

PENERAPAN SENSOR LDR DAN SENSOR PIR PADA PROTOTYPE PENERANGAN LAMPU RUMAH

Tony Darmanto¹, Antonius², Teddy Sutrisno³

¹²³Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Widya Dharma Pontianak
e-mail: ¹tony.darmanto@yahoo.com, ²antoniusok@yahoo.com, ³teddysutrisno007@yahoo.com,

Abstract

In daily life, human need light as lighting to do many activities, especially as night. Therefore, the author is interest to make an automated lighting application to help human in turning on and turning off the light. The application is made by using two sensors, those are LDR sensor and PIR sensor. The light bulb that is connected to LDR sensor will turning on when the sensor detects no light and will turning off when the sensor detects light. The light bulb that is connected to PIR sensor will turning on when the sensor detects motion and will turning off when the sensor detects no motion.

Keywords : Microcontroller, LDR, PIR, Arduino, Lighting.

Abstrak

Dalam kehidupan sehari-hari, manusia membutuhkan lampu sebagai penerangan untuk melakukan berbagai kegiatan, terutama pada malam hari. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk membuat suatu aplikasi penerangan lampu rumah secara otomatis untuk membantu manusia dalam menghidupkan dan mematikan lampu. Aplikasi tersebut dirancang dengan menggunakan dua buah sensor, yaitu sensor LDR dan sensor PIR. Lampu yang dihubungkan dengan sensor LDR akan menyala ketika sensor tidak mendeteksi cahaya dan akan dipadamkan ketika sensor mendeteksi cahaya. Lampu yang dihubungkan dengan sensor PIR akan menyala ketika sensor mendeteksi gerakan dan akan dipadamkan pada jangka waktu tertentu.

Kata Kunci : Mikrokontroler, LDR, PIR, Arduino, Penerangan.

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini, teknologi berkembang sangat pesat. Perkembangan teknologi yang digunakan semakin canggih dan memudahkan masyarakat dalam menggunakan teknologi tersebut. Dengan semakin berkembangnya teknologi, menunjukkan pentingnya kepraktisan dan efisiensi dalam berbagai bidang kehidupan manusia.

Salah satu bidang yang menggunakan kecanggihan teknologi adalah saklar lampu otomatis. Pengendalian suatu saklar lampu kebanyakan masih dilakukan secara manual dengan menekan tombol saklar *on* atau *off*. Seiring terus berkembangnya teknologi dan gaya hidup manusia, pengendalian saklar lampu tidak hanya dapat dilakukan secara manual yang mengharuskan menekan tombol saklar *on* atau *off* untuk mengaktifkannya tetapi dapat juga dilakukan secara otomatis.

Dalam kehidupan sehari-hari, manusia membutuhkan sumber cahaya untuk melakukan berbagai macam aktivitas. Jika di siang hari, manusia mendapatkan sumber cahaya dari matahari, maka di malam hari manusia mendapatkan sumber cahaya dari lampu. Lampu merupakan sebuah perangkat elektronik yang mengubah energi listrik menjadi energi cahaya. Untuk menyalakan lampu, harus menyalakan dan mematikan secara manual dengan menekan tombol saklar *on* atau *off*. Bagi sebagian orang, hal tersebut bukanlah suatu masalah. Namun bagi sebagian orang yang memiliki aktivitas yang sibuk di luar rumah, maka menyalakan dan mematikan lampu secara manual menjadi suatu masalah.

Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan menggunakan suatu sistem penerangan dalam suatu ruangan yang akan menyala secara otomatis apabila terdapat pergerakan manusia dalam ruangan tersebut, dan akan padam dengan secara otomatis bila manusia tersebut keluar dari ruangan. Penerangan pada ruangan luar yang berhubungan langsung dengan sumber cahaya akan menyala secara otomatis jika tidak mendapatkan sumber cahaya dan akan padam jika mendapatkan sumber cahaya kembali. Dengan kata lain, penerapan teknologi pada sensor tersebut akan diaplikasikan sebagai saklar otomatis. Dengan adanya perancangan aplikasi penerangan rumah secara otomatis, maka akan dapat menghemat sumber daya, waktu, dan biaya.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Rancangan dan Metodologi Penelitian

2.1.1 Rancangan Penelitian

Penulis menggunakan desain penelitian hubungan kausal (eksperimental) yaitu melakukan percobaan dan

pengujian terhadap aplikasi yang akan diimplementasikan. Penulis merancang arsitektur program, algoritma, dan diwujudkan menjadi suatu aplikasi penerangan lampu rumah terotomatisasi yang sesuai dengan tujuan penelitian, serta melakukan pengujian terhadap aplikasi atas efektifitas hasil rancangan untuk memperoleh suatu kesimpulan. Penulis mempelajari literatur-literatur yang berhubungan dengan materi aplikasi penerangan lampu rumah secara otomatis.

