

# ANALISA PENGGUNAAN LAMPU LED PADA PENERANGAN DALAM RUMAH

Jimmy Harto Saputro<sup>\*</sup>, Tejo Sukmadi, and Karnoto

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang  
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

<sup>\*</sup>E-mail: jimyharto@gmail.com

## Abstrak

Dalam perkembangannya di bidang penerangan, LED kini mulai digunakan sebagai lampu penerangan baik untuk penerangan rumah maupun jalan. Di Indonesia sendiri penggunaan LED dalam penerangan masih jarang digunakan, ini karena harga dari lampu LED yang cukup mahal jika dibandingkan dengan lampu yang biasa digunakan. Pembuatan LED dilakukan berdasarkan kebutuhan tegangan yang umumnya digunakan oleh konsumen, yaitu pada tegangan 220 V. Maka susunan LED yang paling tepat adalah rangkaian seri, yaitu dengan 36 buah LED, LED ini sendiri disuplai oleh tegangan 220V yang sudah disearahkan sehingga sesuai dengan kebutuhan dari total LED yang dipasang. Sehingga tegangan keluaran dari suplai adalah tegangan searah, bukan lagi tegangan bolak – balik. Pada percobaan dilakukan pengujian menggunakan PQA dan lux meter untuk mendapatkan data yang dibutuhkan. Salah satu faktor yang mempengaruhi nilai lumen/watt dari lampu LED adalah nilai binning dari LED tersebut, bahwa semakin besar nilai binning suatu bahan atau produk maka semakin jelek kualitasnya.  $\cos \phi$  yang dihasilkan dari rangkaian ini sangat rendah, sehingga mempengaruhi konsumsi daya LED.

*Kata kunci : LED, binning, lumen/watt, pencahayaan.*

## Abstract

LEDs are now beginning to be used as lighting for home and road lighting. In Indonesia alone, the use of LEDs in lighting is rarely used, because the price of LED bulbs are quite expensive when compared to commonly used lamps. LEDs have very low power when compared with the usual light. Making LED is based on the voltage requirements that are generally used by consumers, at a voltage of 220 V. So the most appropriate LED array is a series circuit, with 36 pieces LED, Supply circuit is made of a diode rectifier and capacitor voltage divider and current limiting. In experiments conducted using the PQA and lux meter to obtain the required data. One of the factors that affect the value of lumens/watt of LED lights is the value of the LED binning, that the greater the value of binning a material or product, then the bad quality.  $\cos \phi$  generated from this circuit is so low that affects the power consumption of the LED

*Keyword : LED, binning, lumen/watt, lighting.*

## 1. Pendahuluan

LED adalah sejenis [dioda semikonduktor](#) istimewa. 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*.

Tak seperti lampu pijar dan neon, LED mempunyai kecenderungan polarisasi. *Chip* LED mempunyai kutub positif dan negatif (p-n) dan hanya akan menyala bila diberikan arus maju. Ini dikarenakan LED terbuat dari bahan semikonduktor yang hanya akan mengizinkan arus

listrik mengalir ke satu arah dan tidak ke arah sebaliknya. *Chip* LED pada umumnya mempunyai tegangan rusak yang relatif rendah.

Karakteristik chip LED pada umumnya adalah sama dengan karakteristik dioda yang hanya memerlukan tegangan tertentu untuk dapat beroperasi. Namun bila diberikan tegangan yang terlalu besar, LED akan rusak walaupun tegangan yang diberikan adalah tegangan maju.

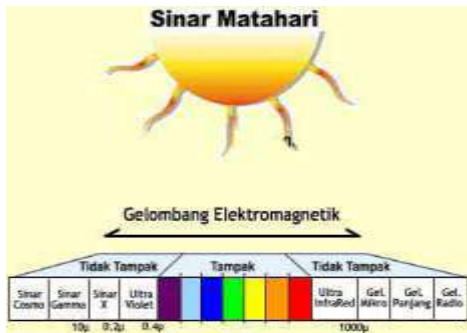
Tujuan dari penelitian ini adalah: Mengetahui karakter yang dihasilkan oleh LED yang dibuat. Mengetahui pengaruh penggunaan LED pada lampu penerangan dalam ruangan. Membandingkan kinerja lampu LED dan lampu pijar, TL, dan LHE (Lampu Hemat Energi) dengan

cara mengamati nilai daya (P) dan intensitas cahaya (Lux) yang dihasilkan. Membuat rangkaian lampu LED yang lebih sederhana, mudah dipahami dan ringan.

## 2. Metode

### 2.1 Cahaya

Sumber cahaya memancarkan energi dalam bentuk gelombang yang merupakan bagian dari kelompok gelombang elektromagnetik. Gambar 1 menunjukkan sumber cahaya alam dari matahari yang terdiri dari cahaya tidak tampak dan cahaya tampak.



