LED-based Smart Lamp with Multi Sensor

Lampu Pintar Berbasis LED dengan Multi Sensor

Ade Ramdan *, Dicky Rianto Prajitno, Herlan, Elli A. Gojali

Pusat Penelitian Informatika
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jln Cisitu 21/154 D, Bandung 40135
Indonesia

Abstract

In this paper, we propose a LED-based smart lamp prototype that integrated with sensor. The smart lamp use information of people and lighting confirmation, to turn on or turn off the lamp automatically. In addition, the sensor calculates and balances flash and ambient light exposure to decrease the light, so that can make energy efficiently in use. PIR (Passive Infrared Receiver) and Ultrasonic sensor is preferred to detect people condition in one place and LDR (Light Dependent Resistant) is preferred to detect intensity of light. In experimental system of smart lamp obtain good condition where the average of illuminance 257,6 lux. The smart lamp can detect large and small movements caused by human beings and can provide a constant room lighting.

keywords: Smart lamp, Presence detection, Ultrasonic

Abstrak

Pada tulisan ini, sebuah lampu pintar berbasis LED berbasis integrasi sensor deteksi keberadaan dan sensor deteksi cahaya diusulkan. Sensor digunakan untuk menyalakan atau memadamkan lampu secara otomatis berdasarkan keberadaan orang disekitarnya. Selain itu, lampu pintar juga dapat mengatur tingkat pencahayaan yang dibutuhkan dengan memperhatikan cahaya ambien untuk mencegah terjadinya pencahayaan yang berlebih guna menghindari energi yang terbuang sia-sia. Deteksi keberadaan menggunakan penggabungan dua buah sensor yaitu PIR (*Passive Infrared Receiver*) dan Ultrasonik, sedangkan deteksi cahaya menggunakan sensor LDR (*Light Dependent Resistant*). Hasil pengujian mendapatkan sistem lampu penerangan bekerja dengan baik dan dapat memberikan pencahayaan sebesar 257,6 lux. Lampu Pintar tersebut sudah dapat mendeteksi gerakan besar dan kecil yang ditimbulkan oleh manusia dan dapat memberikan pencahayaan ruangan yang konstan.

kata kunci: Lampu pintar, Deteksi keberadaan, Ultrasonik

1. PENDAHULUAN

Sekarang ini banyak orang yang membuat lampu penerangan yang dapat mengatur cahaya lampu secara otomatis. Lampu penerangan tersebut dilengkapi dengan sensor-sensor dan alat kontrol dengan tujuan sebagai langkah dalam mencapai efisiensi [1]. Sensor-sensor yang digunakan pada lampu tersebut adalah sensor deteksi keberadaan dan sensor deteksi cahaya. Kedua sensor tersebut berfungsi untuk menyalakan/memadamkan lampu secara otomatis berdasarkan keberadaan orang (*auto switch*) dan untuk mengatur tingkat iluminasi dalam ruangan sesuai kebutuhan (*auto illumination*). Pengaturan intensitas cahaya lampu berdasarkan cahaya ambien dengan memperhatikan kontribusi pencahayaan dari luar seperti pencahayaan matahari. Adanya *auto switch* dan *auto illumination* tersebut dapat menghindari terjadinya pemborosan dalam penggunaan energi pada sistem penerangan [2]. Seperti halnya pada tulisan *Smart Lighting and Control using MSP430 & Power Line Communication* yang dibuat oleh Sanjay Belgaonkar, dkk [3] dan *Smart Lighting in Multipurpose Outdoor Environments: Energy Efficient Solution using Network of Cooperating Objects* yang dibuat oleh Anna Florea, dkk [4], dimana keduanya sama-sama membuat sebuah alat *smart lighting* yaitu teknologi pencahayaan yang menggunakan kontrol otomatis untuk mengontrol cahaya berdasarkan keberadaan, cahaya siang hari, dan lain-lain [3]. Sensor keberadaan yang digunakan masih menggunakan sensor PIR, dimana

*Corresponding Author. Tel: +6222-2504711
Email: ade.ramdan@lipi.go.id
Received: 22 Jul 2013; revised: 10 Aug 2013; accepted: 6 Sep 2013
Published online: 30 Nov 2013
© 2013 INKOM 2013/14-NO250

sensor PIR yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia berdasarkan gerakan tersebut masih memiliki tingkat kesalahan pada kasus gerakan kecil [5]. Selain itu lampu, sensor dan alat kontrol terpisah satu sama lainnya, sehingga dalam pemasangannya diperlukan instalasi khusus oleh orang yang memiliki keahlian khusus pula.