2.1.2 Metode Pengumpulan, Pengolahan, dan Penyajian Data

2.1.2.1 Studi Literatur

Metode literatur yang dilakukan adalah dengan membaca sejumlah literatur buku yang berhubungan dengan objek penelitian yang akan digunakan dalam penulisan penelitian.

2.1.2.2 Observasi

Penulis mengamati permasalahan yang sering terjadi dalam proses pengaplikasian sistem penerangan lampu rumah secara manual. Penulis mengamati hal-hal yang diinginkan pengguna dalam proses pengaplikasian sistem penerangan lampu rumah secara otomatis.

2.1.3 Teknik Analisis Sistem

Teknik analisis data yang digunakan di dalam penelitian adalah teknik berorientasi objek dengan menggunakan alat pemodelan *Unified Modelling Language* (UML). UML bertujuan untuk membantu perancangan aplikasi *prototype* penerangan lampu rumah secara otomatis berbasis mikrokontroler. UML berisi kegiatan-kegiatan yang dapat dilakukan oleh pengguna dalam menggunakan aplikasi penerangan lampu rumah secara otomatis.

2.1.4 Teknik Perancangan Sistem

Teknik yang digunakan penulis dalam pengaplikasian sistem penerangan lampu rumah secara otomatis adalah dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, sensor *Light Dependent Resistor* (LDR), sensor *Passive Infra Red* (PIR), dan *software* Arduino IDE 1. 6. 7.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Data

Di komputer, secara kasar dapat dikatakan bahwa data dapat berupa angka-angka, huruf-huruf, dan gambar-gambar, atau simbol-simbol apapun yang dapat dimasukkan (*input*) ke komputer dan dikeluarkan (*output*) dari komputer. ^[1] Data adalah kumpulan kejadian yang diangkat dari suatu kenyataan. Data dapat berupa angka-angka, huruf-huruf, atau simbol-simbol khusus atau gabungan darinya. ^[2]

2.2.2 Informasi

Informasi (*information*) adalah hasil dari kegiatan pengolahan data yang memberikan bentuk yang lebih berarti dari suatu kejadian. ^[1] Informasi adalah data yang sudah diolah menjadi sebuah bentuk yang berarti bagi pengguna, yang bermanfaat dalam pengambilan keputusan saat ini atau mendukung sumber informasi. Data belum memiliki nilai, sedangkan informasi sudah. ^[2]

2.2.3 Komputer

Komputer adalah alat elektronik yang memiliki kemampuan untuk menerima input data, mengolah data, memberikan informasi, menggunakan suatu program yang tersimpan di memori komputer (*stored program*), dapat menyimpan program dan hasil pengolahan, dan bekerja secara otomatis. ^[1] Komputer adalah mesin serba guna yang dapat dikontrol oleh program, digunakan untuk mengolah data menjadi informasi. ^[3]

2.2.4 Teknologi Informasi

Teknologi informasi adalah sarana dan prasarana (*hardware, software, useware*) sistem dan metode untuk memperoleh, mengirimkan, mengolah, menafsirkan, menyimpan, mengorganisasikan, dan menggunakan data secara bermakna. ^[4] Teknologi informasi adalah suatu teknologi yang digunakan untuk mengolah data. ^[5]

2.2.5 Desain (*Input*)

Desain *input* dirancang sebagai tampilan antarmuka dimana pengguna bisa memasukkan *input* baik berupa data melalui *keyboard* maupun perangkat lain. ^[6] Desain *input* menyajikan tujuan penting untuk menangkap dan mengubah data ke dalam format yang sesuai pada komputer. ^[7]

2.2.6 Perancangan (*Output*)

Perancangan *output* merupakan suatu hal yang cukup penting, karena digunakan untuk menjawab kebutuhan pemakai untuk bentuk-bentuk informasi yang diinginkan. ^[8] Perancangan *output* merupakan perancangan yang berkaitan dengan informasi hasil pengolahan data. ^[9]

