

Karakteristik dan Efisiensi Lampu *Light Emiting Diode* (LED) sebagai Lampu Hemat Energi

Vandri Ahmad Isnaini¹⁾; Rahmi Putri Wirman²⁾; Indrawata Wardhana³⁾

^{1,2,3)}Jurusan Pendidikan Fisika, FITK, IAIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi
vandri.fisika@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini membahas tentang analisa karakteristik dan efisiensi lampu *Light Emiting Diode (LED)*. Pada saat sekarang ini perkembangan teknologi semakin pesat dan membutuhkan energi yang sangat besar. Begitu juga dengan perkembangan teknologi lampu yang semakin hemat energi, contohnya lampu LED. Pengujian karakteristik dan efisiensi lampu LED dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu : pengukuran karakteristik listrik, pengukuran intensitas cahaya, pengukuran temperatur, uji ketahanan dan analisis efisiensi. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan lampu LED dengan lampu jenis lain yang beredar di masyarakat. Pada Penelitian ini didapatkan bahwa lampu yang memiliki intensitas cahaya terbesar adalah lampu LED sebesar 106200 Lux (jarak 0 cm) dan 176 Lux (Jarak 100 cm). Lampu LED juga menghasilkan panas terkecil yaitu sebesar 36°C sedangkan lampu pijar menghasilkan panas sebesar 170°C. Lampu yang paling hemat energi adalah lampu LED dan lampu neon jenis genie dengan pemakaian listrik sebesar 0,09 kWh dalam satu hari, sedangkan lampu pijar 60 Watt mengkonsumsi daya sebesar 0,72 kWh. Sehingga dengan pemakaian lampu LED dapat menghemat pemakaian listrik sebesar 0,63 kWh dalam satu hari. Lampu LED juga memiliki ketahanan yang tinggi dan umur yang panjang.

Kata kunci: *Light Emiting Diode, karakteristik, efisiensi*

PENDAHULUAN

Pada zaman modern seperti sekarang ini kebutuhan akan energi merupakan hal penting dan bersifat primer. Hampir semua sektor membutuhkan energi sebagai daya penggerakannya. Salah satu energi yang menunjang aktivitas manusia adalah energi listrik. Namun proses produksi energi listrik bukanlah hal yang sangat mudah dan murah. Indonesia sebagai negara kepulauan dan memiliki jumlah penduduk yang mencapai 250 juta orang (proyeksi kependudukan, bps.go.id, 2015), kebutuhan energi merupakan masalah yang sangat vital dan rumit. Kegiatan edukasi hemat energi listrik pada masyarakat sebagai konsumen selalu dilakukan. Produsen alat-alat listrik rumah tangga juga telah

berlomba-lomba dalam memproduksi barang yang hemat listrik. Salah satu divais listrik yang terus mengalami perkembangan adalah alat penerangan. Lampu sebagai alat penerangan pertama kali diciptakan berjenis lampu pijar yang kemudian berkembang dengan lampu jenis tabung hampa yang berisi gas, contohnya lampu neon. Pada saat sekarang lampu berjenis LED (*Light Emiting Diode*) telah mulai banyak diproduksi dan digunakan oleh masyarakat. Lampu jenis ini juga telah mudah didapatkan dan dipasarkan di tiap toko elektronik skala besar dan kecil (observasi di Kota Jambi tahun 2015).

Lampu LED dipromosikan oleh produsennya sebagai lampu yang paling hemat saat ini dan memiliki ketahanan (*lifetime*) yang panjang. LED adalah

komponen elektronika yang bisa menghasilkan cahaya dari reaksi semikonduktor disaat adanya aliran arus listrik. Teknologi LED pada saat ini telah banyak digunakan pada alat-alat elektronika contohnya lampu penerangan, layar televisi maupun sebagai komponen sensor elektronika. Masyarakat juga telah mulai sadar akan pentingnya menghemat energi listrik sehingga penggunaan lampu LED telah banyak diaplikasikan pada alat penerangan rumah. Oleh karena itu, sangat penting sekali untuk mengetahui karakteristik dari lampu LED dan bagaimana perbedaannya dengan lampu jenis lainnya.