Lampu penerangan yang diajukan pada tulisan ini, merupakan lampu pintar berbasis LED yang memiliki fungsi yang sama seperti produk yang sudah ada. Akan tetapi, ada perbedaan dari sisi sensor keberadaan dan bentuk produk jadi. Sensor keberadaan yang digunakan pada lampu pintar ini terdiri dari dua buah sensor yaitu sensor PIR dan sensor Ultrasonik yang digabung menjadi sensor keberadaan atau dikenal dengan sensor hunian (*occupancy sensor*). Tujuan dari penggabungan kedua sensor tersebut untuk saling melengkapi kelebihan dan saling mengurangi kekurangan dari kedua sensor tersebut sehingga dapat mencegah terjadinya pemicu palsu (*False Triggers*) [6]. Perbedaan dari sisi bentuk produk adalah lampu pintar ini dibuat seperti lampu penerangan biasa yang menggunakan standar soket E27, sehingga menjadi sebuah lampu pintar (*smart lamp*) yang mudah dalam penggunaan atau pemasangannya seperti lampu pijar biasa. Dengan adanya kemudahan tersebut diharapkan lebih banyak lagi masyarakat yang berperan serta dalam pengefisiensian energi listrik yang digunakan untuk penerangan.

Tulisan ini terdiri dari beberapa bagian. Bagian 2 menjelaskan tentang LED dan multi sensor yaitu sensor PIR, Ultrasonik dan LDR. Metodologi penelitian disajikan pada bagian 3, kemudian pada bagian 4 dibahas mengenai hasil dari pengujian alat yang dibuat. Tulisan ini diakhiri dengan kesimpulan pada bagian 5.

2. LED DAN MULTI SENSOR

Lampu Pintar Berbasis LED dengan Multi Sensor adalah sebuah alat lampu penerangan yang menggunakan LED (*Light Emitting Diode*) sebagai sumber cahaya penerangan dan multi sensor sebagai *auto switch* dan *auto illumination*. LED dan multi sensor tersebut terintegrasi menjadi satu produk lampu penerangan yang pintar dalam memberikan pencahayaan sesuai dengan kebutuhan secara otomatis berdasarkan keadaan cahaya ambien dan aktivitas disekitarnya.

Penggunaan LED sebagai sumber cahaya penerangan, karena LED merupakan lampu hemat energi yang memiliki kelebihan dibandingkan dengan lampu konvensional lainnya selain umurnya panjang yaitu 50.000 jam juga lebih hemat dibandingkan dengan lampu pinjar dan lampu swabalast. Selain itu, lampu LED juga ramah lingkungan karena lampu LED tidak mengandung merkuri dan menghasilkan emisi CO2 yang lebih rendah bila dibandingkan lampu lampu konvesional lainnya [7].

Multi sensor yang digunakan pada lampu pintar ini adalah sensor PIR, sensor Ultrasonik, dan sensor LDR. Sensor PIR (*Passive Infrared Receiver*) merupakan sebuah sensor berbasiskan infrared. Sesuai dengan namanya *Passive*, sensor ini hanya merespon energi dari pancaran sinar inframerah pasif yang dimiliki oleh setiap benda yang terdeteksi olehnya, yaitu biasanya adalah tubuh manusia [8]. PIR dirancang khusus untuk deteksi manusia karena sensor ini peka terhadap panjang gelombang panas manusia (8-14 m). PIR terdiri dari dua sensor inframerah, sehingga sensor mendeteksi perubahan suhu manusia dan suhu lingkungan ketika manusia melakukan gerakan [9].

