

# RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL CAHAYA LAMPU BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA32

I Ketut Darminta<sup>1)</sup>, I Putu Astawa, I Putu Dodik Sudarmika

Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali  
Bukit Jimbaran, Po Box 1064 Tuban Badung Bali Telp 03617021981  
e-mail: darmintaketut@yahoo.co.id<sup>1)</sup>

**Abstrak:** Sistem penerangan saat ini merupakan pemakaian energi listrik yang besar. Dengan adanya lampu, kegiatan manusia bisa berlangsung 24 jam. Semakin tinggi kegiatan membutuhkan pencahayaan, maka energi yang digunakan juga semakin besar. Umumnya pengaturan penerangan menggunakan prinsip *on-off* dimana lampu hanya bekerja pada dua kondisi yaitu lampu menyala penuh ketika *on* atau *off*. Penerangan dengan prinsip *on-off* hanya berdasarkan pada kondisi gelap dan terang. Hal ini menyebabkan penggunaan energi listrik yang kurang efisien. Untuk menangani hal tersebut diciptakan suatu sistem kontrol intensitas cahaya lampu dengan menggunakan mikrokontroler ATmega32. Lampu akan meredup atau bertambah terang ketika sensor cahaya (LDR) mendeteksi cahaya di luar ruangan sehingga menghasilkan pencahayaan lampu sesuai yang diinginkan. Sistem ini juga terdapat sensor PIR mendeteksi aktivitas manusia dalam ruangan. Lampu padam ketika tak terdeteksi manusia dan beroperasi kembali ketika terdeteksi manusia di dalam ruangan.

**Kata Kunci :** Sistem Kontrol Intensitas Lampu, Sensor Cahaya, Sensor PIR, ATmega32

## CONTROL SYSTEM DESIGN OF LIGHT BASED MICROCONTROLLER ATMEGA32

**Abstract:** *Lighting system currently consumes the biggest electric power. Light can help human work 24 hours. The more activities requiring lighting there are, the greater energy they need. Lighting control commonly use on-off principle where it is only based on dark and overt. It causes that the use of electric power is less efficient. Thus, a system controlling light intensity using ATmega32 microcontroller is created. The light will be dimmed and brighter when light sensor (LDR) detects the outdoor light so that it creates lighting in accordance with the needs. The system is also equipped with PIR sensor to detect human activities in the room. The light will be off when there is no human detection and it will be on again when there is human detection in the room.*

**Keywords:** *Light intensity Control System, Light Sensor, PIR Sensor, ATmega32*

### 1. PENDAHULUAN

Mikrokontroler memiliki banyak manfaat serta sangat dibutuhkan untuk menjadi pengontrol utama pada suatu sistem elektronika. Mikrokontroler bersifat praktis dan mudah diaplikasikan untuk berbagai keperluan karena dapat diprogram sesuai dengan kebutuhan.

Seiring dengan perkembangan teknologi, kebutuhan akan daya listrik juga semakin besar. Untuk itu perlu adanya upaya mengurangi konsumsi energi listrik yang tidak diperlukan. Salah satu yang membutuhkan energi listrik dan banyak dipergunakan oleh manusia adalah lampu pijar, untuk mengatur konsumsi daya yang masuk pada lampu dilakukan dengan mengatur intensitasnya. Dalam mengurangi konsumsi penggunaan energi pada lampu penerangan diperlukan sebuah sistem kontrol yang dapat menghemat energi pada lampu tersebut, dengan cara mengatur cahaya lampu secara otomatis pada ruangan berjendela.

Berdasarkan hal tersebut, timbul ide untuk merancang suatu sistem kontrol untuk mengatur cahaya (terang-redup) lampu penerangan menggunakan sensor cahaya LDR (*light dependent resistor*) dan sensor PIR (*passive infrared*) berbasis mikrokontroler ATmega32. Nantinya sensor LDR digunakan sebagai sensor untuk mengukur cahaya di lingkungan sekitar ruangan, serta sensor PIR digunakan untuk mendeteksi adanya aktifitas manusia di dalam ruangan dan mikrokontroler akan mengolah data dari sensor, data tersebut digunakan untuk mengatur rangkaian *dimmer* sehingga cahaya lampu dapat diatur.