KAJIAN TEORI

Sejak zaman manusia purbakala, penerangan telah berperan penting dalam perkembangan hidup manusia. Pada saat itu penerangan dibuat dengan menggunakan api, namun api sebagai alat penerangan sangatlah tidak efisien karena api memiliki energi sampingan yang cukup besar dan resiko pemakaian yang tinggi. Pada tahun 1879, sejak ditemukan energi listrik, Thomas Alva Edison menciptakan lampu penerangan menggunakan energi listrik (Matthew, J., 1959).

Cahaya dapat dihasilkan oleh benda dengan beberapa perlakuan seperti berikut (UNEP, 2006) :

1. Pijar. Cahaya terjadi apabila zat padat dan zat cair dipanaskan sampai 1000 K sampai memancarkan zat radiasi berupa cahaya. Semakin tinggi suhu pemanasan maka cahaya yang dihasilkan semakin putih. Proses ini akan menghasilkan energi panas sebagai efek negatifnya.
2. Muatan Listrik. Cahaya terjadi akibat arus listrik tegangan tinggi dilewati pada suatu gas yang kemudian atom dan molekul dari gas ini akan memancarkan radiasi.
3. *Electro Luminescence*. Cahaya dihasilkan dengan mengalirkan arus

listrik pada bahan semikonduktor dan bahan yang mengandung fosfor.

4. *Photoluminescence*. Radiasi cahaya dari benda lain diserap oleh zat tertentu yang kemudian dipancarkan lagi dalam bentuk cahaya dengan panjang gelombang yang lain. Kejadian ini juga disebut dengan *fluorescence* dan *phosphorescence*.

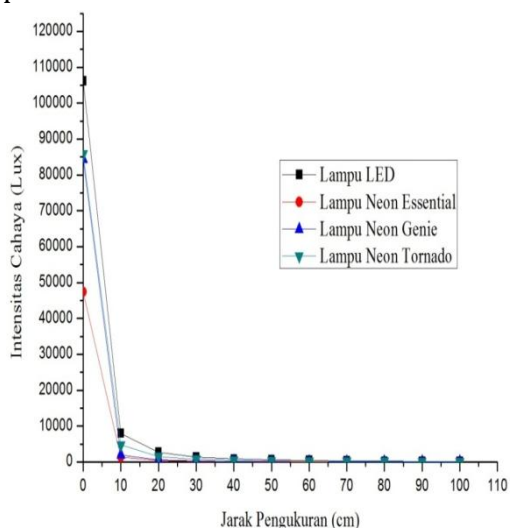
Lampu LED merupakan lampu yang berasal dari pancaran cahaya monokromatik dari semikonduktor apabila dialiri oleh elektron atau arus listrik. Pada saat ditemukannya, peneliti menyebut LED sebagai benda ajaib. Karena LED mempunyai ketahanan yang kuat, tidak mahal, tidak menghasilkan energi panas, ringan dan bisa menghasilkan banyak warna cahaya (Cook, D., 2002). LED merupakan dioda yang memiliki sambungan *pn*. Jika semikonduktor tipe *p* dan tipe *n* disambungkan maka diantaranya terdapat wilayah sambungan. Pada wilayah ini terjadi perpindahan muatan elektron dari semikonduktor tipe *n* ke semikonduktor tipe *p*. Oleh karena itu, atom pada semikonduktor tipe *n* akan kehilangan elektron dan daerah ini menjadi muatan positif, sedangkan pada semikonduktor tipe *p* akan kelebihan elektron dan menjadi muatan negatif. Kemudian proses ini menjadi setimbang dan terbentuk daerah pergeseran (*depletion region*) di daerah sambungan (Fajar, P., 1993). Ketika elektron menginjeksi daerah semikonduktor tipe *p*, elektron akan bergabung dengan *hole*. Kombinasi *hole* ini akan menghasilkan emisi spontan berupa foton (cahaya) yang dilepaskan keluar dari dioda. Proses ini disebut juga dengan injeksi *photoluminescence* (Kumar, V., -).