2.2.7 Sistem Kontrol

The control system is that means by which any quantity of interest in a machine, mechanism or other equipment is maintained or altered in accordance with a desired manner.” (Sistem kontrol adalah sebuah kuantitas yang penting dalam mesin, mekanisme atau perlengkapan lainnya dipelihara atau diubah sesuai dengan cara yang diinginkan.) ^[10] A control system is an arrangements of physical components connected or related in such manner as to command, direct, or regulate itself or other system.” (Sistem kontrol adalah susunan dari komponen fisik yang terhubung atau terkait sedemikian rupa yang dapat memerintah, mengarahkan, atau mengatur diri sendiri atau sistem lain.) ^[11]

2.2.8 Prototype

Prototipe adalah model produk yang mewakili hasil produksi yang sebenarnya. ^[12] *Prototype* didefinisikan satu versi dari sebuah sistem potensial yang memberikan ide bagi para pengembang dan calon pengguna,

bagaimana sistem akan berfungsi dalam bentuk yang telah selesai. ^[13]

2.2.9 Elektronika

Electronics is the field of science that uses electrical principles to perform other useful functions.” (Elektronika merupakan bidang ilmu pengetahuan yang menggunakan prinsip-prinsip kelistrikan untuk melakukan fungsi yang berguna lainnya.) ^[14] Elektronika adalah cabang ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan pengkajian dan perancangan piranti alat pengendali, komunikasi, dan komputer yang bekerja akibat adanya gerakan elektron dalam suatu rangkaian elektronik. ^[15]

2.2.10 Mikrokontroler

Untuk jenis mikroprosesor yang telah memiliki piranti lengkap seperti internal, adc (*analog to digital converter*), perangkat *input output (I/O)* dalam satu paket IC, biasanya lebih dikenal dengan sebutan mikrokontroler. ^[16] Oleh karena itu, dikembangkanlah *chip* yang di dalamnya sudah terdapat mikroprosesor, I/O pendukung, memori, dan ADC yang dikenal dengan istilah mikrokontroler. ^[17]

2.2.11 Hardware Arduino

The arduino board is a small microcontroller board, which is a small circuit (the board) that contains a while computer on a small chip (the microcontroller). (Papan Arduino adalah sebuah papan mikrokontroler kecil yang terdiri rangkaian kecil (papan tersebut) yang terdiri dari sebuah komputer dalam chip kecil (mikrokontroler).) ^[18] Microcontroller comes from a company called Atmel and the chip is known as an AVR. It is slow in modern terms, running at only 16 Mhz with an 8-bit core, and has a very limited amount of available memory, with 32 kilobytes of storages and 2 kilobytes of random access memory. (Mikrokontroler datang dari perusahaan yang disebut Atmel dan chipnya dikenal dengan AVR. Dalam dunia modern ini dikatakan lambat bekerja hanya dalam 16 Mhz, dengan inti 8-bit, yang mempunyai memori yang sangat terbatas yaitu 32 kilobytes penyimpanan dan 2 kilobytes random access memory.) ^[19]

2.2.12 Unified Modeling Language (UML)

Unified Modeling Language (UML) adalah sebuah “bahasa” yang telah menjadi standar dalam industri untuk visualisasi, merancang dan mendokumentasi sistem piranti lunak. ^[20]

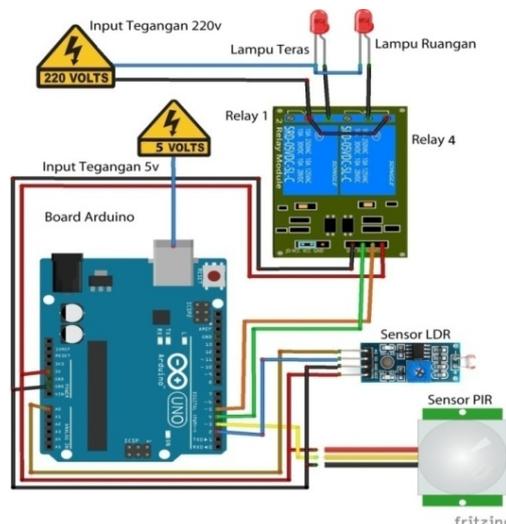
2.2.12 Software (IDE Arduino)

