

# Rancang Bangun Lampu Duduk Menggunakan LED Dengan Tiga Level Pencahayaan Untuk Mendukung Industri Kreatif Kewirausahaan

Sarono Widodo<sup>1</sup>, Eni Dwi Wardihani<sup>2</sup>, Subuh Pramono<sup>3</sup>, Helmy<sup>4</sup>, Taufiq Yulianto<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Semarang, Jl. Prof. Sudarto, S.H. Tembalang, Semarang, 50275  
E-mail: sarwede@gmail.com

**Abstrak** — Lampu duduk sebagai penerangan ruang dapat juga digunakan sebagai lampu penerangan ruang kerja. Pada umumnya lampu duduk atau lampu penerangan kerja dapat diatur pencahayaannya dengan mengatur daya *output* lampu. Pengaturan yang umum dilakukan adalah dengan menggunakan teknik *dimmer* atau teknik PWM. Penelitian ini menghasilkan sebuah prototipe berupa lampu duduk/lampu kerja dengan 3 level pencahayaan menggunakan rangkaian kontrol *flip-flop*. Lampu ini menghasilkan daya 1 watt hingga 3 watt. Fluks cahaya yang dihasilkan sebesar 65 lumen, 135 lumen, dan 240 lumen. Hasil pengujian diperoleh intensitas cahaya terukur dengan nilai terendah 132,65 Lux dan tertinggi sebesar 2.666,67 Lux dengan jarak pengukuran dari 20 cm sampai 40 cm. Sesuai dengan standar intensitas cahaya yang digunakan dalam ruang kerja paling rendah sebesar 350 Lux, maka alat akan optimal digunakan pada level 2 dengan jarak 30 cm dan level 3 pada jarak 30 dan 40 cm. Lampu prototipe yang dihasilkan pada level daya 2-3 watt mendekati tingkat penerangan yang dimiliki produk lampu CFL8W pada jarak 30 cm, lampu CFL14W pada jarak pengukuran 30cm dan 40 cm, lampu LED 3W pada jarak 30 cm, dan lampu LED 4W pada jarak 30 cm dan 40 cm. Dengan prototipe yang dihasilkan ini maka pemakaian konsumsi energi listrik lebih dapat dihemat. Prototipe lampu duduk ini dapat menjadi produk inovasi kreatif dan berpeluang untuk mendukung industri kreatif kewirausahaan karena sistem alat yang sederhana dan mudah untuk diproduksi.

**Kata Kunci** — LED, lampu duduk, Level pencahayaan, fluks cahaya, industri kreatif

## I. PENDAHULUAN

Penghematan energi listrik telah menjadi perhatian yang serius bagi pemerintah. Keseriusan ini dinyatakan dengan dikeluarkannya Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 13 tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik. Butir-butir dalam Peraturan Menteri tersebut diantaranya mengatur penghematan pemakaian tenaga listrik melalui sistem tata cahaya seperti dalam pasal 4 ayat 3.a Menggunakan lampu hemat energi sesuai dengan peruntukannya; dan ayat 3.d.2 maksimal pencahayaan ruang kerja 12 watt/m<sup>2</sup> dengan tingkat pencahayaan paling rendah 350 lux [1].

Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk menghasilkan lampu sebagai sumber cahaya yang dapat menghemat energi dengan berbagai cara pengaturan atau pengontrolan pencahayaannya. Lampu LED untuk penerangan rumah telah dibuat dengan 36 LED tersusun melingkar dengan menggunakan *scotlite* sebagai media pencerminan cahaya yang dihasilkan LED [2]. Pemanfaatan lampu LED sebagai penerangan telah dibuat dengan menggunakan 3 jenis LED yaitu rangkaian *high power LED*, *ultra bright strawhat LED*, *ultra bright LED*. Setiap jenis LED didesain secara seri/paralel

untuk mendapatkan daya dan tingkat pencahayaan [3].