Melalui penelitian ini, penulis ingin membahas mengenai: Sistem penggunaan rangkaian *dimmer* dengan *optocoupler* dan *triac*, sensor LDR sebagai pendeteksi cahaya dan sensor PIR sebagai pendeteksi keberadaan manusia, bahasa pemrograman menggunakan *Bascom-AVR*, beban yang digunakan adalah lampu pijar 60 watt.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa metode, diantaranya yaitu :

### 1. Metode Studi Literatur

Metode untuk memperoleh masukan dengan mencari dan mempelajari referensi dari buku-buku, situs-situs *web*, dan *datasheet* komponen. Seperti mencari teori tentang rangkaian *dimmer*, rangkaian *power supply*, mikrokontroler ATmega32, dan komponen lainnya yang bersangkutan dengan pembuatan alat, dan nantinya dipakai sebagai acuan di dalam pembuatan alat.

### 2. Perancangan Alat

Metode ini merupakan langkah-langkah yang dipakai dalam pembuatan alat untuk memperoleh hasil yang maksimal, dimulai dari pembuatan blok diagram rangkaian, pembuatan skematik dan *layout* rangkaian, proses pemindahan *layout* ke PCB, proses pelarutan PCB, pemasangan komponen, proses penyolderan, pembuatan *flowchart* program, dan pembuatan program hingga alat selesai.

### 3. Analisis data

Pengujian dilakukan pada rangkaian *power supply*, mikrokontroler, LCD, sensor PIR, rangkaian *dimmer* serta rangkaian keseluruhan, untuk mengetahui apakah rangkaian telah bekerja sesuai dengan apa yang diharapkan, dan pengujian terhadap seluruh sistem yang telah terpasang pada alat, sehingga dapat diketahui apakah alat yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik.

### 4. Konsep Dasar Mikrokontroler

Beberapa konsep dasar dan fungsi masing-masing fitur dalam mikrokontroler yaitu :

#### a. *Interrupt*

*Interrupt* merupakan bagian dari mikrokontroler yang berfungsi sebagai bagian yang dapat melakukan interupsi, sehingga ketika program sedang berjalan, program utama tersebut dapat diinterupsi dan menjalankan program interupsi terlebih dahulu.

#### b. RAM (*Random Acces Memory*)

RAM digunakan oleh mikrokontroler untuk tempat penyimpanan variabel. Memori ini bersifat *volatile* yang berarti akan kehilangan semua datanya jika tidak mendapatkan catu daya.

#### c. ROM (*Read Only Memory*)

ROM disebut juga kode memori karena berfungsi untuk tempat penyimpanan program yang akan diberikan oleh *user*.

#### d. *Register*

*Register* merupakan tempat penyimpanan nilai-nilai yang akan digunakan dalam proses yang telah disediakan oleh mikrokontroler.

#### e. *Input dan Output Pin*

Pin *input* adalah bagian yang berfungsi penerima sinyal dari luar, pin ini dapat dihubungkan ke berbagai media input seperti *keypad* dan sensor. Pin *output* adalah bagian yang berfungsi untuk mengeluarkan sinyal dari hasil proses algoritma mikrokontroler.

### 5. Mikrokontroler ATmega32

ATmega32 merupakan jenis mikrokontroler AVR CMOS 8-bit yang basis arsitektur AVR RISC (*Reduced Intrution Set Computer*). ATmega32 memiliki kelebihan yaitu mampu mencapai keluaran yang sepuluh kali lebih cepat dibandingkan dengan mikrokontroler MCS51 dengan arsitektur CISC. Hal ini karena ATmega32 mempunyai 32 register kerja dalam mikrokontroler terhubung secara langsung pada *Arithmetic Logic Unit* (ALU) yang memungkinkan dua register berbeda diakses pada satu instruksi yang dijalankan pada satu siklus *clock*. AVR juga memiliki *In-System Programmable Flash on-chip* yang mengijinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI.