The Arduino software is a type of an Integrated Development Environment (IDE). This is a tool that is common in software development and allows you to write, test, and upload programs.” (Software Arduino adalah jenis Integrated Development Environment (IDE). Ini adalah alat yang umum dalam pengembangan software yang memungkinkan anda untuk menulis, menguji, dan upload program). ^[21] The Arduino software is reffered to an integrated development environment (IDE). This is the programming software that is used to upload code to the Arduino micro-contoller.” (Perangkat lunak Arduino disebut sebagai lingkungan pengembangan terintegrasi IDE). Ini adalah perangkat lunak pemrograman yang digunakan untuk mengupload kode ke mikrokontroler Arduino. ^[22]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Gambaran Rangkaian Sistem Penerangan Lampu Rumah Otomatis

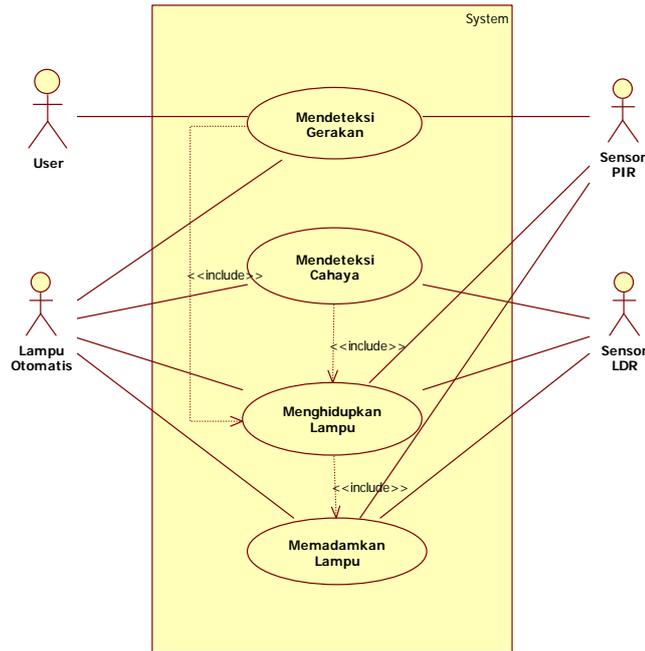
Berdasarkan pada gambar di bawah, pertama dimulai dari *board* Arduino yang terdiri dari *input* tegangan 12 volt yang dapat disebut dengan sumber penghubung dengan listrik, *GND* dan 5 volt atau *VCC* yang dihubungkan ke *relay* dengan kabel warna hitam dan merah yang diilustrasikan pada gambar, hal yang sama juga terjadi pada sensor LDR, sensor PIR, *relay* 1, serta *relay* 4. Kemudian masing-masing pin di *board* Arduino yang disesuaikan dengan fungsinya masing-masing yaitu pin 4 dan pin 5 untuk *relay* 1 dan *relay* 4, pin 2 untuk sensor LDR dan pin 3 untuk sensor PIR.



