

DESAIN DAN IMPLEMENTASI SMART HOME SYSTEM PENGENDALI LAMPU RUMAH BERBASIS ARDUINO MEGA

Soleh¹⁾, Andi Susilo²⁾

^{1, 2)}Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Respati Indonesia
Jl. Bambu Apus I No. 3 Cipayung, Jakarta Timur 13890
e-mail: soleh.kiting@gmail.com¹⁾, as@fti.urindo.ac.id²⁾

ABSTRAK

Penggunaan listrik secara efisien sulit dilakukan, apabila masyarakat kurang disiplin dalam menyalakan atau mematikan lampu rumah dalam aktifitas harian. Salah satu masalah yang terjadi yaitu pada saat pemilik rumah sedang berada jauh dari rumah dan ingin menyalakan atau mematikan lampu rumah, maka pemilik rumah akan membutuhkan waktu yang lama untuk kembali ke rumah. Dampak terburuknya adalah terjadi kebakaran. Mikrokontroler Arduino dapat dimanfaatkan sebagai pengontrol lampu rumah jarak jauh sebagai Smart Home System. Perangkat ini terdiri dari sensor, Arduino Mega, Ethernet shield, saklar SPDT, relay, router, dan modem. Sistem ini mendeteksi kondisi lampu ruangan dengan cara mendeteksi tegangan yang masuk ke lampu ruangan dan cahaya yang dipancarkan lampu yang dibantu dengan menggunakan sensor cahaya. Untuk pengontrolan lampu sistem dibantu modem dan router sebagai sarana komunikasi ke sistem jaringan internet. Hasil akhir dari penelitian ini adalah bahwa sensor tegangan dan sensor cahaya dapat membaca kondisi lampu dengan kesalahan yang kecil, ketika lampu menyala dan mati sistem ini dapat memberikan informasi, sehingga lampu rumah dapat dikontrol dari jarak jauh dengan baik.

Kata Kunci: Smart, Arduino, lampu, jarak jauh.

ABSTRACT

Efficient use of electricity is difficult, if people lack the discipline to turn on or turn off the lights of the house in daily activity. One of the problems that occurred when the homeowners were away from home and want to turn on or turn off the lights of his house, it will be difficult and take a long time to return home. The worst impact is a fire. Arduino microcontroller can be used as home lighting remote controller as Smart Home System. The device consists of sensors, Arduino Mega, Ethernet shield, SPDT switch, relay, a router, and a modem. The system detects the ambient light conditions by detecting the incoming voltage to the lamp room and the light emitted by the lamp assisted by using a light sensor. Assisted system for controlling lights modem and router as a means of communication to the Internet network system. The end result of this research is that the voltage sensor and light sensor can read the conditions of a lamp with a small error, when the light turns on and off the system can provide information, so that the house lights can be controlled remotely well.

Keywords: Smart, Arduino, lamp, distance

I. PENDAHULUAN

Internet of Things (IoT) adalah sebuah *emerging concept* dimana peralatan-peralatan diinterkoneksi dan servis-servis dikumpulkan, ditukar, dan diproses datanya untuk beradaptasi secara dinamis kepada sebuah konteks. Di dalam konteks “*Smart Home Environments*” baik IoT dan peralatan-peralatan dan servis-servis tradisional berintegrasi di dalam sebuah rumah untuk memperluas kualitas kehidupan dari masyarakat. Hal ini memungkinkan perbaikan-perbaikan di dalam beberapa domain seperti efisiensi energi, memonitor kondisi kesehatan, dan seterusnya [1].

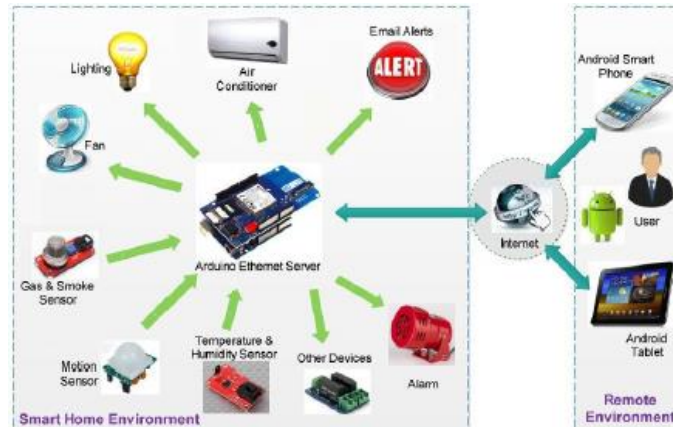
Smart Home System (SHS)