Sistem pengontrolan lampu digunakan untuk mengatur tingkat pencahayaan sesuai dengan kebutuhan. Dengan pengaturan/pengontrolan ini maka penggunaan energi listrik hanya digunakan sebesar kebutuhan dalam situasi tertentu. Seperti penggunaan sensor LDR, pewaktu, *dimmer*, atau menggunakan teknik *Pulse Width Modulation (PWM)*. Pengaturan apakah LED harus padam atau menyala dilakukan sinkronisasi jadwal dengan RTC yang dikontrol oleh mikrokontroler yang mengambil data dari sensor LDR [4]. Telah dibuat lampu LED 12 volt dc dengan rangkaian penggerak menggunakan topologi *flyback* agar distribusi yang dihasilkan oleh lampu LED dapat lebih efisien. Sistem ini didukung dengan teknik PWM untuk menentukan besarnya *duty cycle* dalam rangkaian *flyback converter* [5]. Teknik pengaturan yang lain telah dilakukan dengan menggunakan *remote control* untuk mengatur 10 tingkat kecerahan lampu philips master LED. Alat ini berbasis mikrokontroler yang akan mengatur *dimmer* dan mengontrol kecerahan lampu. Kelengkapan lain adanya detektor infra merah untuk mendeteksi keberadaan orang. Lampu akan padam secara otomatis jika selama tiga menit tidak ada orang di dalam ruangan [6].

Penggunaan energi berdaya rendah khususnya dalam penerangan tempat kerja atau ruang kerja dengan menggunakan lampu duduk membutuhkan penerangan yang dapat diatur sesuai kelompok area (sel), atau penggunaan lampu kerja yang dapat diatur pencahayaannya guna mencapai efisiensi penggunaan daya listrik (energi listrik).

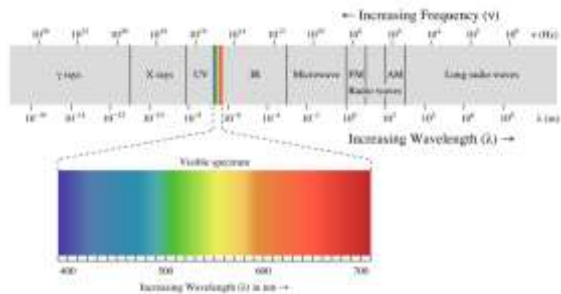
Penelitian ini dirancang dan dibuat prototipe lampu duduk menggunakan LED yang memiliki pengaturan tiga level pencahayaan sebagai penerangan hemat energi yang dikontrol dengan *flip-flop*. Prototipe lampu duduk dirancang untuk memenuhi penerangan tempat kerja/ruang kerja atau sebagai penerangan ruang berdiameter kecil.

Dengan luaran berupa prototipe dapat dikembangkan dan diproduksi oleh masyarakat atau melalui pemberdayaan kelompok masyarakat sebagai mitra pengembangan industri kreatif untuk menghasilkan kewirausahaan baru bagi masyarakat.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Pencahayaan

Cahaya adalah suatu gejala fisis dimana suatu sumber cahaya yang memancarkan energi. Sebagian energi yang dipancarkan menjadi cahaya tampak. Perambatan cahaya di ruang bebas oleh gelombang elektromagnetik. Dalam ruang bebas, kecepatan rambat gelombang elektromagnetik sebesar  $3.10^5 \text{ Km/detik}$  [7].



Gambar 1. Radiasi yang nampak

Gambar 1 menunjukkan cahaya yang nampak dapat dilihat pada spektrum elektromagnetik adalah gelombang yang sempit diantara cahaya ultraviolet (UV) dan energi infra merah [8]. Gelombang cahaya tersebut merangsang retina mata dan menghasilkan suatu penglihatan.