Gambar 1. Rangkaian Sistem Penerangan Lampu Rumah Otomatis

3.2 Gambaran Umum Rancangan Perangkat Lunak melalui Unified Modelling Language (UML)

3.2.1 Diagram Use Case Sistem Penyalan Lampu Otomatis

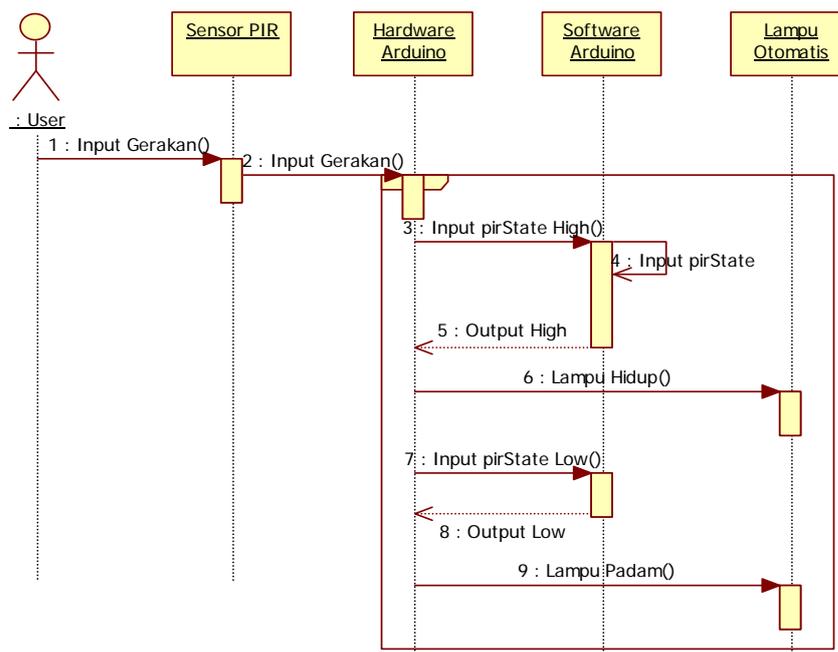


Gambar 2. Use Case Sistem Penyalan Lampu Otomatis

Berdasarkan diagram *use case* di atas, sistem penyalan lampu secara otomatis, penulis menjelaskan interaksi antara *user*, kedua sensor PIR, sensor LDR dan lampu otomatis sebagai perangkat yang mencakup seluruh *input*, proses, dan *output*. Perangkat lampu otomatis terdiri atas *board* Arduino sebagai kontrol terpusat yang mengelola semua rangkaian *input* dan *output*, sensor PIR, sensor LDR, rangkaian lampu dan rangkaian *relay*.

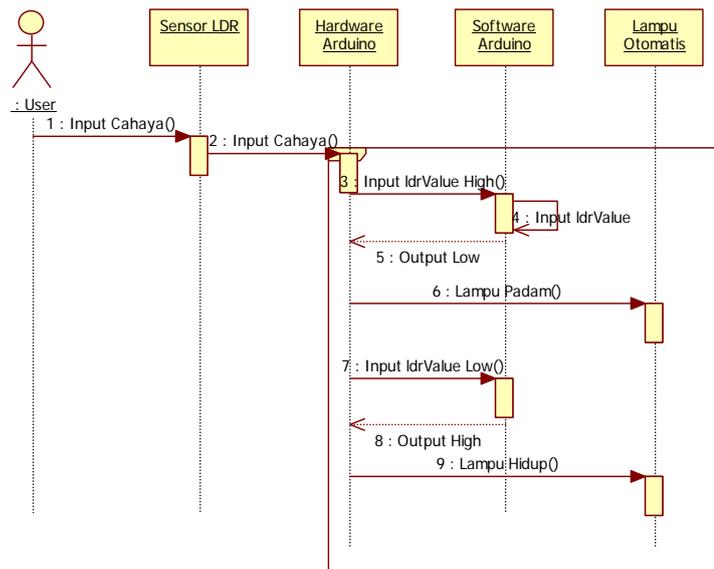
3.2.2 Diagram Sekuensial Mendeteksi Gerakan

Berdasarkan diagram *sequence* pada gambar 3, sensor PIR mendeteksi gerakan yang dilakukan oleh objek, yaitu manusia. Input gerakan tersebut dimasukkan ke hardware Arduino yang kemudian akan diolah dan dikirimkan kembali ke software Arduino. Apabila input yang didapatkan adalah high, maka lampu akan dinyalakan. Apabila input yang didapatkan adalah low, maka lampu akan dipadamkan.



Gambar 3. Diagram Sekuensial Mendeteksi Gerakan

3.2.3 Diagram Sekuensial Mendeteksi Cahaya



Gambar 4. Diagram Sekuensial Mendeteksi Cahaya

Berdasarkan diagram sequence pada gambar 4, sensor LDR mendeteksi intensitas cahaya yang didapatkan. Input cahaya tersebut dimasukkan ke hardware Arduino yang kemudian akan diolah dan dikirimkan kembali ke software Arduino. Apabila input yang didapatkan adalah high, maka lampu akan dinyalakan. Apabila input yang didapatkan adalah low, maka lampu akan dipadamkan.