Gambar 1. Kelompok Gelombang Elektromagnetik

Kecepatan rambat  $V$  gelombang elektromagnetik di ruang bebas =  $3 \cdot 10^8$  km/det. Jika frekuensi energinya =  $f$  dan panjang gelombangnya  $\lambda$  ( $\lambda$ ), maka berlaku :

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

Panjang gelombang tampak berukuran antara 380nm sampai dengan 780nm seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Panjang Gelombang

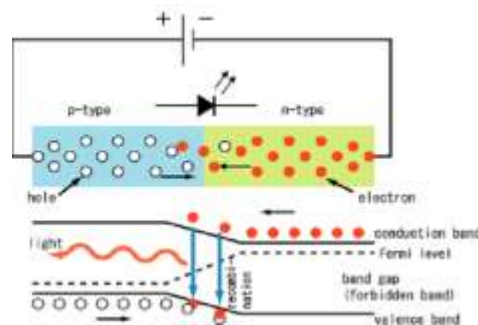
| Warna  | Panjang Gelombang (nm) |
|--------|------------------------|
| ungu   | 380 – 420              |
| biru   | 420 – 495              |
| hijau  | 495 – 566              |
| kuning | 566 – 589              |
| jingga | 589 – 627              |
| merah  | 627 – 780              |

### 2.2 LED

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 *ultra violet* dan infra merah. Cahaya terbentuk dari hasil pergerakan elektron pada sebuah atom.

Dimana pada sebuah atom, elektron bergerak pada suatu orbit yang mengelilingi sebuah inti atom. Elektron pada orbit yang berbeda memiliki jumlah energi yang berbeda. Elektron yang berpindah dari orbit dengan tingkat energi lebih tinggi ke orbit dengan tingkat energi lebih rendah perlu melepas energi yang dimilikinya. Energi yang dilepaskan ini merupakan bentuk dari foton sehingga menghasilkan cahaya. Semakin besar energi yang dilepaskan, semakin besar energi yang terkandung dalam foton.



Gambar 2. Perpindahan elektron pada sebuah LED.

Darimana kita tahu sebuah produk memiliki kualitas yang baik. Tentunya dari hasil pengujian yang dilakukannya. Hal yang samajuga berlaku untuk LED. Sebelum dipasarkan lampu–lampu LED melalui tahap pengujian, untuk memastikan kualitasnya. Tahap pengujian tersebut dinamakan *binning process*.

Pada LED ada empat hal yang harus dibuktikan melalui proses *binning*, yaitu konsistensi warna, *colour rendering*, usia pakai (*lifetime*), dan efikasi (jumlah cahaya per daya) yang dinyatakan dalam satuan lumen per watt (LPW).

Fungsi *binning* adalah memastikan setiap LED yang dihasilkan memenuhi standar tersebut. Jika sebuah lampu LED memenuhi setiap standar, maka ia akan memperoleh predikat Bin 1. Predikat ini terus menurun ke Bin 2, Bin 3, dan seterusnya, sesuai dengan tingkat pemenuhan standar kualitas dari setiap lampu LED yang diuji. Makin besar angka Bin-nya, artinya makin tidak memenuhi standarlah si lampu yang diuji.

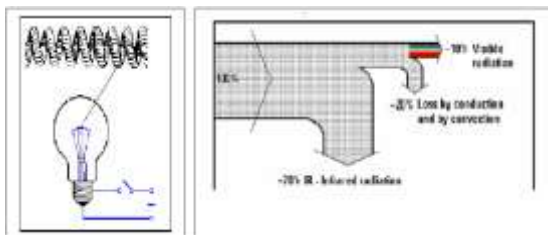
Dari hasil *binning* ini, hanya lampu berpredikat Bin 1 dan Bin 2 yang dinyatakan lulus dan siap dipasarkan. Bagaimana nasib lampu–lampu LED dengan predikat Bin 3 dan seterusnya. Lampu–lampu ini tetap dijual juga, karena tidak lulus *binning* bukan berarti tidak bisa dipakai. Harganya pun jelas lebih rendah daripada LED yang lulus uji.

### 2.3 Lampu Pijar, TL, dan LHE.

Lampu pijar (*incandescent lamp*) menggunakan filamen tipis di dalam bola kaca yang hampa udara. Arus listrik mengalir dan memanaskan filamen. Pada suhu yang sangat tinggi, cahaya akan berpijar pada filamen tersebut. Apabila bohlam bocor dan oksigen menyentuh filamen panas, reaksi secara kimia akan terjadi sehingga lampu rusak dan tidak dapat digunakan lagi.