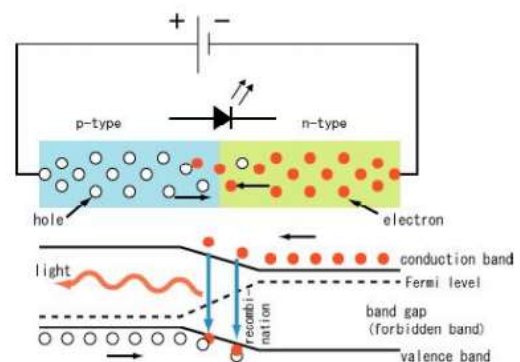
### B. Intensitas Penerangan

Intensitas penerangan (E) adalah tingkat cahaya yang menyebabkan objek disekitar terlihat jelas. Dapat dikatakan bahwa intensitas penerangan merupakan jumlah cahaya pada permukaan dengan besaran Lux ( $\text{Lm/m}^2$ ) yang diukur dengan Lux meter (Lux). Suatu bidang yang diterangi dengan fluks cahaya akan diperoleh intensitas penerangan rata-rata/ intensitas cahaya (Lux) [9].

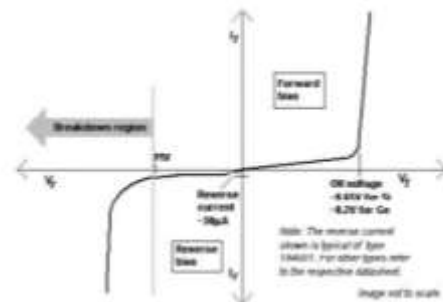
Ukuran yang digunakan untuk mengukur kinerja sumber cahaya adalah fluks cahaya dengan satuan Lumen. Jika sebuah lampu tertera sebesar 235 lumen dengan daya sebesar 5 watt maka besarnya Efikasi adalah  $47 \text{ lm/w}$ .

### C. Light Emitting Diode (LED)

LED merupakan semikonduktor yang dapat mengubah energi listrik lebih banyak menjadi energi cahaya. Di dalam LED terdapat sejumlah zat kimia yang akan mengeluarkan cahaya jika elektron-elektron melewatinya ([10],[11],[12]). Gambar 2 menunjukkan perpindahan elektron pada LED.



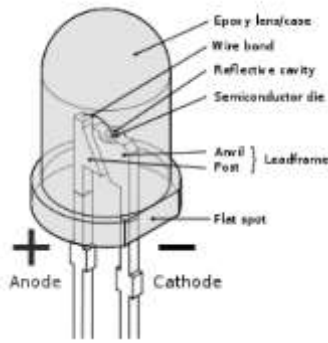
Gambar 2. Perpindahan elektron pada LED



Gambar 3. Karakteristik LED

LED memiliki karakteristik yang sama dengan karakteristik dioda seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Perbedaannya pada pembuangan energinya, yaitu dioda membuang energi dalam bentuk panas sedangkan LED membuang energi dalam bentuk cahaya. Gambar 4 menunjukkan sebuah konstruksi LED.

Terdapat jenis LED seperti *White Super Bright* dengan arus kisaran 70 mA dan tegangan 3,6 volt. Jenis LED ini termasuk yang memiliki intensitas cahaya yang tinggi. Jenis LED tersebut seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 4. Konstruksi LED



Gambar 5. LED white super bright

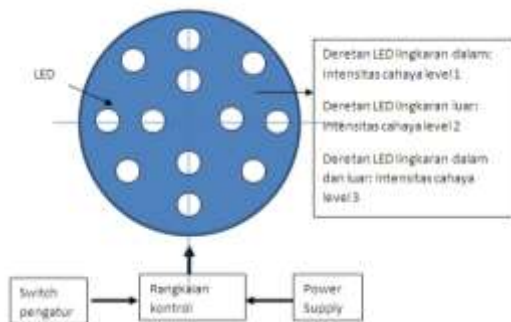
### III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan sebuah rancang bangun dengan tahapan penelitian sebagai berikut:

- Perancangan alat
- Pembuatan alat
- Pengujian alat

#### A. Perancangan Alat

Alat yang dirancang berupa prototipe lampu duduk untuk penerangan menggunakan LED yang dapat diatur level intensitas cahayanya. Rancangan penelitian seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Rancangan alat

#### 1) Perancangan Prototipe

LED sebagai penerangan utama tersusun dalam bentuk lingkaran, terdiri atas lingkaran dalam dan lingkaran luar. Lingkaran dalam berisi 4 buah LED, sedangkan lingkaran luar berisi 8 buah LED. LED pada lingkaran dalam menyala untuk pencahayaan level 1, LED pada lingkaran luar untuk pencahayaan level 2, dan LED pada kedua lingkaran untuk pencahayaan level 3. Power supply dirancang untuk

mensuplai rangkaian kontrol dan lampu LED. Keluaran power supply adalah + 5 volt. Sumber tegangan masukan dari power supply adalah tegangan AC 220 volt.