Smart Home adalah istilah yang digunakan untuk mendefinisikan sebuah tempat tinggal yang mengintegrasikan teknologi dan layanan-layanan melalui jaringan rumah untuk meningkatkan efisiensi daya dan memperbaiki kualitas hidup [2]. Teknologi “*Smart House*” adalah sebuah realisasi dari otomasi rumah ideal menggunakan sekumpulan spesifik dari teknologi. Rumah tersebut memiliki sistem otomasi tingkat lanjut untuk mengontrol lampu penerangan, temperatur, kulkas (*refrigerator*), mesin cuci dan seterusnya [3].

Seperti diperlihatkan pada gambar 1 SHS menawarkan fitur untuk memonitor lingkungan menggunakan sensor-sensor seperti temperatur, kelembaban, konsentrasi gas, dan asap [4]. Mikrokontroler Arduino menjadi otak dari mekanisme proses kontrol yang mendukung pengendalian dari lingkungan eksternal melalui *smartphone* atau *web*.

Arduino board

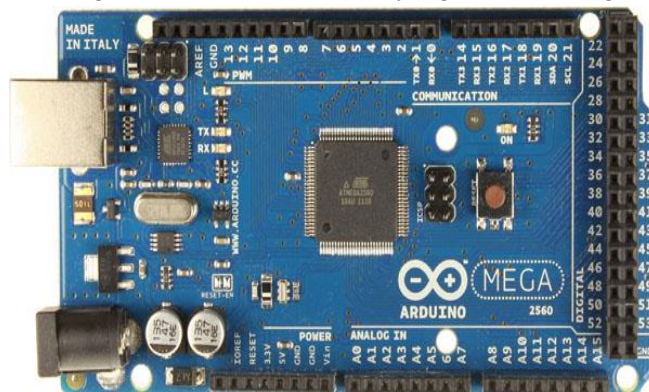
Arduino board adalah sebuah papan mikrokontroler untuk menyederhanakan desain elektronik, prototipe, dan eksperimen untuk seniman, *hacker*, *hobbyist*, juga banyak profesional. *Arduino* berasal dari mikrokontroler Atmega, yaitu sebuah komputer lengkap terdiri dari CPU, RAM, *Flash memory*, dan pin *input/output* dikemas dalam sebuah *chip* [5]. *Arduino* dikoneksikan ke komputer melalui USB, diprogram menggunakan bahasa C melalui *Arduino IDE* dengan mengunggah kode hasil kompilasi ke *Arduino board*.



Gambar 1. Arsitektur *Smart Home System*

Arduino Mega

Model *Arduino Mega 2560* seperti terlihat pada gambar 2 yang juga digunakan pada proyek ini adalah versi yang lebih *powerful* dengan jumlah pin yang lebih banyak dibandingkan dengan *Diecimila* dan *Duemilanove*. *Arduino Mega* memiliki cetakan kaki yang berbeda dengan *Arduino Uno*.



Gambar 2. *Arduino Mega*

Model *Arduino Mega 2560* berdasarkan mikrokontroler *Atmega 2560* yang sangat *powerful*, memiliki frekuensi *clock* 16 MHz. Salah satu keunggulan terbesar model *Mega 2560* adalah ukuran *flash memory* yang mencapai 256 KB, delapan kali lebih besar dari ruang memori *Arduino Uno*, sehingga model *Arduino Mega 2560* menjadi *platform* target proyek perangkat lunak yang kompleks.

Model *Mega 2560* ini memiliki tidak kurang dari 54 pin digital input/output, 15 pin output analog yang digunakan untuk *Pulse Width Modulation* (PWM) dan 16 pin input analog. Karakteristik lainnya model *Mega 2560* memiliki empat *port* komunikasi serial, sebuah *port* komunikasi SPI, dan total enam interupsi *hardware*. Mirip dengan model *Uno*, model *Mega* mengimplementasikan LED terintegrasi dan tombol *reset* eksternal.