Tabel 1 Hasil pengukuran karakteristik lampu LED dan lampu neon

Tipe Lampu	Voltase terukur (V)	Daya yang tertera di kotak (Watt)	Daya Terukur (Watt)	Arus (Ampere)	Frekuensi (Hz)
LED	227	8	7.5	0,035	50
Neon (Essential)	227	8	8	0,055	50
Neon (Genie)	227	8	7,5	0,05	50
Neon (Tornado)	227	8	8,5	0,06	50

2. Pengukuran Intensitas Cahaya

Cahaya yang dihasilkan oleh sampel lampu diukur dengan menggunakan alat ukur intensitas cahaya lux meter. Pengukuran intensitas cahaya dilakukan dengan variasi jarak dari 0 cm sampai 100 cm dan rentang pengukuran sebesar 10 cm. Hal ini dilakukan bertujuan untuk melihat penyebaran cahaya yang dihasilkan oleh lampu sampel. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 3.



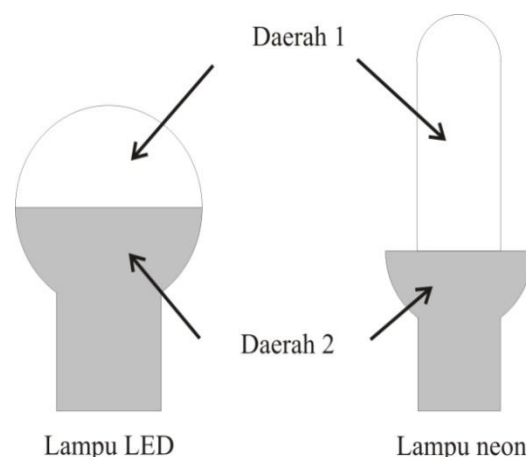
Gambar 3 Hasil pengukuran intensitas cahaya yang dihasilkan oleh lampu sampel.

Dari pengukuran ini didapatkan kesimpulan bahwa lampu yang menghasilkan intensitas cahaya tertinggi pada saat pengukuran 0 cm adalah lampu berjenis LED sebesar 106200 Lux dan yang terendah adalah lampu jenis neon Essential sebesar 47400 Lux. Sedangkan pada jarak 1 meter, lampu yang menghasilkan cahaya dengan intensitas cahaya tertinggi adalah lampu LED sebesar 176 Lux dan yang terendah adalah lampu neon Essential sebesar 25

Lux. Oleh karena itu, dengan konsumsi energi listrik yang sama (spesifikasi pabrik), lampu LED adalah lampu yang dapat menghasilkan cahaya yang paling terang. Sedangkan untuk jenis lampu neon saja, lampu yang berdesain tornado adalah lampu yang menghasilkan intensitas cahaya tertinggi sebesar 85800 Lux pada jarak 0 cm dan 91 Lux pada jarak 100 cm.