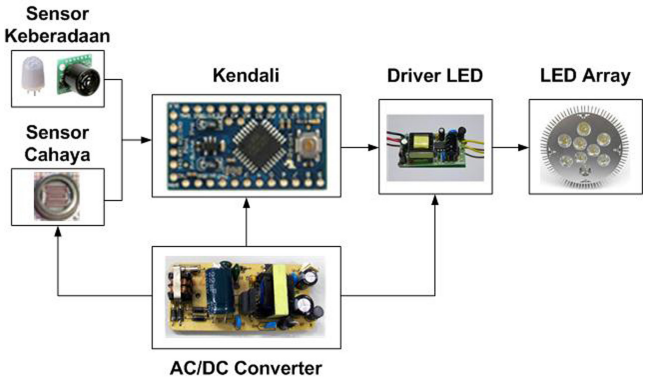
Sensor ultrasonik merupakan akustik Doppler sensor [10], yang dapat memancarkan gelombang akustik terhadap benda-benda dan menerima respon yang dipantulkan dari objek. Prinsip operasi didasarkan pada pengukuran waktu pantulan (Tf), yaitu waktu yang diperlukan untuk gelombang ultrasonik yaitu 40 KHz untuk perjalanan dari pemancar ke penerima setelah terpantul dari target [11]. Sekarang ini, sensor ultrasonik termasuk komponen yang murah dan berdaya rendah [12].

Sensor PIR dan sensor Ultrasonik digunakan sebagai sensor keberadaan yang berfungsi untuk menyalakan dan memadamkan lampu secara otomatis berdasarkan keberadaan orang atau aktivitas disekitarnya. Penggabungan kedua sensor tersebut bertujuan untuk saling melengkapi kelebihan dan saling mengurangi kekurangan dari kedua sensor tersebut sehingga dapat mencegah terjadinya *False Off* dan *False ON*. *False Off* adalah kelemahan dari sensor PIR dimana sensor PIR akan off ketika masih ada manusia disekitar area deteksi, sedangkan *False ON* adalah kelemahan dari sensor Ultrasonik dimana sensor Ultrasonik akan on ketika ada gerakan yang bukan berasal dari gerakan manusia.

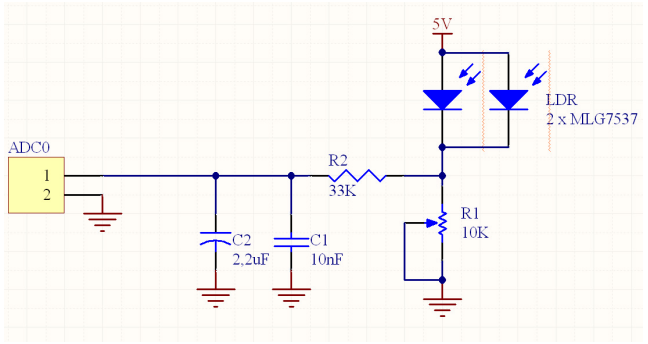
Sensor LDR (*Light Dependent Resistant*) merupakan sensor cahaya yang digunakan untuk mengatur tingkat pencahayaan (intensitas cahaya) yang dibutuhkan secara otomatis (*auto illumination*) dengan memperhatikan cahaya ambien atau cahaya disekitar lampu yang mendapat kontribusi cahaya lainnya dari luar, seperti cahaya matahari, lampu disekitarnya, dan lain-lain, sehingga tidak ada energi yang terbuang sia-sia.

3. LAMPU PINTAR YANG DIUSULKAN

Pada pembuatan Lampu Pintar Berbasis LED dengan Multi Sensor ini, metodologi dibagi menjadi dua tahapan yaitu tahapan pembuatan perangkat keras (*hardware*), dimana pada tahapan ini dibuat beberapa rangkaian elektronika dan mekanik dari Lampu Pintar Berbasis LED. Tahapan selanjutnya adalah pembuatan perangkat lunak (*software*) meliputi pembuatan program.