Switch pengatur difungsikan untuk mengatur level pencahayaan yang dipilih. Pengaturan ini dilakukan secara manual sesuai kebutuhan penerangan kerja/ruang. Terdapat 3 switch dalam pengaturan level pencahayaan dan mematikan lampu LED. Switch (S), S1 push button-switch mengaktifkan deretan LED pada pencahayaan level 2, switch S2 untuk pencahayaan level 3, dan S3 ditekan kembali untuk pencahayaan level 1. Jika S3 ditekan maka semua lampu LED padam.

Pada rangkaian kontrol digunakan JK-flip-flop dan transistor untuk mengontrol sel LED. Bekerjanya flip-flop diatur oleh switch sebagai pengontrol level pencahayaan.

#### 2) Pengujian Rancangan

Setelah dilakukan perancangan, selanjutnya dilakukan pembuatan rangkaian pada protoboard dengan memasang sejumlah komponen dan menguji hasilnya. Pengujian ini adalah tahap pengujian rancangan yang meliputi pengujian arus pada LED, rangkaian kontrol, dan power supply.

#### B. Pembuatan Alat

Hasil rancangan yang telah diujicoba pada board selanjutnya dilakukan pembuatan alat, yang meliputi:

- Terminal koneksi dari kit power supply;
- Pembuatan PCB untuk penempatan LED;
- Pemasangan power supply, LED dan switch pada badan/kerangka lampu
- 

#### C. Pengujian Alat

Pengujian ini dilakukan untuk menguji fungsi kontrol yang mengatur sel / kelompok LED sesuai dengan pilihan intensitas cahaya. Pengujian intensitas cahaya menggunakan Lux meter dilakukan dalam ruang tanpa penerangan. Pengukuran dilakukan dengan jarak/ ketinggian lampu dari permukaan 20, 30, dan 40 cm. Pengukuran juga dilakukan pada lampu produk pabrikan untuk dibandingkan dengan alat yang dibuat dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kesetaraannya.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam rangkaian terdapat dua buah JK flip-flop yang akan mengendalikan kedua transistor. Kedua JK flip-flop akan diatur oleh tiga buah switch yang terpasang pada konektor J1-J2, J3-J4, dan J5-J6. Switch yang digunakan jenis push-button yang berfungsi sebagai clock trigger dan clear dan set JK flip-flop.

Pada penelitian ini digunakan LED berjenis White Super Bright dengan arus kisaran 70 mA dan tegangan 3,6 volt. Untuk sumber tegangan sebesar

+5 volt maka besarnya resistor R6 sebagai pembatas arus untuk 8 paralel LED adalah sebesar 2,2 Ohm /2 watt. Daya LED yang dihasilkan sebesar ~2 watt. Sedangkan R7 sebagai pembatas arus untuk 4 paralel LED adalah 4,7Ohm/2watt. Daya LED yang dihasilkan sebesar 1 watt. Total 12 LED menyala semua akan menghasilkan daya 3 watt.