3. Pengukuran Temperatur

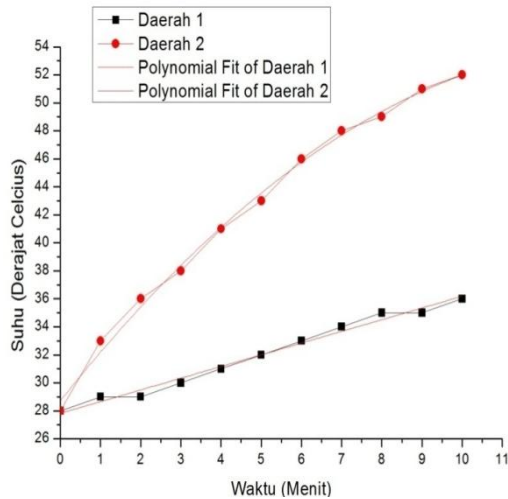
Tahap ini adalah mengukur energi panas yang dihasilkan pada lampu sewaktu proses perubahan energi listrik menjadi energi cahaya. Alat yang digunakan adalah thermometer infra merah. Pengukuran thermal dilakukan dengan variasi waktu dan dua spot pengukuran. Daerah pertama pada kaca (daerah keluarnya pancaran cahaya) dan yang kedua pada daerah badan lampu.



Gambar 4 Daerah pengukuran temperatur pada sampel

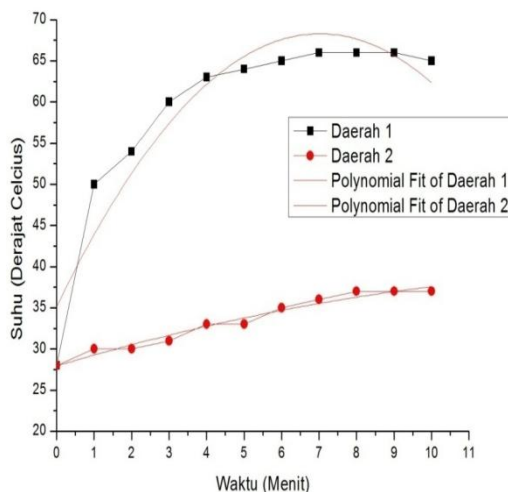
Dari hasil pengukuran temperatur pada lampu LED, yang mengalami peningkatan suhu signifikan berada pada daerah 2 (badan lampu). Peningkatan

suhu pada daerah ini mencapai 24 °C selama 10 menit. Sedangkan pada daerah 1 kalor yang dihasilkan tidak meningkat drastis dengan kenaikan suhu dalam 10 menit hanya 8 °C.



Gambar 5 Hasil pengukuran temperatur pada lampu LED.

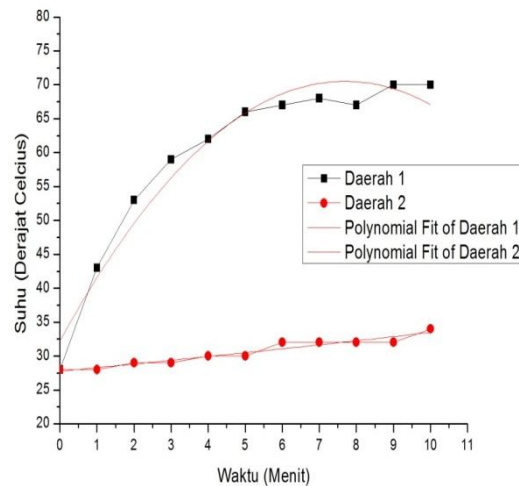
Dari hasil pengukuran temperatur pada lampu neon Essential, yang mengalami peningkatan suhu signifikan berada pada daerah 1 dengan peningkatan mencapai 37 °C selama 10 menit. Sedangkan pada daerah 2 kalor yang dihasilkan tidak meningkat drastis dengan kenaikan suhu dalam 10 menit hanya 9 °C.



Gambar 6 Hasil pengukuran temperatur pada lampu neon Essential.