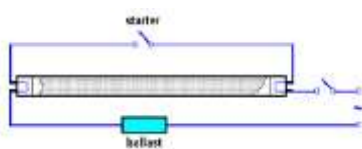
Cahaya lampu pijar dibangkitkan dengan mengalirkan arus listrik dalam suatu kawat halus. Dalam kawat ini, energi listrik diubah menjadi panas dan cahaya. Kalau suhu ditingkatkan, panjang gelombang bergeser. Maksimum grafik energi akan bergeser ke arah gelombang yang lebih pendek, ke arah warna ungu.

Bola lampu pijar terdiri dari hampa udara atau berisi gas, yang dapat menghentikan oksidasi dari kawat pijar tungsten/wolfram, namun tidak akan menghentikan penguapan. Warna gelap bola lampu dikarenakan tungsten yang teruapkan mengembun pada permukaan lampu yang relatif dingin. Dengan adanya gas inert, akan menekan terjadinya penguapan, dan semakin besar berat molekulnya akan makin mudah menekan terjadinya penguapan.

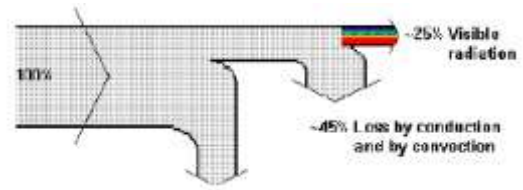


Gambar 3. Lampu pijar dan diagram alir energi lampu pijar.

Di antara berbagai jenis lampu, lampu neon termasuk kategori lampu hemat energi dan banyak dipakai di perumahan dan perindustrian. Lampu neon dapat berusia 10 ribu jam, sepuluh kali usia lampu pijar. Namun dampaknya bagi lingkungan, kedua jenis lampu ini cukup berbahaya. Lampu pijar sangat boros dalam efisiensi energi dan cahayanya tidak cukup terang, sehingga di negara-negara maju lampu ini sudah jarang dipakai lagi. Kandungan merkuri pada lampu neon pun tidak baik bagi kesehatan manusia maupun lingkungan. Tingkat efisiensi energi yang rendah membawa pengaruh bagi pemanasan global.

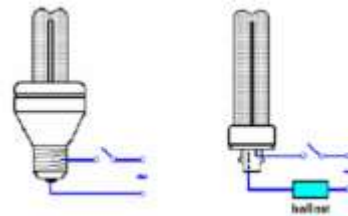


Gambar 4. Rangkaian lampu TL ( neon).



Gambar 5. Diagram alir energi lampu TL.

Adanya lampu neon kompak atau LHE yang tersedia saat ini membuka seluruh pasar bagi lampu neon. Lampu-lampu ini dirancang dengan bentuk yang lebih kecil yang dapat bersaing dengan lampu pijar dan uap merkuri di pasaran lampu dan memiliki bentuk bulat atau segi empat. Produk di pasaran tersedia dengan gir pengontrol yang sudah terpasang (GFG) atau terpisah (CFN).



Gambar 6. Lampu neon kompak atau LHE.

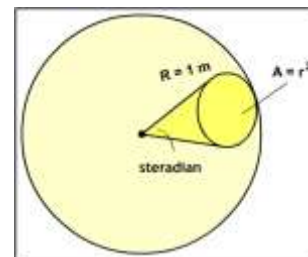
### 2.4 Perhitungan Lumen

Flux cahaya ( $\phi$ ) adalah jumlah keseluruhan watt cahaya dengan satuan lumen, disingkat dengan lm. Satu watt cahaya kira – kira sama dengan 680 lumen. Angka perbandingan 680 ini dinamakan ekivalen pancaran fotometris.

Intensitas cahaya ( $I$ ) adalah flux cahaya persatuan sudut ruang yang dipancarkan ke suatu arah tertentu yang diukur dalam satuan candela (cd).

$$I = \frac{\phi}{\omega} \text{ cd}$$

Sedangkan steradian adalah sudut ruang pada titik tengah bola antara jari-jari terhadap batas luar permukaan bola sebesar kuadrat jari-jarinya.



Gambar 7. Steradian

Karena luas permukaan bola =  $4\pi r^2$ , maka di sekitar titik tengah bola terdapat  $4\pi$  sudut ruang yang masing-masing

= 1 steradian. Jumlah steradian suatu sudut ruang dinyatakan dengan lambang  $\omega$  (omega)

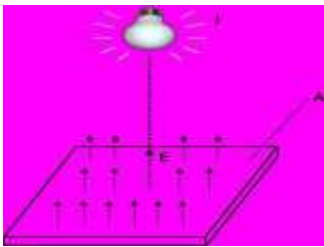
$$\omega = \frac{A}{R^2} \text{ (steradian)}$$

Luminansi adalah jumlah cahaya yang dipantulkan atau diteruskan oleh suatu obyek. Permukaan yang lebih gelap akan memantulkan cahaya yang lebih sedikit daripada permukaan yang lebih terang, karena itu dibutuhkan iluminansi yang sama dengan permukaan yang lebih terang.