ATMEGA 32 mempunyai empat buah *port* yang bernama *PortA*, *PortB*, *PortC*, dan *PortD*. Keempat *port* tersebut merupakan jalur *bi-directional* dengan pilihan internal *pull-up*. Tiap *port* mempunyai tiga buah *register* bit, yaitu DDxn, PORTxn, dan PINxn. Huruf 'x' mewakili nama huruf dari *port* sedangkan huruf 'n' mewakili nomor bit. Bit DDxn terdapat pada I/O address DDRx, bit PORTxn terdapat pada I/O address PORTx, dan bit PINxn terdapat pada I/O address PINx. Bit DDxn dalam *register* DDRx (*Data Direction Register*) menentukan arah pin. Bila DDxn diset 1 maka Px berfungsi sebagai pin *output*. Bila DDxn diset 0 maka Px berfungsi sebagai pin *input*. Bila PORTxn diset 1 pada saat pin terkonfigurasi sebagai pin input, maka *resistor pull-up* akan diaktifkan.

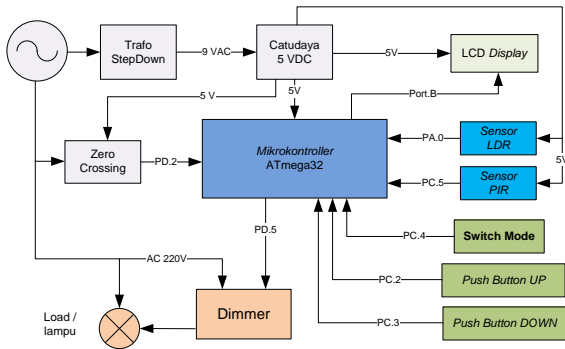
Mikrokontroler AVR ATmega32 memiliki kelebihan yaitu kapasitas *memory flash* sebesar 32Kbyte, *memory EEPROM* sebesar 1024byte, kapasitas *memory SRAM* 2Kbyte dan dapat menjalankan 133 instruksi dalam satu *clock* dibandingkan dengan mikrokontroler AVR seri ATmega8, ATmega8535 dan ATmega16. Mikrokontroler ATMEGA32 ini memiliki beberapa fitur seperti : 131 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*, 32 x 8-bit register serba guna, 32 KB *Flash Memory*, Memiliki EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 32 KB sebagai tempat penyimpanan data meskipun catu daya dimatikan, Memiliki SRAM (*Static Random Access Memory*) sebesar 2 KB, Kecepatan mencapai 16 MIPS

dengan clock 16 MHz, Memiliki pin I/O 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad QFN/ML

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Perancangan Blok Diagram**

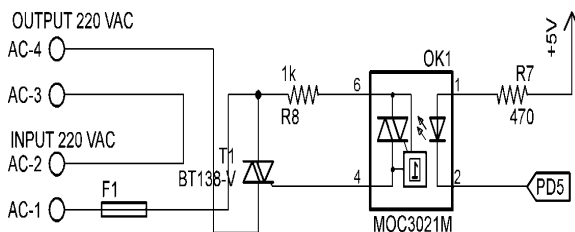
Untuk mempermudah dalam memahami dan dalam pembuatan alat, maka diperlukan sebuah blok diagram. Dalam perancangan alat Sistem Kontrol Cahaya Lampu Berbasis Mikrokontroler ATmega 32 ini digambarkan seperti blok diagram pada gambar 1.



**Gambar 1.** Blok Diagram Sistem Kontrol Cahaya Lampu Berbasis Mikrokontroler ATmega 32

**3.2 Rangkaian Dimmer**

Komponen utama dari rangkaian *dimmer* ini adalah *triac*, yaitu BT138 yang memiliki rating tegangan sampai dengan 800Volt dan arus maksimum 12A (*datasheet*). Antara rangkaian *dimmer* dan rangkaian lainnya perlu dipisahkan karena tegangan *ground*-nya berbeda, untuk itu digunakan suatu *driver triac* MOC3021 yang bersifat *optocoupler*. Dengan menggunakan komponen *optocoupler* ini maka antara rangkaian *dimmer* dengan rangkaian mikrokontroler akan terpisah. Untuk mengaktifkan MOC3021 diperlukan arus dengan nilai maksimum 15 mA (*datasheet*). Adapun rangkaian *dimmer* dari Sistem Kontrol Cahaya Lampu Berbasis Mikrokontroler ATmega 32 ini adalah sebagai berikut :