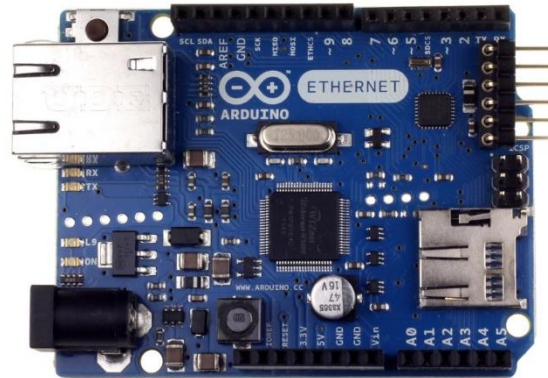
Model *Mega* diberikan daya melalui konektor USB atau melalui konektor eksternal yang mendukung jangkauan tegangan yang sama dengan model *Uno* yaitu rekomendasi 7-12V atau 6-20V juga masih diterima [6].

Ethernet Shield

Ethernet Shield seperti terlihat pada gambar 3 menambah kemampuan *Arduino board* agar terhubung ke jaringan komputer. *Ethernet shield* berbasiskan *chip ethernet* *Wiznet W5100*. *Ethernet library* digunakan dalam menulis program agar *Arduino board* dapat terhubung ke jaringan dengan menggunakan *Arduino ethernet shield*.

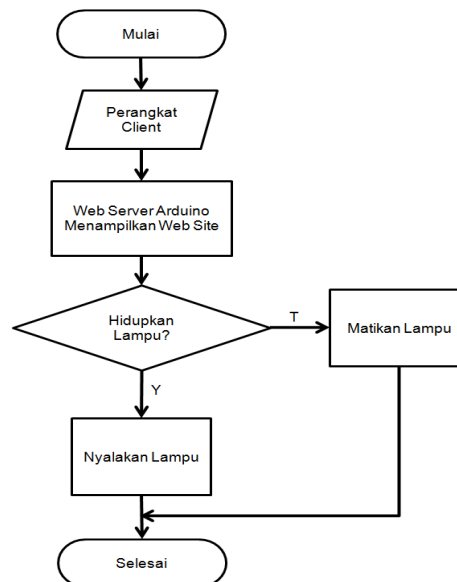
Pada *ethernet shield* terdapat sebuah *slot micro-SD*, yang dapat digunakan untuk menyimpan *file* yang dapat diakses melalui jaringan. *On board micro-SD card reader* diakses dengan menggunakan *SD library*.

Arduino board berkomunikasi dengan *W5100* dan *SD card* menggunakan bus *Serial Peripheral Interface (SPI)*. Komunikasi ini diatur oleh *library SPI.h* dan *Ethernet.h*. Bus *SPI* menggunakan pin digital 11, 12 dan 13 pada *Arduino Mega*. Pin digital 10 digunakan untuk memilih *W5100* dan pin digital 4 digunakan untuk memilih *SD card*. Pin-pin yang sudah disebutkan sebelumnya tidak dapat digunakan untuk input/output umum ketika menggunakan *ethernet shield*.



Gambar 3. Ethernet Shield

Chip Ethernet W5100 dan *SD card* berbagi bus *SPI*, sehingga hanya salah satu yang dapat aktif pada satu waktu. Jika menggunakan kedua perangkat dalam program, hal ini akan diatasi oleh *library* yang sesuai. Jika tidak menggunakan salah satu perangkat dalam program, kiranya perlu secara eksplisit *deselect*-nya. Untuk melakukan hal ini pada *SD card*, set pin 4 sebagai output dan menuliskan logika tinggi padanya, sedangkan untuk *W5100* yang digunakan adalah pin 10. Kabel *Ethernet shield* dikoneksikan secara langsung ke *Router Wi-Fi* utama. *Router* ini seharusnya juga memiliki *Ethernet port*, yang bisa dikoneksikan ke *Ethernet shield*. Keuntungan dari solusi ini adalah *Ethernet shield* akan secara otomatis memperoleh alamat *IP* dan akan memiliki akses ke *Internet* secara otomatis juga [7].