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

Iluminasi atau Intensitas penerangan (E) adalah cahaya yang mengenai suatu permukaan dan diukur dalam *footcandle* atau lux. Satu *footcandle* merupakan intensitas penerangan pada suatu permukaan dengan luas permukaan *foot*<sup>2</sup> berjarak pada satu *foot* dari sumber cahaya dengan intensitas cahaya 1 *candle*.

$$E_{rata} = \frac{\Phi}{A} \text{ lux}$$



Gambar 8. Iluminansi

Dalam *calculux* dimungkinkan perhitungan luminansi suatu titik yang berupa *grid*, diambil pada tempat pemantulan cahaya dalam penyebaran yang merata dengan faktor pemantulan  $\rho$ .

Luminansi menjadi:

$$L\rho = \rho \frac{E\rho}{\pi}$$

Efikasi adalah rentang angka perbandingan antara fluks cahaya (lumen) dengan daya listrik suatu sumber cahaya (watt), dalam satuan lumen/watt. Efikasi juga disebut fluks cahaya spesifik. Tabel berikut ini menunjukkan efikasi dari macam-macam lampu. Efikasi ini biasanya didapat pada data katalog dari suatu produk lampu.

Tabel 2. Daftar Efikasi Lampu

| Jenis Lampu | Efikasi (lumen/watt) |
|-------------|----------------------|
| pijar       | 14                   |
| halogen     | 20                   |
| TL          | 45 – 60              |
| Merkuri     | 38 – 56              |
| Sodium SON  | 100 – 120            |
| Sodium SOX  | 61 - 180             |

## 2.5 Perhitungan Beban

Setiap beban pasti memiliki daya, daya ini dihasilkan oleh beban pada saat terhubung dengan suplai, begitu pula dengan lampu. Lampu bisa menghasilkan cahaya karena dia mengkonsumsi daya dalam jumlah tertentu sesuai dengan standart dari masing – masing produsen lampu tersebut. Daya tersebut biasanya sudah dicantumkan pada setiap produk, tetapi daya ini juga bisa didapat dengan melalui pengukuran secara langsung pada masing – masing lampu. Daya sendiri ada 3 jenis, yaitu daya aktif, daya reaktif dan daya nyata.

### 1. Daya aktif

Daya aktif merupakan daya yang berupa daya kerja seperti daya mekanik, panas, cahaya, dan lainnya. Daya ini diperlukan supaya mesin dapat melakukan kerja *real* sesuai kapasitas dayanya. Daya aktif dinyatakan dalam satuan watt (W).

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

### 2. Daya reaktif

Daya reaktif merupakan daya yang diperlukan oleh listrik yang bekerja dengan sistem elektromagnet. Daya ini dibutuhkan oleh mesin untuk mempertahankan medan magnetnya agar mesin dapat beroperasi dengan baik. Daya ini dinyatakan dalam satuan VAR.

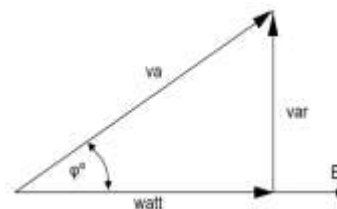
$$Q = V \times I \times \text{Sin } \theta$$

### 3. Daya semu

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

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

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

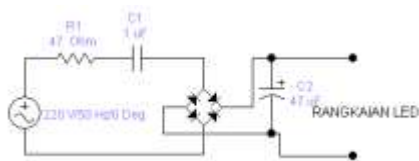


Gambar 9. segitiga daya.

## 2.6 Perancangan Rangkaian Daya/ Suplai

Perancangan rangkaian daya/ suplai ini berfungsi untuk menyuplai daya ke rangkaian LED yang digunakan sesuai

dengan banyaknya LED yang akan dipasang. Pada rangkaian ini berisi *dioda bridge*, resistor dan kapasitor.



Gambar 10. Rangkaian suplai LED

Berikut ini saya berikan penjelasan untuk rangkaian suplai untuk rangkaian LED. Rangkaian diatas merupakan rangkaian untuk LED dengan jumlah 36 LED seri dan diparalel 2 kali.

Untuk R1 yang bernilai 47 ohm, ini berfungsi sebagai sekering (*fuse*) untuk melindungi rangkaian dari arus lebih yang mungkin ditimbulkan oleh rangkaian, sehingga tidak merusak ke rangkaian setelahnya. R1 ini bisa diganti dengan nilai hambatan lainnya yang nilainya lebih kecil dari 47 ohm dengan daya resistif 1/2 W.