3.3 Sintaks Program Secara Keseluruhan

3.3.1 Sintaks Program Secara Keseluruhan

```

keseluruhan | Arduino 1.6.7
File Edit Sketch Tools Help
-----
keseluruhan
#define LDR 2
#define RELAY1 4
#define PIR 3
#define RELAY4 5

int pirState = 0;
int ldrValue = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(LDR, INPUT);
  pinMode(RELAY1, OUTPUT);
  pinMode(PIR, INPUT);
  pinMode(RELAY4, OUTPUT);
  digitalWrite(RELAY4, HIGH);
}

void loop() {
  ldrValue = analogRead(LDR);
  Serial.print("Analog Value (0 to 1023)");
  Serial.println(ldrValue);

  pirState = digitalRead(PIR);
  if (pirState == HIGH) {
    digitalWrite(RELAY4, LOW);
    delay(40000);
  }
  else if (pirState == LOW) {
    digitalWrite(RELAY4, HIGH);
  }

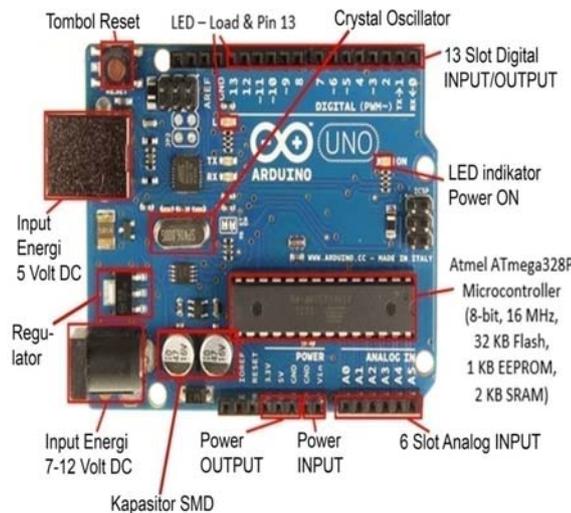
  ldrValue = digitalRead(LDR);
  if (ldrValue == LOW) {
    digitalWrite(RELAY1, HIGH);
  }
  else {
    digitalWrite(RELAY1, LOW);
  }
  delay(500);
}
Done uploading
    
```

Gambar 5. Sintaks Program Secara Keseluruhan

Gambar 5 adalah gambar keseluruhan gabungan antara koding sensor PIR dan sensor LDR untuk mengontrol *relay* bekerja sesuai dengan koding masing-masing sensor. Pada pendeklarasian variabel menggunakan *#define* yang berfungsi mendefinisikan atau memberikan pernyataan pada suatu perintah dalam koding program. Fungsi *define* disini tidak diperlukan operator sama dengan (=) untuk menghubungkan ke parameternya dan tidak perlu operator titik koma (;) untuk mengakhiri sintaksnya. Kemudian dideklarasikan variable *int* sebagai suatu nilai dan diset nilai 0, yang digunakan untuk menentukan nilai awal yang terbaca adalah 0 atau *LOW*.

3.3.2 Keterangan Board ArduinoUnoR3

- a. Tombol reset atau *tac switch* berfungsi untuk mereset program.
- b. *LED – Load & Pin 13* berfungsi untuk mendeteksi aktifnya ke 13 colokan *pin digital*.
- c. *Crystal Oscillator* berfungsi untuk menghasilkan denyut atau detak pada komponen elektronika yang membutuhkan detak *clock*.
- d. *13 Slot Digital INPUT/OUTPUT* berfungsi untuk tempat colokan kabel untuk proses *INPUT/OUTPUT* pada *pin digital*.
- e. *LED indikator power ON* berfungsi untuk mendeteksi *board* sedang aktif atau tidak.
- f. *Atmel Atmega328P Microcontroller* berfungsi sebagai memori atau tempat penyimpanan kode program yang akan dibuat.
- g. *6 Slot Analog INPUT* berfungsi untuk tempat colokan kabel untuk proses *INPUT* pada *pin analog*.
- h. *Power INPUT* berfungsi untuk memberikan energi atau *power* ke mikrokontroler untuk melakukan proses *input*.
- i. *Power OUTPUT* berfungsi untuk memberikan energi atau *power* ke mikrokontroler untuk melakukan proses *output*.
- j. Kapasitor SMD (*Surface Mount Device*) berfungsi untuk memberikan tegangan pada DC.
- k. *Input Energi 7-12 volt DC* berfungsi sebagai tempat untuk melakukan penginputan energi 7-12 *volt DC*.
- l. Regulator berfungsi untuk mempertahankan atau memastikan tegangan pada level tertentu secara otomatis.
- m. *Input Energi 5 Volt DC* berfungsi sebagai tempat untuk melakukan penginputan energi 5 *volt DC*.