Gambar 1. Blok Diagram Lampu Pintar Berbasis LED dengan Multi Sensor

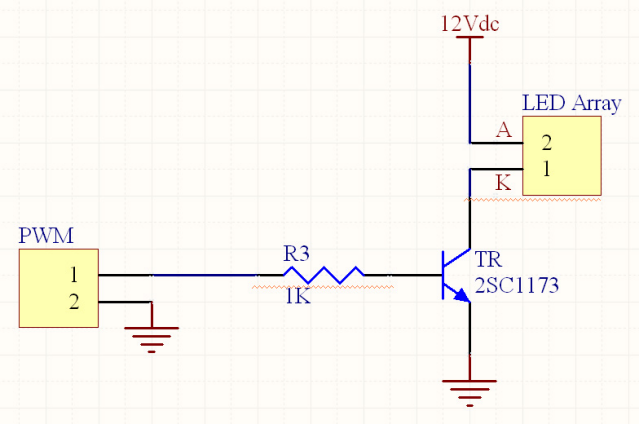


Gambar 2. Rangkaian Sensor Cahaya

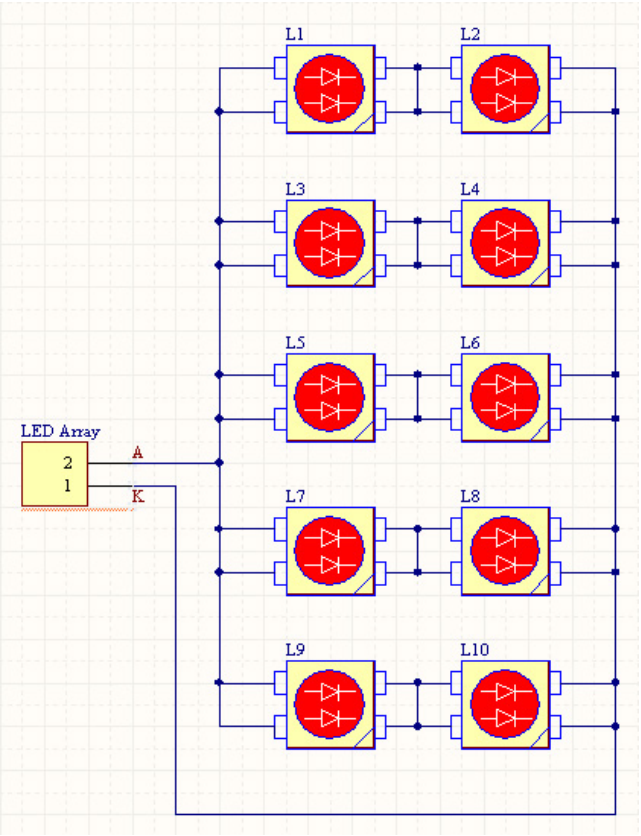
3.1 Perangkat Keras

Adapun blok diagram dari sistem Lampu Pintar Berbasis LED dengan Multi Sensor dapat dilihat pada Gambar 1. Pembuatan perangkat keras untuk lampu pintar meliputi :

(1) Pembuatan pada bagian elektronika untuk Lampu Pintar Berbasis LED dengan Multi Sensor terdiri dari :
   (a) Sensor Keberadaan untuk mendeteksi keberadaan manusia atau aktivitas di sekitar lampu yang berfungsi sebagai *auto switch* pada lampu. Sensor keberadaan yang digunakan adalah sensor PIR type AMN31112 buatan Panasonic dan Ultrasonik type MB 1360 buatan Maxbotix.
   (b) Sensor Cahaya untuk mengukur cahaya ambien yang berfungsi sebagai *auto illumination*. Sensor Cahaya tersebut menggunakan sensor LDR seperti pada Gambar 2.
   (c) Kendali mikrokontroler AVR ATMega328 yang berfungsi sebagai pengontrol sistem penerangan. Kendali menggunakan modul Arduino Pro Mini.