Rangkaian C1 yang bernilai 1 uF ini berfungsi sebagai pembatas arus dan tegangan yang akan menuju ke rangkaian LED. Besarnya nilai ini tergantung pada banyaknya LED yang akan dipasang dan arus total yang dibutuhkan oleh LED tersebut. Untuk mendapatkan nilai tersebut digunakan rumus:

$$C = \frac{1}{2\pi \times 50\text{Hz} \times Xc} \text{ F}$$

$$Xc = \frac{V_{\text{masukan}} - n \times 3V}{30\text{mA}} \Omega$$

$$Xc = \frac{220V - n \times 3V}{30\text{mA}}$$

n = jumlah LED yang di seri.

V<sub>masukan</sub> = 220 V

3V dan 30mA adalah estimasi nilai per LED.

sehingga dengan rumus tersebut dapat ditentukan berapa besar kapasitas kapasitor yang akan digunakan. Dan kapasitor yang saya pakai adalah jenis *non-polar*, karena berada pada sisi tegangan AC (bolak-balik).

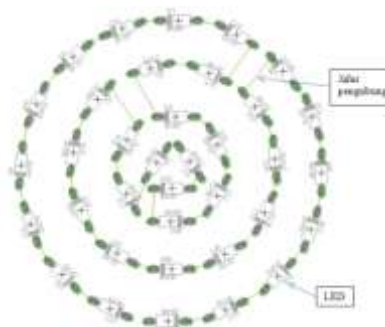
Rangkaian selanjutnya adalah *dioda bridge* yang sudah tentu fungsinya untuk menyearahkan tegangan sumber AC (bolak-balik) menjadi tegangan DC (searah). Pada LED yang digunakan lebih cocok jika digunakan sumber tegangan DC dibandingkan tegangan AC, karena pada tegangan DC tidak terdapat frekuensi yang bisa mengakibatkan adanya *flicker* (kedipan) pada LED.

Dan rangkaian yang terakhir dari rangkaian suplai ini adalah C2, yang merupakan kapasitor jenis polar dengan nilai 4,7uF 400V. Kapasitor ini berfungsi untuk memperbaiki dari rangkaian penyearah yang ada, karena dengan dipasangnya kapasitor polar tersebut maka bentuk

dari gelombang yang dihasilkan menjadi lebih halus dan mendekati tegangan DC murni.

## 2.7 Perancangan Rangkaian LED

Perancangan rangkaian LED ini merupakan susunan dari LED yang nantinya akan berfungsi sebagai pemancar cahaya, susunan LED yang saya gunakan adalah rangkaian seri 36 LED secara melingkar, seperti pada gambar berikut:



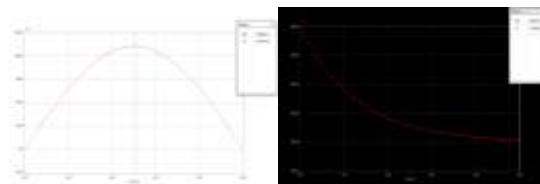
Gambar 11. Rangkaian LED

Pada pembuatan rangkaian LED ini penulis menggunakan *scotlite* sebagai media pencerminan dari cahaya yang dihasilkan oleh tiap – tiap LED, walaupun begitu pencerminan yang dihasilkan memang jadi tidak maksimal, karena tidak semua cahaya bisa dicerminkan dengan sempurna.

## 3. Hasil dan Analisa

### 3.1 Pengujian Rangkaian Suplai

Rangkaian suplai beroperasi dengan tegangan masukan 220 volt AC. Pada kondisi ideal, ketika suplai diberi tegangan maka akan mengubah tegangan AC menjadi DC sehingga nilai tegangan masukan dan keluaran dari suplai akan mengalami peningkatan yaitu dari 220 V<sub>AC</sub> menjadi 310 V<sub>DC</sub>. Tetapi karena ada kapasitor sebelum rangkaian *dioda bridge* maka tegangan keluaran akan menjadi lebih kecil, sesuai dengan besar kapasitor yang dipasang.



- Nilai tegangan masukan suplai.
- Nilai tegangan keluaran suplai.

Gambar 12. Tampilan tegangan pada suplai.

### 3.2 Pengujian Rangkaian LED

Pada penelitian ini dilakukan pengujian rangkaian LED. Rangkaian LED yang sudah jadi seperti pada gambar 13 dan 14



Gambar 13. Rangkaian LED yang diuji.



a. Lampu LED 1      b. Lampu LED 2



a. Lampu TL      b. Lampu Pijar



e. Lampu Hemat Energi      f. Semua lampu dinyalakan

Gambar 14. Perbandingan pengujian rangkaian LED dengan lampu lainnya.