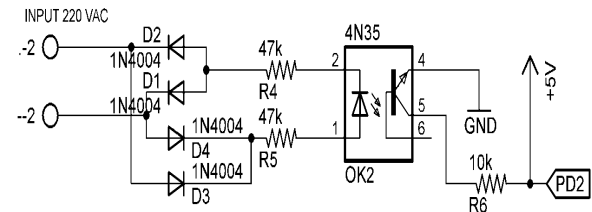
**Gambar 2.** Rangkaian Dimmer

Prinsip kerja dari rangkaian *dimmer* ini yaitu berdasarkan prinsip kerja dari *triac*. Apabila kaki *gate* dari *triac* mendapatkan suatu sinyal *trigger*, maka *triac* akan konduksi dan menghantarkan arus. *Triac*

dapat konduksi pada kedua arah atau bekerja pada arus AC. Sekali *ON triac* akan tetap *ON* sampai tegangan utama antara MT1 dan MT2 sama dengan nol. Hal ini terjadi pada saat titik nol (*zero crossing point*) dari tegangan jala-jala. Dengan mengatur sudut pentriggeran dari *triac* maka akan didapatkan perubahan arus rata-rata. Dengan adanya perubahan arus ini maka arus yang dirubah menjadi cahaya oleh lampu pijar juga berubah atau dengan kata lain daya yang masuk ke lampu juga berubah.

**3.3 Rangkaian Zero Crossing Detector**

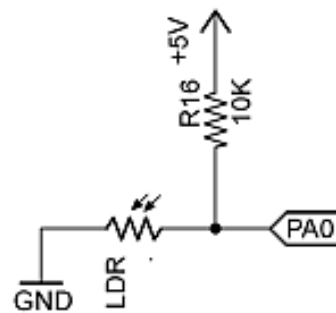
Rangkaian *zero crossing detector* digunakan untuk mendeteksi titik nol (*zero crossing point*) dari jala-jala listrik untuk dijadikan sinyal acuan yang akan digunakan sebagai interupsi eksternal mikrokontroler dan selanjutnya mikrokontroler akan mengatur dan membangkitkan sinyal PWM untuk memicu *gate triac* pada rangkaian *dimmer*.



**Gambar 3.** Rangkaian Zero Crossing Detector

**3.4 Rangkaian Sensor Cahaya**

Sensor cahaya yang digunakan pada alat ini yaitu sensor LDR (*light dependent resistor*). Sensor LDR akan mendeteksi keadaan cahaya disekitar luar ruangan yang nantinya akan digunakan sebagai data masukan (*input*) ke mikrokontroler yang dihubungkan dengan kaki PORTA.0 pada mikrokontroler ATmega 32 dan diproses untuk mengaktifkan rangkaian *dimmer*. Adapun rangkaian dari rangkaian sensor cahaya (LDR) seperti yang ditunjukkan pada gambar 4 berikut :

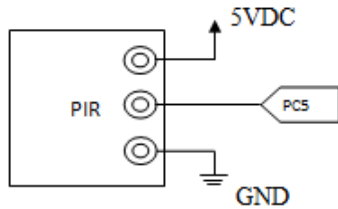


**Gambar 4.** Rangkaian Sensor Cahaya LDR

**3.5 Rangkaian Sensor PIR**

Sensor PIR (*pasive infrared*) merupakan sensor yang akan mendeteksi keberadaan manusia pada ruangan, dengan cara menangkap energi panas dari sinyal infra merah pasif yang dipancarkan oleh tubuh manusia. Sinyal keluaran dari sensor PIR berbentuk sinyal

digital yang hanya berlogika *high* dan *low*. Karena keluaran dari sensor PIR sudah berbentuk digital sehingga lebih mudah dalam memprosesnya dan bisa langsung dihubungkan ke *port* mikrokontroler yang dijadikan sebagai *port input*. Adapun gambar *interface* pin dari sensor PIR seperti yang ditunjukkan pada gambar 5 berikut :