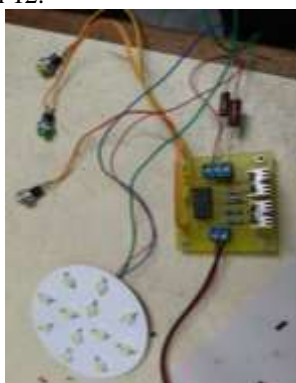
Gambar 7. Susunan LED white super bright

Gambar 7 memperlihatkan tampak muka susunan LED dan Gambar 8 memperlihatkan sisi belakang dari susunan LED. 8 buah LED tersusun paralel pada bagian lingkaran luar untuk menghasilkan daya sebesar 2 Watt dan 4 LED tersusun paralel pada bagian dalam untuk menghasilkan daya 1 watt. Sesuai rancangan alat maka level pencahayaan 1 menghasilkan daya lampu 1 watt, level pencahayaan 2 sebesar 2 watt dan level pencahayaan 3 menghasilkan 3 watt.



Gambar 8. Susunan LED bagian belakang

Setelah dilakukan pengujian pada bagian kontrol, alat bekerja dengan baik seperti terlihat pada Gambar 9,10,11, dan 12.



Gambar 9. Rangkaian kontrol dalam keadaan dimatikan



Gambar 10. Rangkaian kontrol dalam keadaan dihidupkan



Gambar 11. Prototipe lampu duduk sel LED dimatikan



Gambar 12. Prototipe lampu duduk sel LED dihidupkan

Pengujian pengukuran intensitas cahaya pada alat/ prototipe yang dibuat menggunakan alat ukur Lux Meter dengan merk AERO model LX 1010B Digital Lux Meter. Pengujian intensitas cahaya / tingkat pencahayaan dari prototipe lampu duduk dilakukan beberapa tahap.

Tahap pertama adalah menentukan level sel dan jarak lampu terhadap bidang permukaan yang diukur. Adapun tingkat pencahayaan diukur pada jarak 20, 30, dan 40 cm dari pusat cahaya ke permukaan untuk mengetahui jumlah cahaya pada permukaan. Setelah

posisi level 1 diukur, dilanjutkan dengan level 2 dan 3 dengan jarak ukur seperti pada pengukuran level 1.

Pengujian ke dua adalah menguji intensitas cahaya beberapa lampu dari produk pabrikan untuk mendapatkan perbandingan dan nilai kesetaraan antara alat yang dibuat dengan lampu produk pabrikan.

Hasil pengujian dan pengukuran lampu prototipe diperoleh besarnya intensitas cahaya seperti ditunjukkan pada Tabel I.

Tabel I  
Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Lampu Prototipe

Daya (watt)	Fluks Cahaya (Lm)	Efikasi (Lm/w)	Intensitas Cahaya (Lux)		
			20 (cm)	30 (cm)	40 (cm)
1	65	65	722,22	260	132,65
2	135	68	1.500,00	540	275,51
3	240	80	2.666,67	960	489,8

Besarnya fluks cahaya dari lampu prototipe yang dibuat masing-masing sebesar 65 Lm pada level 1 berdaya 1 watt, 135 Lm pada level 2 berdaya 2 watt dan 240 Lm pada level 3 berdaya 3 watt. Lumen dari setiap sel lampu LED diperoleh dengan pengukuran langsung menggunakan Lux meter pada permukaan bidang. Dalam pengukuran jarak 20 cm dan luas bidang permukaan 0,09 m<sup>2</sup> menghasilkan rata-rata intensitas cahaya sebesar 722,22 lux pada lampu LED level 1 dengan daya 1 Watt, 1.500 lux pada lampu LED level 2 dengan daya 2 Watt, dan 2.666,67 lux pada lampu LED level 3. Dengan fluks cahaya yang dihasilkan maka dapat diketahui nilai besarnya efikasi. Berturut-turut besarnya efikasi dari level 1 watt sampai 3 watt adalah 65 Lm/w, 68 Lm/w, dan 80 Lm/w.

Intensitas cahaya terukur dengan nilai terendah 132,65 Lux pada level 1 dengan jarak pengukuran terhadap sumber cahaya sejauh 40 cm dan nilai intensitas cahaya tertinggi sebesar 2.666,67 pada level 3 dengan jarak pengukuran sejauh 20 cm.

Sesuai dengan standar intensitas cahaya yang digunakan dalam ruang kerja paling rendah sebesar 350 Lux, maka dari hasil pengukuran ini menunjukkan bahwa alat optimal digunakan pada level 2 pada jarak 30 cm dan level 3 pada jarak 30 dan 40 cm.