Pada Gambar 14.b, terlihat bahwa cahaya yang dihasilkan lebih gelap dari lampu lainnya, sedangkan cahaya dari lampu lainnya memiliki tingkat nyala yang sepadan. Berikut adalah data yang didapat dari pengujian diatas:

Tabel 3. Pengujian Pada Malam Hari.

| Data - Data | JENIS LAMPU |       |        |       |       |
|-------------|-------------|-------|--------|-------|-------|
|             | LED 1       | LED 2 | TL     | Pijar | LHE   |
| P (Watt)    | 1           | 5     | 12     | 21    | 8     |
| S (VA)      | 3           | 12    | 21     | 21    | 14    |
| Q (VAR)     | -2          | -10   | -4     | 0     | -3    |
| V (Volt)    | 221,9       | 221,8 | 222,4  | 222,1 | 222,4 |
| I (Ampere)  | 0,015       | 0,055 | 0,094  | 0,094 | 0,06  |
| Cos φ       | 0,272       | 0,391 | -0,936 | 0,999 | 0,9   |

Tabel 4. Pengujian Pada Siang Hari.

| Data - Data | JENIS LAMPU |       |        |       |       |
|-------------|-------------|-------|--------|-------|-------|
|             | LED 1       | LED 2 | TL     | Pijar | LHE   |
| P (Watt)    | 1           | 5     | 12     | 21    | 8     |
| S (VA)      | 3           | 12    | 21     | 21    | 14    |
| Q (VAR)     | -2          | -10   | -4     | 0     | -3    |
| V (Volt)    | 222,5       | 222,3 | 222,9  | 222,7 | 222,5 |
| I (Ampere)  | 0,015       | 0,055 | 0,094  | 0,094 | 0,06  |
| Cos φ       | 0,299       | 0,411 | -0,907 | 0,999 | 0,9   |

Keterangan :

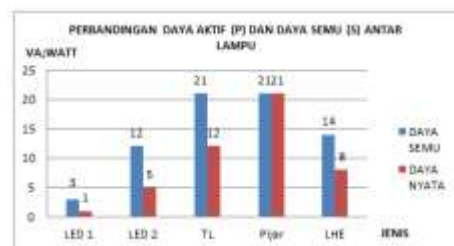
LED 1 = lampu LED yang dibeli dipasaran dengan daya 1 Watt

LED 2 = lampu LED yang dibuat sebagai pembanding dengan daya 5W

TL = lampu TL yang dipakai 10 W dengan balast elektronik.

Pijar = lampu pijar yang dipakai dengan daya 15 W.

LHE = lampu yang dipakai dengan daya 8 W.



Gambar 15. Grafik perbandingan daya aktif (P) dan daya semu (S).



Gambar 16. Grafik perbandingan cos φ antar lampu

Dari Tabel 4 dapat diamati bahwa untuk LED 1 dan LED 2 memiliki cos φ yang paling rendah di antara ke 5 lampu, sedangkan untuk ke 3 lainnya memiliki cos φ yang mendekati 1,0. Sehingga dapat dikatakan bahwa pada lampu LED perlu adanya peningkatan cos φ agar daya nyata (P) sama dengan daya semu (S) dan mengurangi daya reaktif (Q) yang ditimbulkan oleh peralatan yang dipasang.

Contoh untuk lampu pijar 15 W pada siang hari.

$$V = 222,5$$

$$I = 0,094$$

$$\cos \phi = 0,999$$

$$P = V \times I \times \cos \phi$$

$$P = 222,5 \times 0,094 \times 0,999$$

Jadi nilai  $P_{hitung} = 20,894$  W, sedangkan nilai  $P_{ukur} = 21$  W

$$S = V \times I$$

$$S = 222,5 \times 0,094$$

Jadi nilai  $S_{hitung} = 20,915$  VA, sedangkan nilai  $S_{ukur} = 21$  VA

Untuk lampu pijar karena memiliki cos φ yang hampir 1,0 maka nilai untuk  $P = S$  dan nilai Q nya pun menjadi 0, karena sifat dari bahan yang dipakai oleh lampu pijar adalah bersifat resistif. Sedangkan pada lampu TL dan LHE sendiri, walaupun memiliki cos φ yang di atas 0,9 tetapi nilai dari S nya hampir 2 kali lipat dari nilai P nya sendiri, ini dikarenakan pada TL dan LHE yang dipakai terdapat rangkaian elektronika yang dapat mempengaruhi dari hasil pengukuran pada alat ukur PQA.