Gambar 5. Interface Sensor PIR

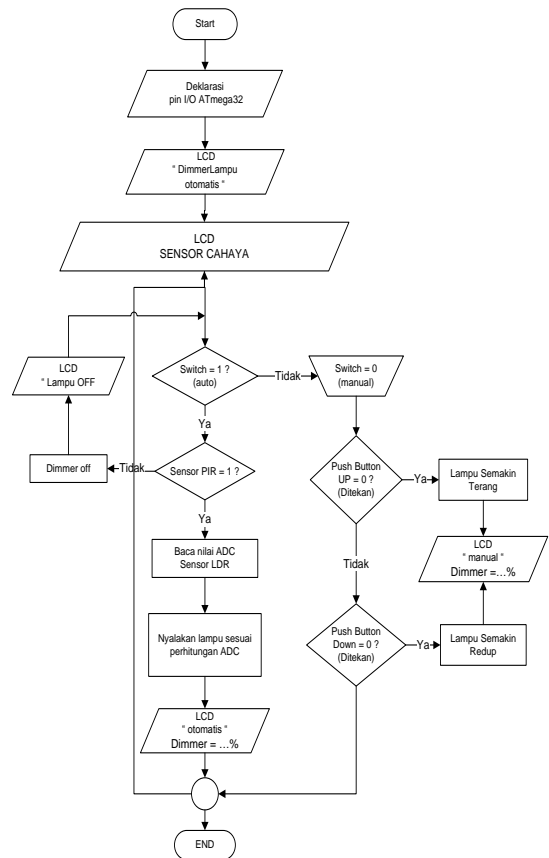
**3.6 Diskripsi Kerja Alat**

Saat mode otomatis dari Sistem Kontrol Cahaya Lampu Berbasis Mikrokontroler ATmega 32, maka sensor PIR (*passive infrared*) dan sensor cahaya (LDR) akan aktif. Jika sensor PIR (*passive infrared*) mendeteksi aktifitas manusia, maka keluaran sensor PIR (*passive infrared*) akan berlogika *high* dan dikirim ke mikrokontroler sebagai *input*. kemudian sensor cahaya (LDR) akan mulai membaca kondisi cahaya di luar ruangan dan mengeluarkan tegangan sebagai *input* ke *PORTA.0* mikrokontroler, selanjutnya mikrokontroler akan memproses *input* dari sensor cahaya yang berupa data analog dirubah menjadi digital, menggunakan program ADC pada mikrokontroler. Data ADC tersebut dikonversikan untuk mengatur waktu tunda, sehingga mikrokontroler akan mengeluarkan sinyal *output* untuk pemicu *triac* sesuai waktu tunda hasil konversi ADC, di samping itu data ADC diproses mikrokontroler untuk perhitungan persentase dari intensitas cahaya yang kemudian akan ditampilkan di layar LCD. Dengan mengatur waktu tunda yang diberikan, maka arus rata-rata yang melewati lampu akan disesuaikan dengan kondisi cahaya di luar ruangan sehingga nyala lampu atau intensitas cahaya lampu dapat diatur. Semakin kecil waktu tunda yang dihasilkan maka nyala lampu akan semakin terang. Sebaliknya jika sensor PIR (*passive infrared*) tidak mendeteksi keberadaan manusia maka keluaran sensor PIR akan berlogika *low* dan dikirim ke mikrokontroler sebagai *input*, kemudian diproses untuk mematikan lampu.

Saat *mode manual* dipilih, maka *input* berdasarkan *push button*. Jika *push button UP* ditekan maka data tersebut akan diproses oleh mikrokontroler untuk memperkecil waktu tunda *output* sehingga intensitas cahaya lampu semakin terang. Sebaliknya jika *push button DOWN* ditekan maka data tersebut akan diproses oleh mikrokontroler untuk memperbesar waktu tunda *output* sehingga intensitas cahaya lampu semakin redup.