Pengukuran lampu produk pabrikan dilakukan dengan metode yang sama dengan masing-masing lampu diukur pada jarak 20, 30, dan 40 cm dari pusat cahaya terhadap permukaan bidang. Jenis lampu yang diuji adalah lampu CFL 5 W tipe 5W E27, CFL 8 W tipe Essensial 8W E27, CFL 14W tipe Essensial 14W E27, LED 3W tipe LED bulb 3W E27, dan LED 4W tipe LED bulb 4W E27. Hasil pengujian seperti ditunjukkan pada Tabel II.

Tabel III  
Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Lampu Pabrikan

Jenis lampu	Daya (watt)	Fluks Cahaya (Lm)	Efikasi (Lm/w)	Intensitas Cahaya (Lux)		
				20 (cm)	30 (cm)	40 (cm)
CFL 5 W	5	300	60	648,65	300,28	228,07
CFL 8 W	8	430	54	862,50	469,1	294,03
CFL 14 W	14	680	52	1.001,62	719,88	441,86
LED 3 W	3	250	83	1.041,86	499,61	288,21
LED 4 W	4	350	88	1.643,14	626,83	411,55

Terlihat pada Tabel II bahwa pada jenis lampu yang sama untuk jarak pengukuran semakin jauh dari permukaan bidang diperoleh intensitas cahaya semakin kecil. Kondisi ini dikarenakan semakin tinggi jarak sumber cahaya terhadap permukaan bidang mengakibatkan luas permukaan menjadi semakin luas yang dapat berdampak pada besarnya lumen/m<sup>2</sup>. Semakin luas permukaan semakin besar maka intensitas cahaya akan semakin kecil.

Dari jenis lampu CFL, semakin besar besar fluks cahaya maka intensitas cahaya pada permukaan bidang nilainya akan semakin besar baik untuk jarak 20, 30, ataupun 40 cm. Hal ini menunjukkan bahwa dengan kenaikan fluks cahaya pada sumber cahaya memberikan intensitas cahaya semakin besar pada permukaan bidang.

Memperhatikan hasil pengukuran pada Tabel I dan Tabel II, menunjukkan bahwa lampu duduk prototipe pada posisi level 2 watt jarak 30 cm dan level 3 watt jarak 40 cm mendekati tingkat penerangan yang dimiliki produk lampu CFL8W pada jarak 30 cm, lampu CFL14W pada jarak 30cm dan 40 cm, lampu LED 3W pada jarak 30 cm, lampu LED 4W pada jarak 30 cm dan 40 cm. Dari perbandingan intensitas cahaya yang dihasilkan dari prototipe terhadap lampu produk di pasaran bahwa dengan daya 2 watt dan 3 watt setara penggunaan dengan lampu CFL 8W dan CFL 14W dan lampu LED 3W dan LED 4 W. Hal ini menunjukkan bahwa dengan daya yang lebih kecil yaitu 2-3 watt setara dengan 8 watt dan 14 watt lampu CFL dan 3-4 watt lampu bulb LED. Dengan prototipe ini maka pemakaian konsumsi energi listrik lebih dapat dihemat.

## V. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian alat/ prototipe maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem kontrol untuk mengatur level sel lampu LED dapat bekerja dengan baik ditunjukkan dengan sel LED yang menyala sesuai pilihan level pencahayaan.