Tabel 5. Perbandingan hasil pengukuran, perhitungan, dan tertera pada produk.

| JENIS LAMPU | TEGANGAN (V) | ARUS (I) | COS φ | PENGUKURAN |        | PERHITUNGAN |        | TERTERA |
|-------------|--------------|----------|-------|------------|--------|-------------|--------|---------|
|             |              |          |       | P (WATT)   | S (VA) | P (WATT)    | S (VA) |         |
| LED 1       | 222,5        | 0,015    | 0,299 | 1          | 3      | 0,998       | 3,338  | 1       |
| LED 2       | 222,3        | 0,095    | 0,411 | 9          | 12     | 0,025       | 12,227 | 9       |
| TL          | 222,9        | 0,094    | 0,907 | 12         | 21     | 19,604      | 20,953 | 10      |
| PIJAR       | 222,7        | 0,094    | 0,999 | 21         | 21     | 20,913      | 20,934 | 15      |
| LHE         | 222,5        | 0,06     | 0,9   | 8          | 14     | 12,015      | 13,350 | 8       |

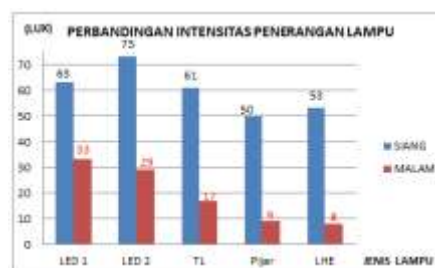
Seperti terlihat pada hasil pengukuran didapat nilai daya S pada LED 2 sebesar 12 Watt, sedangkan pada perancangan adalah  $(30 \times 2) \text{ mA} \times (3 \times 36) \text{ V} = 6,48$  Watt

bukan 5 Watt seperti tertera pada tabel diatas, 5 Watt ini adalah perkiraan daya yang akan dikonsumsi oleh LED tersebut. Sedangkan pada lampu TL, antara pengukuran, perhitungan, dan tertera pada daya P, terdapat perbedaan yang cukup besar, ini dikarenakan adanya balas elektronik yang dapat mengecoh alat ukur.

Tabel 6. Pengujian intensitas cahaya.

| Kondisi ruangan | JENIS LAMPU |       |       |    |     |
|-----------------|-------------|-------|-------|----|-----|
|                 | LED 1       | LED 2 | Pijar | TL | LHE |
| Malam hari      | 33          | 29    | 17    | 9  | 8   |
| Siang hari      | 63          | 73    | 61    | 50 | 53  |

\*Satuan dalam lux



Gambar 17. Grafik perbandingan lumen (intensitas penerangan) lampu.

Dari Tabel 5 dapat diamati bahwa pada malam hari LHE memiliki nilai yang paling kecil 8 lux dibandingkan dengan lampu jenis lainnya, dan lampu LED 1 yang paling besar nilainya 33 lux. Sedangkan pada siang hari terdapat perbedaan untuk yang bernilai kecil dan besar, yaitu untuk yang terkecil adalah lampu TL dengan 50 lux dan yang terbesar adalah LED 2 dengan 73 lux. Pada percobaan siang hari ini kondisi ruangan dengan korden(tirai) yang tertutup pada ruangan praktikum Laboratorium Konversi Energi Lantai 1, sedangkan pada kondisi malam hari juga dilakukan di tempat yang sama dengan hanya mengandalkan penerangan dari lampu yang dicoba.

Tabel 7. Data perbandingan Harmonisa THD

| Data - Data           | JENIS LAMPU |        |        |       |        |
|-----------------------|-------------|--------|--------|-------|--------|
|                       | LED 1       | LED 2  | TL     | Pijar | LHE    |
| THD Irms (line) (A)   | 0,013       | 0,053  | 0,092  | 14,4  | 0,06   |
| THD arus (line)       | 23%         | 39,00% | 99,80% | 0%    | 99,90% |
| THD Irms (netral) (A) | 0,009       | 0,035  | 0,073  | 14,8  | 0,043  |
| THD arus (netral)     | 26,90%      | 50,50% | 99,70% | 0,00% | 99,80% |
| THD Vrms (V)          | 221         | 221,6  | 222,3  | 223,6 | 222,4  |
| THD tegangan          | 1,70%       | 1,70%  | 1,70%  | 1,10% | 1,80%  |

Dari tabel 7 diatas maka dapat diketahui bahwa nilai THD untuk Irms lampu TL dan LHE diatas 99,7%, sehingga pada walaupun pada pengukuran cos φ nya diatas 0,9

tetapi nilai daya S nya tetap besar. Inilah yang mempengaruhi nilai pengukuran pada alat ukur. Sedangkan untuk jenis LED, baik LED 1 maupun LED 2, nilai THD Irms-nya masih jauh dibawah lampu TL. Tetapi nilai THD Irms LED 2 nilainya hampir 2 kali nilai LED 1, ini yang membuat perbedanan selisih nilai dari daya S yang terukur pada kedua LED tersebut. Untuk lampu pijar sendiri nilai THD Irms-nya jauh paling kecil diantar ke 5 jenis lampu yang diuji, ini dikarenakan pada lampu pijar tidak menggunakan rangkaian elektronika yang bisa berefek pada perbedaan pengukuran nilai daya S nya.