Gambar 4. Diagram alir pengendalian lampu rumah

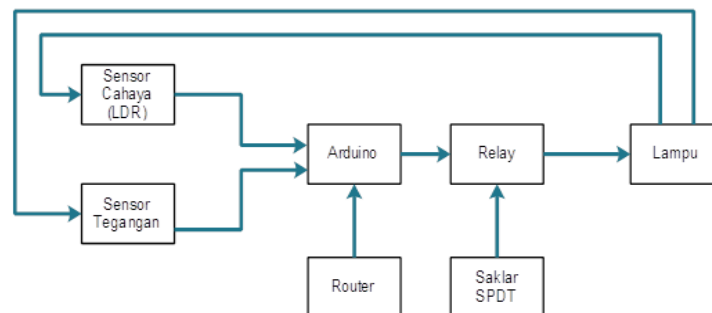
II. METODE PENELITIAN

Sistem pengontrol lampu jarak jauh merupakan sebuah sistem yang dapat memonitor keadaan lampu dalam rumah atau gedung secara otomatis dengan *interface* yang menghubungkan antara *hardware* dan *software* sehingga memungkinkan pengguna memantau keadaan lampu ruangan melalui komputer ataupun *smartphone* dengan jarak jauh.

Perangkat ini terdiri dari sensor, Arduino Mega 2560, *Ethernet shield*, saklar SPDT, rangkaian relay, *router*, dan modem. Sistem ini mendeteksi kondisi lampu ruangan dengan cara mendeteksi tegangan yang masuk ke lampu ruangan dan cahaya yang dipancarkan lampu yang dibantu dengan menggunakan sensor cahaya yaitu *Light Dependent Resistor* (LDR). Apabila sensor tegangan mendeteksi adanya tegangan listrik pada lampu dan sensor cahaya mendeteksi cahaya yang dipancarkan lampu yang menyala sistem akan menganggap lampu ruangan kondisinya menyala. Untuk pengontrolan lampu sistem dibantu *modem* dan *router* sebagai sarana komunikasi sistem kepada jaringan Internet. Pengguna dapat mengontrol kondisi lampu melalui *website* yang telah dibuat melalui *web server* pada perangkat Arduino. Gambar 4 memperlihatkan diagram alir cara kerja kendali lampu listrik rumah.

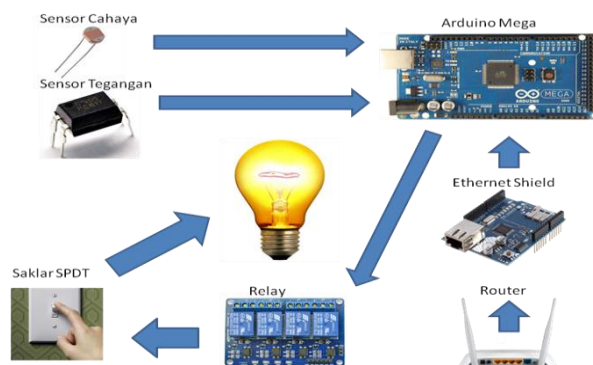
Desain Sistem

Desain sistem kontrol lampu jarak jauh yang diperlihatkan pada gambar 5 terdiri dari sensor tegangan dan sensor cahaya, Arduino Mega, *Ethernet shield*, *router*, *relay* serta saklar SPDT.



Gambar 5. Diagram blok desain sistem

Prinsip dari kerja sistem yang dirancang adalah sensor tegangan dan sensor cahaya menjadi media untuk memberikan masukan pada Arduino, ketika Arduino membaca adanya masukan dari sensor tegangan dan sensor cahaya, maka masukan tersebut menjadi dasar Arduino menampilkan informasi kondisi lampu.



Gambar 6. Desain umum sistem

Router menjadi media komunikasi jaringan antara Arduino, modem, dan *Internet*. Saklar manual memungkinkan lampu dapat dioperasikan apapun kondisi *relay*, sehingga lampu dapat dinyalakan ataupun dimatikan secara manual (gambar 6). Prinsip rangkaian saklar manual dan *relay* memanfaatkan saklar SPDT (*Single Pole Double Throw Switch*). Rangkaian *relay* dikontrol oleh Arduino berdasarkan perintah *user* pada halaman *web*.

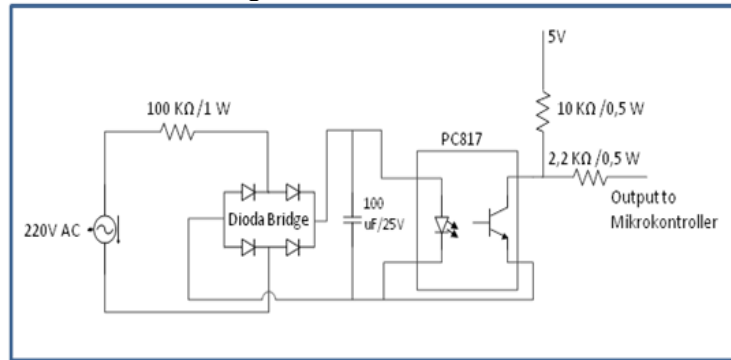
Desain perangkat keras

Setelah diketahui kebutuhan fungsi dari sistem, maka tahap selanjutnya adalah melakukan perancangan perangkat keras.