Gambar 6. Keterangan Board ArduinoUnoR3

3.3.3 Prototype Penerangan Lampu Rumah Otomatis Tampak Depan

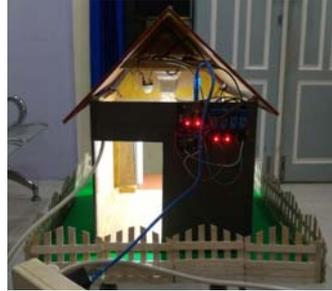
Gambar di atas adalah *prototype* penerangan lampu rumah otomatis tampak depan. Pada gambar di bawah pada kondisi kedua lampu menyala. Lampu pada ruangan luar menyala dengan kondisi sensor tidak mendeteksi adanya sumber cahaya, dan lampu pada ruangan dalam menyala dengan kondisi sensor mendeteksi adanya pergerakan dalam ruangan tersebut.



Gambar 7. Prototype Penerangan Lampu Rumah Otomatis Tampak Depan

3.3.4 Prototype Penerangan Lampu Rumah Otomatis Tampak Belakang

Gambar di bawah adalah *prototype* penerangan lampu rumah otomatis tampak belakang. Pada gambar di bawah pada kondisi kedua lampu menyala. Lampu pada ruangan luar menyala dengan kondisi sensor tidak mendeteksi adanya sumber cahaya dan *relay* 1 dalam keadaan aktif, sedangkan lampu pada ruangan dalam menyala dengan kondisi sensor mendeteksi adanya pergerakan dalam ruangan tersebut dan *relay* 4 dalam keadaan aktif.



Gambar 8. Prototype Penerangan Lampu Rumah Otomatis Tampak Belakang

3.5 Komponen

Pemilihan *board* Arduino Uno sebagai sistem utama dari perangkat yang akan dirancang oleh penulis yang telah terintegrasi dengan mikrokontroler ATmega328 yang digunakan sebagai alat untuk memproses *input* dan *output* pada perangkat lampu otomatis.

Awal perancangan alat yang digunakan penulis dalam penelitian ini terdiri dari:

- a. 1 buah *Board Arduino Uno* sebagai kontrol terpusat yang mengolah semua rangkaian *input* dari *output*.
- b. 1 buah *relay* 4 channel 5 volt.
- c. 1 buah sensor LDR sebagai sensor cahaya.
- d. 1 buah sensor PIR sebagai sensor gerak atau *motion*.
- e. 2 buah bola lampu LED 3 watt warna putih.
- f. 2 buah fitting lampu.
- g. 1 buah stekker sebagai kepala colokan kabel.
- h. 4 meter kabel ukuran 2 x 0.75 mm.
- i. 1 buah adapter 5 volt.
- j. Timah.
- k. Solder listrik.
- l. Triplek berukuran 30 x 50.
- m. Paku triplek.
- n. Paralon.
- o. Isolasi bening.
- p. Baut.
- q. Kertas Bufallo.
- r. *Stick Paddle Pop*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan implementasi pada *prototype* penerangan lampu rumah secara otomatis dan pembahasan-pembahasan yang telah dilakukan pada bab-bab sebelumnya, maka penulis dapat menarik beberapa kesimpulan, antara lain:

- a. Aplikasi *prototype* penerangan lampu rumah secara otomatis dapat menjadi suatu alternatif karena pengguna tidak perlu lagi untuk menghidupkan lampu secara manual melalui saklar lampu.
- b. Lampu yang dihubungkan dengan sensor PIR akan dinyalakan secara otomatis apabila mendeteksi adanya gerakan dan akan padam pada waktu tertentu yang telah ditetapkan oleh pengguna apabila tidak mendeteksi adanya gerakan. Lampu yang dihubungkan dengan sensor LDR akan dinyalakan secara otomatis apabila sensor tidak mendapatkan cahaya dan akan dipadamkan apabila sensor mendeteksi adanya cahaya.
- c. Bagi pengguna yang sering berada di luar rumah, aplikasi penerangan lampu rumah secara otomatis dapat membantu karena lampu dapat dipadamkan secara otomatis apabila tidak ada pergerakan di ruangan tersebut.