Gambar 3. Rangkaian *Driver LED*



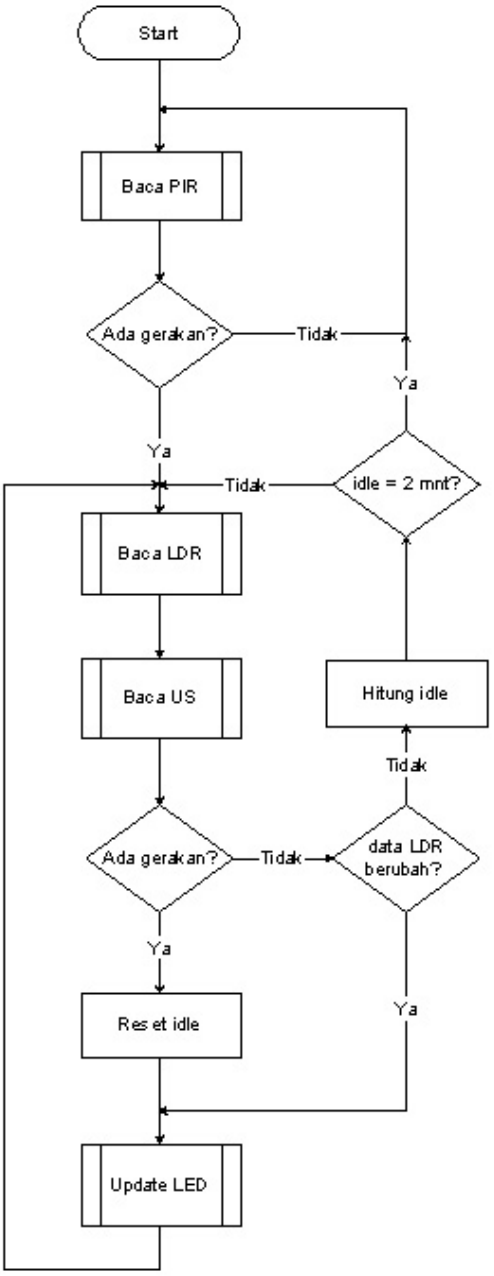
Gambar 4. *LED Array* Sebagai Sumber Cahaya Buatan

(d) *Driver LED*, untuk mengatur tegangan dc yang diperlukan oleh lampu LED. Driver LED dengan menggunakan transistor type 2SC1173, seperti pada Gambar 3.
(e) *LED Array*, merupakan sumber cahaya buatan yang terdiri dari 10 buah *Power SMD LED* yang terhubung seri-paralel seperti yang terlihat pada Gambar 4.
(f) *AC/DC Converter*, merupakan rangkaian elektronika yang berfungsi untuk mengubah tegangan ac 220 volt menjadi tegangan dc 12 volt dan 5 volt.

Bagian-bagian tersebut di atas merupakan modul-modul yang terintegrasi menjadi sebuah Lampu Pintar. Cara kerja dari lampu tersebut adalah dengan memantau aktifitas manusia disekitar lampu oleh sensor keberadaan. Apabila sensor keberadaan mendeteksi aktifitas manusia, maka bagian kendali akan menyalakan lampu dan sensor cahaya akan memantau pencahayaan di sekitar lampu. Jika hasil deteksi sensor cahaya mendapatkan nilai pencahayaan ambien kurang dari nilai pencahayaan yang sudah ditentukan sebelumnya, maka bagian kendali akan mengatur *driver LED* untuk menaikan pencahayaan dari *LED Array* sampai nilai pencahayaannya sama dengan nilai pencahayaan yang sudah ditentukan. Dengan begitu, maka lampu penerangan ini dapat memberikan cahaya penerangan secara otomatis berdasarkan aktifitas dan cahaya ambien lampu.