Rangkaian Sensor Tegangan

Rangkaian pada gambar 7 ini memanfaatkan *optocoupler* sebagai sensornya. Tegangan AC 220 volt pada lampu ditahan oleh *resistor* 100KΩ, lalu disearahkan oleh dioda *bridge* dan difilter oleh *kapasitor*,

sehingga tegangan tersebut menjadi masukan IC817 *optocoupler*. Keluaran dari IC817 dirangkai dengan *resistor* 10K Ω dan *resistor* 2,2 K Ω dan sebagai masukan untuk Arduino.



Gambar 7. Rangkaian sensor tegangan

Pengujian

Rangkaian ini memanfaatkan *optocoupler* sebagai sensornya (gambar 8). Tegangan AC 220 volt pada lampu ditahan oleh *resistor* lalu disearahkan oleh dioda *bridge*, kemudian difilter oleh *kapasitor*, sehingga tegangan tersebut dapat dijadikan masukan IC817.



Gambar 8. Pengujian rangkaian sensor tegangan

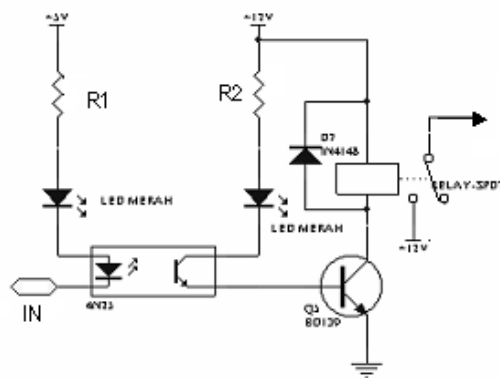
Keluaran dari IC817 dirangkai dengan *resistor* sebagai masukan untuk Arduino. Hasil pengujian rangkaian sensor tegangan sebagai berikut:

- Hasil pengukuran pada pin 2 arduino yang merupakan output sensor tegangan lampu satu adalah 4,7 volt saat tidak ada tegangan input AC 220 volt dan 134 mVolt saat ada tegangan input AC 220 volt.
- Hasil pengukuran pada pin 3 arduino yang merupakan output sensor tegangan lampu dua adalah 4,7 volt saat tidak ada tegangan input AC 220 volt dan 134 mVolt saat ada tegangan input AC 220 volt.
- Hasil pengukuran pada pin 4 arduino yang merupakan output sensor tegangan lampu tiga adalah 4,7 volt saat tidak ada tegangan input AC 220 volt dan 0 volt saat ada tegangan input AC 220 volt.
- Hasil pengukuran pada pin 5 arduino yang merupakan output sensor tegangan lampu empat adalah 4,7 volt saat tidak ada tegangan input AC 220 volt dan 134 mVolt saat ada tegangan input AC 220 volt.

Dari hasil pengujian rangkaian sensor tegangan didapatkan hasil sesuai yang diharapkan, sehingga rangkaian sensor tegangan ini sudah dapat digunakan.

Rangkaian Relay

Rangkaian *relay* yang digunakan dalam perancangan modul ini adalah *relay* SPDT (*single Pole Double Throw*). *Relay* akan bekerja apabila memperoleh *input* logika *Low* dari Arduino. *Optocoupler* digunakan pada rangkaian sebagai pengaman Arduino. Untuk rangkaian *relay* dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Rangkaian relay

Pengujian

Relay yang digunakan dalam perancangan modul ini adalah *Relay SPDT (single Pole Double Throw)*.



Gambar 10. Pengujian rangkaian Relay

Relay akan bekerja apabila memperoleh *input* logika *low* dari Arduino. Pengujian ini menggunakan sumber Tegangan 5 Volt sumber tegangan dari catu daya diberikan pada rangkaian Transistor berfungsi sebagai saklar sehingga saat basis mendapatkan tegangan maka arus dari adaptor akan mengaktifkan koil magnet, sehingga saklar relay aktif. Sebaliknya jika masukan rangkaian *Relay* mendapat logika *high* dari Arduino, maka koil magnet tidak akan aktif sehingga saklar terputus. Dari hasil pengujian seperti terlihat pada gambar 10, rangkaian *Relay* bekerja sesuai yang diharapkan, sehingga rangkaian *Relay* ini siap digunakan.