5. SARAN

Setelah melakukan perancangan aplikasi *prototype* penerangan lampu rumah secara otomatis, penulis menyadari bahwa aplikasi *prototype* penerangan lampu rumah yang telah dirancang belum sempurna. Penulis berharap dan menyarankan agar perancangan aplikasi *prototype* penerangan lampu rumah secara otomatis dapat

dikembangkan sehingga dapat memperbaiki kekurangan-kekurangan yang terdapat di dalamnya. Pengembangan-pengembangan yang dapat dilakukan antara lain:

- a. Menggunakan hanya sebuah sensor pada satu buah *board* agar pengguna tidak perlu menunggu *delay* pada sensor PIR untuk mengaktifkan sensor LDR. Dengan menggunakan satu buah sensor saja pada satu buah *board*, maka efektivitas sistem akan meningkat, tetapi diperlukan adanya biaya tambahan karena membutuhkan lebih dari satu board.
- b. Menggunakan lebih dari satu sensor PIR maupun sensor LDR sehingga jangkauan sensor lebih luas dibandingkan apabila hanya dengan menggunakan satu buah sensor saja.
- c. Mengkombinasikan lampu LDR yang berada di teras rumah dengan alarm untuk mengetahui adanya pergerakan objek yang terjadi pada waktu-waktu tertentu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada civitas akademik Fakultas Teknologi Informasi Universitas Widya Dharma atas segala dukungan terhadap penelitian ini, serta kepada keluarga, dan pihak-pihak tertentu tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jogiyanto, HM. (2009). *Pengenalan Komputer*. Andi. Yogyakarta.
- [2] Kusriani. (2007). *Strategi Perancangan dan Pengelolaan Basis Data*. Andi. Yogyakarta.
- [3] Kadir, Abdul. (2007). *Pengenalan Sistem Informasi*. Andi. Yogyakarta.
- [4] Warsita, Bambang. (2008). *Teknologi Pembelajaran: Landasan dan Aplikasinya*. Rineka. Jakarta.
- [5] Uno, Hamzah B. dan Nina Lematenggo. (2011). *Teknologi Komunikasi dan Informasi Pembelajaran*. PT Bumi Aksara. Jakarta.
- [6] Al Fatta, Hanif. (2009). *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi untuk Keunggulan Bersaing Perusahaan dan Organisasi Modern*. Andi. Yogyakarta.
- [7] Whitten, Jeffrey L. (2006). *Desain dan Analisis Sistem*. Andi. Yogyakarta.
- [8] Yakub. (2012). *Pengantar Sistem Informasi*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [9] Kusriani dan Andri Koniyo. (2007). *Tuntutan Praktis Membangun Sistem Informasi Akuntansi dengan Visual Basic dan Microsoft SQL Server*. Andi Offset. Yogyakarta.
- [10] Nagrath. J. E., dan M. Gopal. (2009). *Control Systems Engineering*. New Age International. India.
- [11] Distefano, Joseph., Allen Stubberud, dan Williams. (2011). *Schaum's Outline of Feedback and Control Systems*. McGraw-Hill. United States of America.
- [12] Wiyancoko, Dody. (2010). *Desain Sepeda Indonesia*. Kepustakaan Populer Indonesia. Jakarta.
- [13] McLeod JR, Raymond. (2008). *Management Information System*. Salemba Empat. Jakarta.
- [14] Frenzel, Anne. C. (2010). *Development o Mathematics Interest in Adolescence*. Journal of Research. Adolescence.
- [15] Umar, Efrizon. (2008). *Buku Pintar Fisika*. Media Pusindo. Jakarta.
- [16] Efendi, Bachtiar. (2014). *Dasar Mikrokontroler ATMEGA 8535 dengan CAVR*. Deepublish. Yogyakarta.
- [17] Budiharto, Widodo. (2009). *Membuat Sendiri Robot Cerdas*. PT Elex Media Komputindo. Jakarta.
- [18] Banzi, Massimo. (2011). *Getting Started with Arduino*. O'Reilly. United States of America.
- [19] Evans, Brian. (2011). *Beginning Arduino Programming*. Apress. New York City.
- [20] Sugiarti, Yuni. (2013). *Analisis dan Perancangan UML*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [21] Nussey, John. (2013). *Arduino for Dummies*. John Willey and Sons. England.
- [22] Warren, John David, and Harald Molle. (2011). *Arduino Robotics*. Apress. New York City.