Gambar 5. Bentuk Lampu Pintar Berbasis LED dengan Multi Sensor

(2) Pembuatan mekanik Lampu Pintar Berbasis LED dengan Multi Sensor menggunakan standar soket E27 dimana semua bagian elektronika tersebut di atas terintegrasi dalam satu kesatuan lampu penerangan sehingga menjadi sebuah Lampu Pintar Berbasis LED dengan Multi Sensor. Lampu Pintar Berbasis LED mempunyai diameter 11 cm dengan panjang 15 cm dan berat 300 gr. Adapun bentuk dari Lampu Pintar terlihat seperti pada Gambar 5.

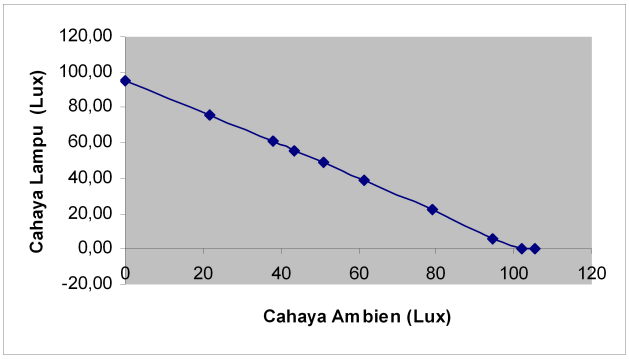


Gambar 6. Flow Chart Lampu Pintar Berbasis LED dengan Multi Sensor

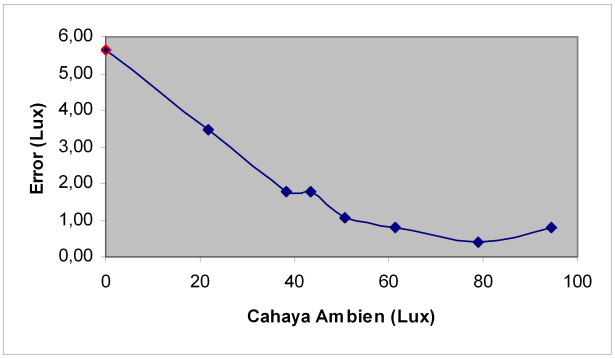
3.2 Perangkat Lunak

Algoritma Lampu Pintar Berbasis LED dengan Multi Sensor dibuat agar rangkaian pengendali yaitu mikrokontroler ATMega328 dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsi dari alat tersebut. Adapun flow chart untuk algoritma tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.

Gambar 7. Pengujian Intensitas dan Pengaturan Tingkat Pencahayaan



Gambar 8. Kontribusi Cahaya Lampu Terhadap Cahaya Ambien



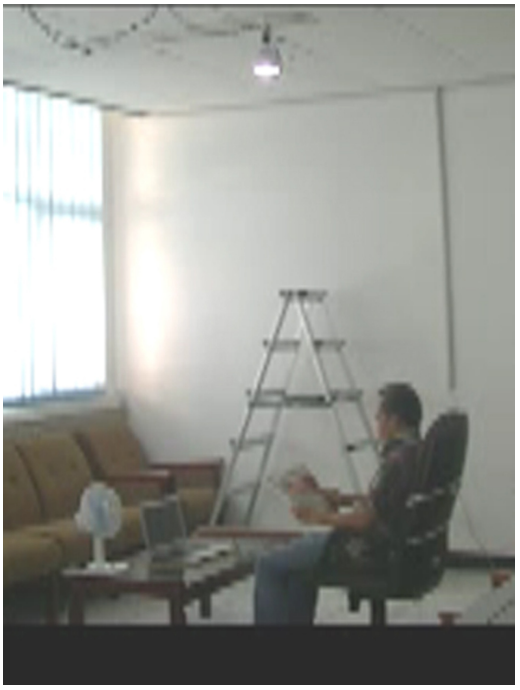
Gambar 9. Performansi Error Kontribusi Cahaya Terhadap Cahaya Ambien

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk melihat hasil dari pembuatan Lampu Pintar Berbasis LED dengan Multi Sensor tersebut sudah berfungsi dengan baik atau tidak, maka perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu. Pengujian dibagi menjadi beberapa bagian yaitu :

(1) Pengujiaan intensitas cahaya dilakukan dengan cara mengukur cahaya lampu yang dihasilkan oleh Lampu Pintar dengan menggunakan alat ukur Light Meter Lutron LX-1108 dan Watt Meter WF-DO2A, seperti terlihat pada Gambar 7. Hasil dari pengujian cahaya Lampu Pintar yang dihasilkan oleh *LED Array* adalah sebesar 257,6 lux dengan daya 6,3 watt.