**3.7 Perencanaan dan Pembuatan Software**

Pada pembuatan alat ini akan menggunakan *software* BASCOM-AVR untuk membuat koding program mikrokontroler, dan eXtream Burner-AVR yang digunakan untuk meng-*upload* program ke dalam mikrokontroler. Dalam pembuatan program harus diperhatikan alur-alur atau aturan logika yang benar, untuk mendapatkan hasil keluaran sesuai dengan yang diinginkan. Berikut ini adalah *flowchart* dari alat yang dibuat :



Gambar 6. Flowchart Sistem Kerja Alat

**3.8 Pengujian Sensor Cahaya LDR**

Pengujian sensor cahaya LDR (*light dependent resistor*) ini untuk mengetahui apakah sensor LDR bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan sehingga dapat memudahkan dalam pemrograman.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor Cahaya LDR

No	Kondisi Cahaya	Resistansi
1	Diberikan Cahaya	75 Ω
2	Tidak Diberikan Cahaya	1,05 MΩ

Dari pengujian yang dilakukan terhadap komponen LDR, dapat dilihat pada hasil pengukuran menggunakan AVO meter resistansi dari sensor LDR saat diberikan cahaya adalah 75Ω dan saat tidak diberikan cahaya adalah 1,05MΩ, dapat dianalisa

bahwa semakin tinggi tingkat cahaya yang diterima oleh LDR maka resistansi LDR tersebut akan berubah, sesuai dengan karakteristik dari sensor LDR, ini menunjukkan bahawa sensor LDR dapat bekerja dengan baik.

**3.9 Pengujian Sensor PIR**

Dari pengujian sensor PIR diketahui jarak jangkauan sensor PIR dan logika keluaran dan tegangan yang dihasilkan yang akan diproses oleh mikrokontroler. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur tegangan dari sensor PIR menggunakan AVO meter dan led sebagai indikator dari logika keluaran sensor PIR.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Sensor PIR

No	Jarak Jangkauan	Logika Keluaran	Tegangan Keluaran	Indikator Led
1	Kondisi Sensor Tidak Mendeteksi	Low	0.0 V	Mati
2	0.5 Meter	High	2.63 V	Hidup
3	1 Meter	High	2.63 V	Hidup
4	1.5 Meter	High	2.63 V	Hidup
5	2 Meter	High	2.63 V	Hidup
6	2.5 Meter	High	2.63 V	Hidup
7	3 Meter	High	2.63 V	Hidup
8	3.5 Meter	High	2.63 V	Hidup
9	4 Meter	High	2.63 V	Hidup
10	4.5 Meter	High	2.63 V	Hidup
11	5 Meter	High	2.63 V	Hidup
12	5.5 Meter	High	2.63 V	Hidup
13	6 Meter	High	2.63 V	Hidup
14	6.5 Meter	Low	0.0 V	Mati

Saat sensor PIR dalam keadaan tidak mendeteksi manusia mengeluarkan logika *low* (0) dengan nilai tegangan 0 volt. Sedangkan, saat sensor PIR mendeteksi manusia keluaran yang dihasilkan berlogika *high* (1) dengan nilai tegangan 2.63 volt. Untuk jarak jangkauan dari sensor PIR, dengan jarak 0.5-6 meter sensor PIR masih dapat mendeteksi dengan keluaran yang dihasilkan berlogika *high* (1) dan nilai tegangannya sebesar 2.63 volt. Namun, saat jarak pengujian pendeteksian 6.5 meter sensor PIR tidak dapat mendeteksi lagi, dengan keluaran berlogika *low* (0).

**3.10 Pengujian Blok Rangkaian Dimmer**

Pengujian rangkaian *dimmer* untuk mengetahui sinyal *input*, tegangan *output*, dan arus *output* dari rangkaian *dimmer* yang nantinya digunakan mengatur intensitas cahaya lampu.

**Tabel 3.** Hasil Pengukuran Arus dan Tegangan Pada Rangkaian *Dimmer*

No	Persentase	Arus (I)	Tegangan (V)	Daya (Watt)
1	0 %	0.05 A	0 volt	0.00
2	25 %	0.14 A	96 volt	13.44
3	50 %	0.21 A	160 volt	33.6
4	75 %	0.23 A	211 volt	48.53
5	100 %	0.25 A	227 volt	54.72