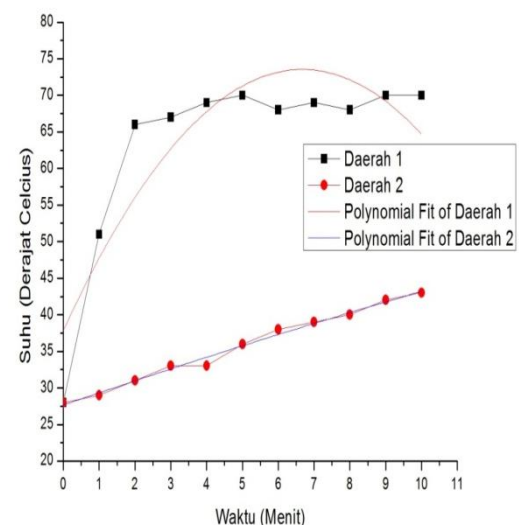
Dari hasil pengukuran temperatur pada lampu neon Genie, yang mengalami

peningkatan suhu signifikan berada pada daerah 1 dengan nilai peningkatan mencapai 42 °C selama 10 menit. Sedangkan pada daerah 2 kalor yang dihasilkan tidak meningkat drastis dengan kenaikan suhu dalam 10 menit hanya 6 °C.



Gambar 7 Hasil pengukuran temperatur pada lampu neon Genie.

Dari hasil pengukuran temperatur pada lampu neon Tornado, yang mengalami peningkatan suhu signifikan berada pada daerah 1 dengan nilai peningkatan mencapai 42 °C selama 10 menit. Sedangkan pada daerah 2 kalor yang dihasilkan cukup meningkat dengan kenaikan suhu dalam 10 menit mencapai 15 °C.



Gambar 8 Hasil pengukuran temperatur pada lampu neon Tornado.

Jika dibandingkan karakteristik thermal pada semua sampel, untuk daerah 1, Lampu LED melepas energi panas yang paling rendah dan yang paling besar adalah lampu neon bertipe Tornado. Perbedaan suhu antara kedua jenis lampu ini adalah sebesar 31,27 °C (dihitung dengan membandingkan suhu rata-rata). Kemudian pada pengukuran daerah 2, lampu yang menghasilkan energi panas paling rendah adalah lampu neon tipe Genie dan yang menghasilkan energi panas terbesar adalah pada lampu LED. Perbedaan suhu antara kedua jenis lampu ini adalah sebesar 11,72 °C (dihitung dengan membandingkan suhu rata-rata). Pada eksperimen ini dapat diambil kesimpulan bahwa pada saat terjadinya energi cahaya, lampu LED melepaskan energi panas terkecil dibandingkan dengan lampu sampel tipe

lainnya, namun komponen elektronika yang berada pada badan lampu LED menghasilkan energi panas yang cukup tinggi. Sehingga, energi panas yang dihasilkan badan lampu LED nilainya berada di atas lampu-lampu sampel lainnya.

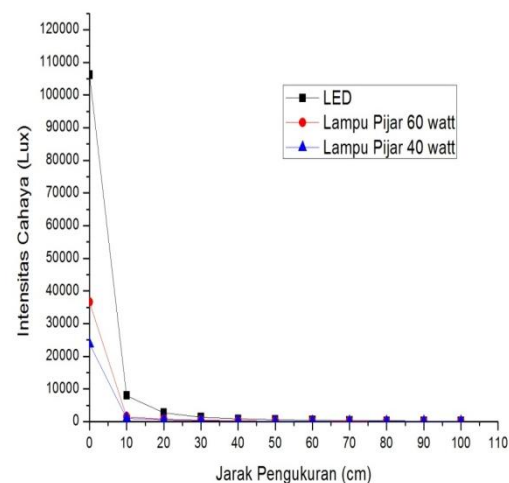
4. Perbandingan Karakteristik Lampu LED Dengan Lampu Pijar

Pada eksperimen ini lampu pijar yang digunakan adalah lampu berdaya 40 Watt dan 60 Watt. Pemilihan lampu pijar dengan daya 60 Watt ini didasari oleh keterangan pada kotak kemasan lampu LED yang menyatakan setara dengan lampu pijar 60 Watt dan lampu pijar 40 Watt digunakan sebagai pembanding tambahan.

Tabel 2 Perbandingan karakteristik listrik lampu LED dengan lampu pijar.