(2) Pengujian pengaturan tingkat pencahayaan beserta nilai error yang dihasilkan pada cahaya Lampu Pintar dilakukan dengan cara pemberian cahaya ambien atau cahaya disekitar lampu oleh beberapa buah lampu pijar yang dapat diatur cahayanya dengan menggunakan rangkaian dimmer, seperti terlihat pada Gambar 7. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9.
Hasil pengujian pada Gambar 8, terlihat bahwa Lampu Pintar Berbasis LED dengan Multi Sensor yang dibuat dapat memberikan pencahayaan ruangan yang konstan dimana kontribusi cahaya Lampu Pintar berbanding lurus dengan cahaya ambien atau cahaya disekitar lampu. Hasil pengujian pada Gambar 9 dapat terlihat bahwa Lampu Pintar memiliki error maksimal sekitar 5,59 % atau 5,65 lux.



Gambar 10. Pengujian Sensor Keberadaan Manusia

(3) Pengujian pendeteksian keberadaan manusia seperti pada Gambar 10 merupakan pengujian terhadap sensor keberadaan yang merupakan gabungan dari sensor PIR dan sensor Ultrasonik. Pengujian dilakukan untuk membuktikan bahwa dengan penggabungan kedua sensor tersebut dapat saling melengkapi kelebihan dan saling

Tabel I. Hasil pengujian sensor keberadaan manusia

No	Kegiatan	Sensor			Keterangan
		PIR	US	PIR + US	
1	Orang Sedang Berjalan	On	On	On	Gerakan Besar
2	Orang Sedang Duduk Sambil Membaca Koran	Off	On	On	Gerakan Kecil
3	Orang Sedang Duduk Sambil Mengetik di Note Book	Off	On	On	Gerakan Kecil
4	Orang Sedang Duduk Diam	Off	On	On	Gerakan Kecil
5	Kipas Angin Bergerak	Off	On	Off	Gerakan Benda Mati
6	Kipas Angin Diam	Off	Off	Off	Gerakan Benda Mati

menutupi kekurangan dari kedua sensor sehingga dapat mencegah terjadinya *False Off* dan *False ON*. Hasil pengujian pendeteksian keberadaan manusia dapat dilihat pada Tabel I.
Melihat hasil pengujian pada Tabel I, terbukti bahwa *False Off* terjadi pada sensor PIR dimana sensor PIR tidak dapat mendeteksi gerakan kecil yang dilakukan manusia seperti hasil pengujian pada nomor 2, 3 dan 4, sedangkan *False On* terjadi pada sensor Ultrasonik dimana sensor Ultrasonik dapat mendeteksi gerakan yang bukan berasal dari gerakan manusia seperti hasil pengujian pada nomor 5. Hasil pengujian penggabungan kedua sensor yaitu sensor PIR dan sensor Ultrasonik dapat membuktikan bahwa kelemahan dari kedua sensor tersebut dapat teratasi.

(4) Pengujian jangkauan area deteksi keberadaan Lampu Pintar dilakukan dengan cara melakukan gerakan-gerakan besar dan kecil berdasarkan jarak antara keberadaan orang dengan Lampu Pintar. Hasil dari pengujian didapat Lampu Pintar dapat mendeteksi keberadaan orang pada jarak jangkauan total 600 cm.

