|-----------------------|---------------------------------|
| 1 | Lampu Pijar | 25 W | 11 | 11 |
| | | | 11 | |
| | | | 11 | |
| | | 60 W | 33 | 33 |
| | | | 33 | |
| | | | 33 | |
| 100 W | 118 | 118 | | |
| | 118 | | | |
| | 118 | | | |
| 2 | Lampu CFL ulir | 5 W | 34 | 34 |
| | | | 34 | |
| | | | 34 | |
| | | 12 W | 66 | 66,333 |
| | | | 67 | |
| | | | 66 | |
| 20 W | 125 | 123,333 | | |
| | 124 | | | |
| | 121 | | | |
| 3 | Lampu LED | 3 W | 36 | 36 |
| | | | 36 | |
| | | | 36 | |
| | | 7 W | 106 | 106 |
| | | | 106 | |
| | | | 106 | |
| 14 W | 315 | 315 | | |
| | 315 | | | |
| | 315 | | | |

LAMPIRAN C. HASIL ANALISIS DATA

C.1 Tabel Analisis Daya Aktif Lampu

| No. | Jenis Lampu | Daya yang tertera pada nameplate (Watt) | Daya Aktif (Watt) | Rata-rata Daya Aktif (Watt) | Kesalahan Mutlak $\Delta P = \sqrt{\frac{\sum(P - \bar{P})^2}{n - 1}}$ | Kesalahan Relatif $P = \frac{\Delta P}{\bar{P}} \times 100\%$ | Keseeksamaan 100% - (P) | HP { $\bar{P} \pm \Delta P$ } (Watt) |
|-----|----------------|---|-------------------|-----------------------------|---|--|----------------------------|--|
| 1 | Lampu Pijar | 25 W | 24 | 24 | 0 | 0 | 100 | 24 ± 0 |
| | | 60 W | 58 | 58 | 0 | 0 | 100 | 58 ± 0 |
| | | 100 W | 90 | 90 | 0 | 0 | 100 | 90 ± 0 |
| 2 | Lampu CFL ulir | 5 W | 5 | 5 | 0 | 0 | 100 | 5 ± 0 |
| | | 12 W | 12 | 12 | 0 | 0 | 100 | 12 ± 0 |
| | | 20 W | 20 | 20 | 0 | 0 | 100 | 20 ± 0 |

| | | | | | | | | |
|---|-----------|------|----------------|----|---|---|-----|--------|
| 3 | Lampu LED | 3 W | 3 3 3 | 3 | 0 | 0 | 100 | 3 ± 0 |
| | | 7 W | 7 7 7 | 7 | 0 | 0 | 100 | 7 ± 0 |
| | | 14 W | 14 14 14 | 14 | 0 | 0 | 100 | 14 ± 0 |

C.2 Tabel Analisis Kuat Penerangan Lampu

| No. | Jenis Lampu | Daya yang tertera pada nameplate (Watt) | Kuat Penerangan (Lux) | Rata-rata Kuat Penerangan (Lux) | Kesalahan Mutlak $\Delta E = \sqrt{\frac{\sum(E - \bar{E})^2}{n - 1}}$ | Kesalahan Relatif $E = \frac{\Delta E}{\bar{E}} \times 100\%$ | Keseeksamaan 100% - (E) | HP { $\bar{E} \pm \Delta E$ } (Lux) |
|-----|----------------|---|-----------------------|---------------------------------|---|--|----------------------------|---|
| 1 | Lampu Pijar | 25 W | 11 11 11 | 11 | 0 | 0 | 100 | 11 ± 0 |
| | | 60 W | 33 33 33 | 33 | 0 | 0 | 100 | 33 ± 0 |
| | | 100 W | 118 118 118 | 118 | 0 | 0 | 100 | 118 ± 0 |
| 2 | Lampu CFL ulir | 5 W | 34 34 34 | 34 | 0 | 0 | 100 | 34 ± 0 |

| | | | | | | | |
|---|-----------|-----|---------|-------|-------|--------|-----------------|
| | | 66 | | | | | |
| | 12 W | 67 | 66,333 | 0,577 | 0,870 | 99,130 | 66,333 ± 0,577 |
| | | 66 | | | | | |
| | 20 W | 125 | 123,333 | 2,082 | 1,688 | 98,312 | 123,333 ± 2,082 |
| | | 124 | | | | | |
| | | 121 | | | | | |
| | 3 W | 36 | 36 | 0 | 0 | 100 | 36 ± 0 |
| | | 36 | | | | | |
| | | 36 | | | | | |
| 3 | Lampu LED | 106 | | | | | |
| | 7 W | 106 | 106 | 0 | 0 | 100 | 106 ± 0 |
| | | 106 | | | | | |
| | 14 W | 315 | 315 | 0 | 0 | 100 | 315 ± 0 |
| | | 315 | | | | | |
| | | 315 | | | | | |

LAMPIRAN D. FOTO KEGIATAN PENELITIAN



Gambar 1. Pemasangan alat ukur Luxmeter



Gambar 2. Lampu yang digunakan dalam penelitian



Gambar 3. Pengambilan data



Gambar 4. Pengukuran jarak antara lampu yang diuji dengan sensor cahaya luxmeter



Gambar 5. Salah satu data daya aktif yang terbaca Power Analyzer



Gambar 6. Salah satu data kuat penerangan yang terbaca Luxmeter