### 3.3 Perhitungan Lumen

Dengan menggunakan persamaan

$$E_{rata}^2 = \frac{\Phi}{A} \text{ lux}$$

maka untuk mengetahui berapa lumen yang dihasil oleh LED 2 adalah:

Misal diambil contoh untuk penerangan siang hari, yaitu 29 lux.

$$E = 29 \text{ lux}$$

$$A = 15 \times 8 \text{ meter} = 120 \text{ m}^2$$

$$\Phi = 29 \text{ lux} \times 120 \text{ m}^2$$

$$\Phi = 3480 \text{ lumen}$$

Dan apabila dimasukan ke persamaan

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \text{ cd}$$

Jadi bila diaplikasikan sesuai dengan daya yang tertera pada LED 2 maka,

$$\Phi = 3480/5 = 696 \text{ lumen/watt untuk LED 2}$$

$$\omega = 85^\circ$$

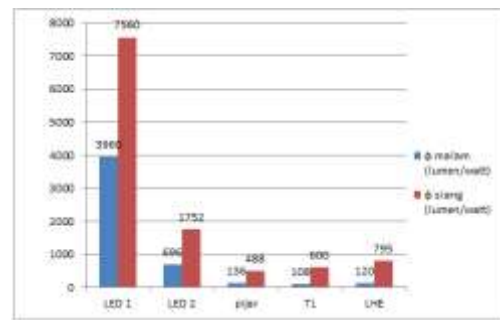
$$I = \frac{3480}{\cos 85}$$

$$I = 39928,522 \text{ cd}$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka untuk nilai pada masing – masing lampu dapat dilihat dari tabel dibawah ini:

**Tabel 8. Perbandingan nilai Iluminasi, flux cahaya, dan intensitas cahaya.**

| Jenis lampu | E malam | E siang | A   | Φ malam | Φ siang | I malam   | I siang   |
|-------------|---------|---------|-----|---------|---------|-----------|-----------|
| LED 1       | 33      | 53      | 120 | 3960    | 7560    | 45517,341 | 86896,352 |
| LED 2       | 29      | 73      | 120 | 3480    | 8760    | 40680     | 106689,06 |
| pijar       | 17      | 61      | 120 | 2040    | 7320    | 23448,276 | 84137,931 |
| TL          | 9       | 50      | 120 | 1080    | 6000    | 13413,793 | 68485,317 |
| LHE         | 8       | 53      | 120 | 960     | 6360    | 11834,483 | 73183,448 |



**Gambar 18. Perbandingan flux cahaya dalam lumen/watt.**

Dari gambar 18 diatas maka dapat disimpulkan bahwa pada LED 1 yang merupakan LED buatan pabrik nilai flux cahayanya jauh lebih besar dari jenis lampu yang lainnya. Sedangkan untuk lampu TL dan LHE yang sebenarnya merupakan jenis *fluorescent lamp* seharusnya memiliki nilai lumen/watt yang lebih besar dari jenis lampu pijar, tetapi dari pengujian didapat hasil yang berbeda.

### 4. Penutup

Berdasarkan pembahasan di atas, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut. 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. Penggunaan komponen LED yang memiliki nilai *binning* yang lebih baik akan mengubah hasil cahaya yang dipancarkan. Membuat rangkaian serupa dengan jumlah LED yang tepat dan dengan memperhitungkan penyebaran serta pemerataan pencahayaan.



## Referensi

### Texbooks

- [1]. Peralatan Energi Listrik: Pencahayaan. Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia – [www.energyefficiencyasia.org](http://www.energyefficiencyasia.org) UNEP, 2006.

### Reports

- [2]. Perpustakaan Universitas Pendidikan Indonesia.  
[3]. Lampu pijar: Biro efisiensi energi, 2005.  
[4]. Lampu TL: Biro efisiensi energi, 2005.

### Internet

- [5]. N.N arendran, Y. Gu, L. Jayasinghe, J.P. Freyssinier, and Y. Zhu, Long-term Performance Of White LEDs and Systems, Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute, New York, USA.
- [6]. <http://kunaifi.wordpress.com/2008/08/09/led-untuk-penerangan-leds-for-lighting/>
- [7]. Philips Raih Penghargaan Penemuan Terbaik 2009, <http://www.technologyindonesia.com/productinfo.php>
- [8]. [http://lab.binus.ac.id/pk/diskusi/forum\\_posts.asp?TID=161&PN=8](http://lab.binus.ac.id/pk/diskusi/forum_posts.asp?TID=161&PN=8)
- [9]. <http://bikin.web.id/info-terbaru/kecanggihan-lampu-led-lampu-masa-depan/>
- [10]. <http://netsains.com/2008/02/menekan-pemanasan-global-dengan-lampu-led/>
- [11]. [http://indoled.host56.com/1\\_8\\_Keuntungan-lampu-LED.html](http://indoled.host56.com/1_8_Keuntungan-lampu-LED.html).
- [12]. <http://IndoLED.com>, 2009.