5. KESIMPULAN

Lampu Pintar Berbasis LED dengan Multi Sensor dapat menghasilkan sumber cahaya penerangan sebesar 257,6 lux yang telah memenuhi tingkat pencahayaan minimum yang direkomendasikan untuk rumah tinggal sesuai dengan standar SNI 03 6575 2001, dan mampu memberikan pencahayaan ruangan yang konstan dengan error maksimal sekitar 5,65 lux. Penggabungan sensor PIR dan sensor Ultrasonik sebagai sensor keberadaan mampu mendeteksi gerakan kecil yang ditimbulkan oleh manusia. Produk Lampu Pintar Berbasis LED dengan Multi Sensor menggunakan standar soket E27 dapat mempermudah pengguna dalam pemasangan.

Lampu Pintar Berbasis LED dengan Multi Sensor ini masih memiliki kekurangan yaitu pancaran cahaya yang dihasilkan dari lampu masih berbentuk *spot* dimana sinar menyorot terarah dan pancaran sinarnya tidak meluas/menyebar. Sebagai pengembangan kedepannya maka Lampu Pintar ini akan menggunakan reflektor dan tutup lampu berbentuk *dome* dengan warna yang bisa menyebarkan pancaran sinar (*flood*). Selain itu, Lampu Pintar Berbasis LED dengan Multi Sensor ini dapat dikembangkan pula dengan penambahan fitur komunikasi dan *emergency lamp*, sehingga menjadi lampu pintar yang multi fungsi dan dapat berinteraksi dengan lampu sejenis atau dengan perangkat lain, dan dapat dikontrol secara *remote*.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LIPI yang telah mendanai DIPA dengan Nomor : DIPA-079-01.2.450140/2013. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada penerbit atas kesempatan mempublikasikan hasil penelitian ini, dan kepada rekan-rekan yang telah memberi bantuan dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

[1] C. G. Irianto, "Studi optimasi sistem pencahayaan ruang kuliah dengan memanfaatkan cahaya alam," *JETri*, vol. 5, no. 2, pp. 1–20, 2006.

[2] T. Keyza Novianti, Chairisni Lubis, "Perancangan prototipe sistem penerangan otomatis ruangan berjendela berdasarkan intensitas cahaya," in *Seminar Nasional Teknologi Informasi*, 2012.

[3] G. S. Sanjay Belgaonkar, E. Elavarasi, "Smart lighting and control using msp430 & power line communication," *IJCER*, vol. 2, 2012.

[4] A. Florea, A. Farahat, C. Postelnicu, J. L. M. Lastra, and F. J. A. Snchez, "Multipurpose outdoor environments: Energy efficient solution using network of cooperating objects," in *CONET/UBICITEC*, 2013.

[5] Z. L. X. Ying Wen Bai, Zong Han Li, "Enhancement of the complement of an embedded surveillance system with pir sensors and ultrasonic sensors," *Consumer Electronics (ISCE)*, 2010.

[6] W. S. Inc., "Dual technology," Technical Bulletin.

[7] BPPT, "Perencanaan efisiensi dan elastisitas energi 2012," 2012.

[8] T. G. Dinan Muftian Shofwa, Yoyo Somantri, "Rancang bangun trainer mikrokontroler berbasis sensor passive infrared reciever," *Jurnal ELECTRANS*, vol. 12, no. 1, pp. 21–28, Maret 2013.

[9] R. K. Usha Triwari and S. Subramaniyan, "A technical review on human rescue robots," *VRSD International Journal of Electrical, Electronics & Communication Engineering*, vol. 2, pp. 127–134, 2012.

[10] A. Ekimov and J. M. Sabatier, "Human detection range by active doppler and passive ultrasonic methods," *E. M. Carapezza, Ed.*, vol. 6943, no. 1, 2008.

[11] A. Naik and M. S. Panse, "Modeling of ultrasonic sensor for range measurement for visually impaired," *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, vol. 2, April 2012.

[12] M. H.-J. Po-Sen Huang, Thyagaraju Damarla, "Multi-sensory features for personnel detection at border crossing," in *Proceedings of the 14th International Conference on Information Fusion*, 2011.