Tipe Lampu	Voltase terukur (V)	Daya yang tertera di box (Watt)	Daya Terukur (Watt)	Arus (Ampere)	Frekuensi (Hz)
LED	227	8	7.5	0,035	50
Lampu pijar 60 Watt	227	60	61,5	0,27	50
Lampu pijar 40 Watt	227	40	40	0,175	50

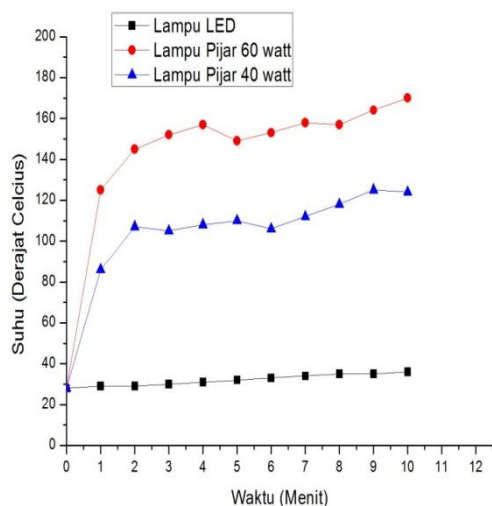
Pada pengukuran intensitas cahaya didapatkan kesimpulan bahwa lampu yang menghasilkan cahaya tertinggi adalah lampu LED dan terendah adalah lampu pijar 40 Watt. Dan lampu LED dengan daya 8 Watt dapat menghasilkan intensitas cahaya dengan nilai masih di atas cahaya yang dihasilkan lampu pijar 60 Watt. Pada jarak 0 cm perbedaan intensitas cahayanya mencapai 69600 Lux, sedangkan pada jarak 1 meter perbedaan intensitas cahayanya mencapai 107 Lux.



Gambar 9 Pengukuran intensitas cahaya lampu LED dengan lampu pijar.

Kemudian pada pengukuran thermal, lampu yang menghasilkan energi panas paling rendah adalah lampu

LED, dan yang menghasilkan energi panas terbesar adalah pada lampu pijar 60 Watt. Perbedaan suhu antara lampu LED dengan lampu pijar 60 Watt adalah sebesar 109,64 °C dan dengan lampu pijar 40 Watt sebesar 70,64 °C (dihitung dengan membandingkan suhu rata-rata). Grafik perbandingan suhu dari lampu LED dengan lampu pijar dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 10 Pengukuran thermal pada lampu LED dan lampu pijar.

5. Uji ketahanan Lampu.

Pengujian ketahanan sampel lampu dilakukan dengan menjatuhkan sampel pada ketinggian tiga meter (ukuran tinggi rata-rata posisi lampu di rumah), kemudian menguji kembali kinerja dari lampu tersebut. Hasil dari pengujian, seluruh sampel yang dijatuhkan mengalami fraktur pada kaca pelindung. Untuk uji kinerja, lampu pijar masih dapat menghasilkan cahaya selama 3 detik yang kemudian filamennya terbakar dan putus. Untuk lampu neon masih dapat menghasilkan cahaya selama 21 detik, namun cahaya yang dihasilkan berwarna kuning dan saat hitungan detik ke 21 lampu tidak bisa beroperasi lagi. Sedangkan untuk lampu LED masih bekerja dengan normal dan dapat menghasilkan cahaya. Yang mengalami kerusakan hanya kaca pendaran dan komponen LED yang ada didalam lampu tidak mengalami kerusakan. Jadi, dari segi ketahanan,

lampu LED adalah lampu yang memiliki ketahanan dan umur pakai yang panjang.