2. Besarnya daya yang dihasilkan alat prototipe lampu duduk pada level 1 sebesar 1 watt, level 2 sebesar 2 watt dan level 3 sebesar 3 watt.
  3. Alat prototipe menghasilkan fluks cahaya sebesar 65 lumen, 135 lumen dan 240 lumen pada daya 1 watt, 2 watt dan 3 watt, dengan efikasi sebesar 65 Lm/w, 68 Lm/w dan 80 Lm/w.
  4. Intensitas cahaya diperoleh nilai terendah 132,65 Lux pada level 1 dengan jarak pengukuran terhadap sumber cahaya sejauh 40 cm dan nilai intensitas cahaya tertinggi sebesar 2.666,67 pada level 3 dengan jarak pengukuran sejauh 20 cm
  5. Alat optimal digunakan pada level 2 pada jarak 30 cm dan level 3 pada jarak 30 dan 40 cm.
  6. Lampu duduk prototipe mendekati tingkat penerangan yang dimiliki produk lampu CFL8W pada jarak 30 cm, lampu CFL14W pada jarak 30cm dan 40 cm, lampu LED 3W pada jarak 30 cm, lampu LED 4W pada jarak 30 cm dan 40 cm.
  7. Dari perbandingan intensitas cahaya yang dihasilkan dari prototipe terhadap lampu produk di pasaran bahwa dengan daya 2 watt dan 3 watt setara penggunaan dengan lampu CFL 8W dan CFL 14W dan lampu LED 3W dan LED 4 W. Dengan prototipe ini maka pemakaian konsumsi energi listrik lebih dapat dihemat.
- [5] Yakub Jonathan, Budhi Anto, Dian Yayan Sukma, "Rancang Bangun Lampu LED 12 Volt DC Dengan Rangkaian Penggerak Berbasis Topologi Flyback", *Jom FTEKNIK*, vol.2, No.1, pp. 1-15, Feb.2015.
  - [6] Christian S.Dharma, F.Dalu Setiaji, Daniel Santoso, "Pengatur Intensitas Lampu Philips Master LED Secara Nirkabel" *Techne Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, vol.11, No.2, pp. 141-150, Okt.2012.
  - [7] Ullin Dwi Fajri, Unggul Wibawa, Rini Nur Hasanah, "Hubungan Antara Tegangan Dan Intensitas Cahaya Pada Lampu Hemat Energi Fluorescent Jenis SL (Sodium Lamp) Dan LED (Light Emitting Diode)" *Jurnal Mahasiswa TEUB*, vol.2, No.5, p.1, 2014.
  - [8] (2016) Khan Academy website. [online]. Available: <https://www.khanacademy.org>
  - [9] Yadi Yunus, Suyanto, Indra Milyardi, "Analisis Faktor Daya Dan Kuat Penerangan Lampu Hemat Energi" , Seminar Nasional VIII SDM Teknologi Nuklir, 2012, p.251.
  - [10] Diding Suhardi, "Prototipe Controller Lampu Penerangan LED ((Light Emitting Diode) Independent Bertenaga Surya", *Jurnal GAMMA*, vol.10, No.1, pp. 116-122, Sep. 2014.
  - [11] Bima B. Agam, "Pengaruh Jenis Dan Bentuk Lampu Terhadap Intensitas Pencahayaan Dan Energi Buangan Melalui Perhitungan Nilai Efikasi Luminus", *Jurnal Pendidikan Fisika*, vol.3, No.4, pp. 384-389, Mar. 2015.
  - [12] Wida Lidiawati, Lia M. Pranoto, Wasluluddin, Jojo Hidayat, "Otomatisasi Lampu, Tirai, dan Kipas Angin Menggunakan Mikrokontroler Untuk Menghemat Energi Listrik", *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, vol.13, No.2, p. 67, Des. 2013.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2012 Tentang Pemerintah Tentang Penghematan Tenaga Listrik*, 2012.
- [2] Jimmy Harto, Tejo Sukmadi, Karnoto, "Analisa Penggunaan Lampu LED Pada Penerangan Dalam Rumah", *Jurnal TRANSMISI*, 15(1) pp. 19-27, 2013
- [3] Hanum Nayomi, "Peluang Pemanfaatan Lampu LED Sebagai Sumber Penerangan" skripsi, Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia, 2013.
- [4] Ardiyanto, Nurfiyana, "Sistem Kontrol Intensitas Cahaya Pada Kandang Puyuh Berbasis Arduino Uno", *Jurnal Informatika*, vol.15, No.1, pp. 1-9, Jun.2015.