Untuk mengetahui perbandingan dari nilai *output* terhadap besarnya level persentase yang diberikan maka diukur besarnya daya *output* dari level persentase yang diberikan. Daya yang diukur merupakan daya aktif yang dilambangkan dengan huruf P dalam satuan W (watt). Untuk mengetahui besarnya daya *output* ke beban (lampu) perlu diketahui besarnya tegangan dan arus yang mengalir ke beban (lampu) maka dapat diketahui besarnya daya dengan mengalikan antara nilai arus, nilai tegangan, dan nilai  $\cos \phi$ . Untuk nilai  $\cos \phi=1$  karena lampu pijar merupakan beban dengan tahanan ohm murni. Pada Tabel 4, saat level persentase *dimmer* diatur pada level 50% maka dapat dihitung besarnya daya aktif ke beban (lampu) dengan persamaan berikut :

Diketahui :  $V = 160$  volt  
 $I = 0.21$  ampere  
 $\cos \phi = 1$   
 Maka :  $P = V \times I \times \cos \phi$   
 $= 160 \times 0.21 \times 1$   
 $= 33.6$  watt

Jadi pada saat level persentase *dimmer* diatur pada level 50% maka daya yang mengalir ke beban adalah sebesar 33,6 watt. Dengan beban lampu sebesar 60 watt, hasil pengukuran menunjukkan bahwa daya maksimum ke beban yang diubah menjadi cahaya hanya sebesar 54,72 atau sekitar 93%. Hal tersebut terjadi karena adanya rugi-rugi tegangan baik pada rangkaian maupun pada alat ukur.

**4. SIMPULAN DAN SARAN**

**4.1 Simpulan**

Dari hasil pengujian dan analisa alat Sistem Kontrol Cahaya Lampu Berbasis Mikrokontroler ATmega32 ini, dapat disimpulkan :

1. Untuk rangkaian sensor cahaya dapat menggunakan sensor LDR (*light dependent resistor*), dimana resistansi LDR saat tidak kena cahaya 75  $\Omega$  dan resistansi saat LDR terkena cahaya 1,05 M $\Omega$
2. Pendeteksian aktifitas di dalam ruangan dapat menggunakan sensor PIR (*passive infrared*) dengan pendeteksian jarak maksimal sejauh 6 meter dengan posisi sejajar sensor,

3. Saat level persentase *dimmer* diatur pada level 50% maka daya yang mengalir ke beban adalah sebesar 33,6 watt, dan sebesar 54,72 watt pada level 100%.

#### 4.2 Saran

Sistem Kontrol Cahaya Lampu Berbasis Mikrokontroler ATmega32 ini masih memiliki kekurangan, untuk itu penulis mengajukan saran sebagai berikut :

1. Perlu pengembangan pada sistem pengaturan cahaya penerangan dengan menambahkan pengaturan set point.
2. Nantinya sistem kontrol ini dikembangkan sebagai pengatur beban lainnya seperti mengatur kecepatan motor.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ardika.I.K.2013. ”Perancangan Sistem Kendali Mobile Robot Jarak Jauh Menggunakan Wireless X-Bee Pro Series 1 60 mW Berbasis Mikrokontroler ATmega32”.(Skripsi) Bali : Program Sarjana Universitas Udayana.
- [2]. Wahyudin,D. 2006. *Belajar Mudah Mikrokontroler AT89S52 Dengan Bahasa Basic Menggunakan BASCOM-8051*, Yogyakarta: ANDI
- [3]. Wibawanto, H. 2008. *Elektronika Dasar: Pengenalan Praktis*, Jakarta: Elex Media Koputindo
- [4]. <http://zoniaelektro.net/aplikasi-triac-untuk-rangkaian-dimmer-lampu-ac-220v/> (Accessed: 30 Juni 2015)
- [5]. <https://id.m.wikipedia.org/wiki/zero-crossing> (Accessed: 30 Juni 2015)
- [6]. <http://teknikelektronika.com/pengertian-optocoupler-fungsi-prinsip-kerja-optocoupler/> (Accessed: 12 Juli 2015)
- [7]. [http://elektronika\\_dasar.web.id/komponen/definisi-dan-prinsip-kerja-triac/](http://elektronika_dasar.web.id/komponen/definisi-dan-prinsip-kerja-triac/) (Accessed: 12 Juli 2015).
- [8]. <http://www.musbikhin.com/sensor-pir-kc7783r>. (Accessed: 12 Juli 2015).