PENUTUP

Dari eksperimen, lampu yang paling hemat pemakaiannya adalah lampu LED dan Lampu neon Genie dengan pemakaian daya 0,09 kWh dalam satu hari, sedangkan daya yang paling besar adalah lampu pijar 60 Watt dengan daya pemakaian 0,72 Kwh dalam satu hari (asumsi pemakaian 12 jam). Dengan asumsi harga satu kWh senilai Rp. 1.500,- (daya listrik rumah 1300 kVA), maka dengan menggunakan satu buah lampu LED bisa menghemat harga pembayaran listrik sebesar Rp. 344.925,- dalam waktu pemakaian satu tahun dibandingkan dengan pemakaian lampu pijar 60 Watt. Untuk pengukuran nilai intensitas cahaya didapatkan kesimpulan bahwa lampu yang menghasilkan intensitas cahaya tertinggi adalah lampu berjenis LED dan yang terendah adalah lampu jenis neon Essential. Sedangkan untuk jenis lampu neon saja, lampu yang berdesain tornado adalah lampu yang menghasilkan intensitas cahaya tertinggi. Walaupun menurut pabrikan spesifikasi lampu LED 8 Watt setara dengan lampu pijar 60 Watt, namun intensitas cahaya yang dihasilkan oleh lampu LED bernilai jauh lebih tinggi dengan selisih sebesar 33000 Lux.

Untuk pengukuran temperatur, khusus untuk lampu LED dan lampu neon terdapat dua buah daerah pengukuran. Untuk pengukuran daerah 1, Lampu LED melepas energi panas yang rendah, sedangkan yang paling besar adalah lampu neon bertipe Tornado. Kemudian pada pengukuran daerah 2, lampu yang menghasilkan energi panas paling rendah adalah lampu neon tipe Genie. Dan yang menghasilkan energi panas terbesar adalah pada lampu LED. Sedangkan pengukuran temperatur pada lampu pijar menghasilkan energi panas yang sangat tinggi, nilainya mencapai 170°C untuk daya 60 Watt dan 124°C untuk daya 40 Watt. Nilai ini sangat

tinggi sekali dibandingkan dengan temperatur dari lampu LED sebesar 36°C (saat pengoperasian selama 10 menit). Untuk daerah tropis, lampu jenis LED sangat cocok digunakan dimana lampu ini tidak menghasilkan energi panas berlebihan yang dapat mempengaruhi suhu ruangan.

REFERENSI

- [1] Anonim., Standar dan Kebutuhan Pencahayaan, www.ecogreeps.com, dilihat pada Mei 2015.
- [2] Anonim., Efisiensi Penerangan – Solusi Penghematan Dengan Lampu LED, Hexamitra, Jakarta.
- [3] Anonim, (2005)., Best Practice Manual – Lighting, Biro Efisiensi Energi, Kementerian Ketenagaan, India.
- [4] Anonim, (2006)., Peralatan Energi Listrik : Pencahayaan, United Nations Environment Programme.
- [5] Anonim, (2014)., Laporan Market Brief Lampu Hemat Energi, Dirjen Pengembangan Ekspor Nasional.
- [6] Cook, D., (2002), Robot Building For Beginners, A press, United State of America.
- [7] Fajar, P., (1993), Elektronika Dasar, Jurusan Pendidikan Fisika, Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Bandung.
- [8] Karlen, M., Benya, J.,(2004), Lighting Design Basics, John Wiley & Sons
- [9] Kumar, V, Light Emitting Diodes (LEDs), ELE 432 Assignment # 3.
- [10] Matthew, J., (1959), Edison, McGraw Hill.
- [11] Michel, J, E., (2009), White Light Emitting Diodes, Energi Law, Professor Bosselman.
- [12] Narendran, N., Deng, L.,(2004), Performance Characteristics of High Power Light Emitting Diodes, Proceedings of SPIEE, New York.
- [13] Stafford, N., (2010), LEDs to Light Up The World, Chemistry World Ed. April 2010, Germany.
- [14] www.bps.go.id, dilihat pada Mei 2015.
- [15] www.digiware.com, dilihat pada Mei 2015.