III. HASIL

Hasil pengujian lampu secara manual

Pengujian dilakukan dengan menggabungkan semua bagian-bagian yang diperlukan sesuai dengan rancangan rangkaian yang dilakukan dan juga sesuai dengan program yang terdapat dalam Arduino Mega. Pengujian yang pertama kali dilakukan adalah *input* saklar secara manual, merupakan pengujian ketika saklar pada rangkaian listrik ditekan, yaitu baik dalam kondisi *ON* maupun *OFF*. Seperti ditunjukkan pada tabel 1.

TABEL I.
PENGUJIAN *INPUT* SAKLAR MANUAL

No	Nama	Kondisi Saklar	Keadaan Lampu	Hasil
1	Saklar 1	ON	Lampu Menyala	Valid
		OFF	Lampu Padam	Valid
2	Saklar 2	ON	Lampu Menyala	Valid
		OFF	Lampu Padam	Valid
3	Saklar 3	ON	Lampu Menyala	Valid
		OFF	Lampu Padam	Valid
4	Saklar 4	ON	Lampu Menyala	Valid
		OFF	Lampu Padam	Valid

Hasil pengujian lampu melalui web

Pengujian kedua dapat dilakukan yaitu dengan menguji aplikasi *web browser Arduino*. Ketika perangkat diberi catu daya, Arduino Mega akan menunggu *client* yang meminta untuk dilayani.

Antarmuka pada *website* untuk beberapa perangkat baik lampu maupun *relay* menuju ke pengendali utama berupa Arduino. Pengendali utama berfungsi sebagai inisiator dari *website*, sehingga untuk pengendalian lampu dilibatkan di awal dan di akhir proses dari kerja sistem. Untuk pengujian dilakukan dengan mengakses alamat <http://homeotomation.ddns.net> melalui aplikasi *web browser* pada komputer atau *smartphone* pengguna yang dapat terhubung dengan jaringan *Internet*. Ketika perangkat *client* terhubung dengan *server* Arduino, maka tampilan yang terlihat adalah kondisi terakhir dari kondisi lampu.



Gambar 11. Kondisi lampu berubah menjadi menyala



Gambar 12. Perangkat diaktifkan melalui web browser

Saat *Icon power switch* pada halaman web diklik, maka *web server* mengirim data ke *Ethernet shield* dan Arduino Mega akan memerintahkan *relay* aktif dengan memberi masukan *low* dan lampu akan menyala dan keterangan kondisi lampu menjadi “Lampu menyala”. Gambar 11 memperlihatkan status pada web dan 12 memperlihatkan kondisi lampu secara fisik.

IV. PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan ini belum menekankan kepada aspek keamanan seperti yang menjadi fokus dari ENISA [1]: “*This study aims at securing Smart Home Environments from cyber threats by highlighting good practices that apply to every step of a product lifecycle: its development, its integration in Smart Home Environments, and its usage and maintenance until end-of-life. The study also highlights the applicability of the security measures to different types of devices.*”

Aspek efisiensi daya listrik memberikan kontribusi yang cukup signifikan [2]. Secara perhitungan penghematan yang didapat adalah bila lampu yang dihemat mencapai 200 Watt dan lama waktu penghematan per hari mencapai 12 jam, maka didapat penghematan biaya sebesar:

$$200 \text{ Watt} \times 12 \text{ jam} \times (\text{Harga } 1\text{KWH Listrik})$$

$$200 \text{ Watt} \times 12 = 2,4 \text{ Kwh} \rightarrow 2,4 \text{ Kwh} \times \text{Rp } 1524,24 = \text{Rp } 3.658,176$$

Satu bulan didapat penghematan sebesar $\text{Rp } 3.658,176 \times 30 = \text{Rp } 109.745,28$. BEP (*Break Event Point*) atau titik impas:

Total biaya desain dan implementasi sistem (Rp 1.951.600) dibagi total penghematan sebulan (Rp 109.745,28) = 18 bulan.

V. SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Pengontrol lampu ini dapat membuat waktu kerja penghuni rumah menjadi efisien dan penggunaan daya listrik juga bisa ditekan, karena penghuni rumah dapat memonitor kondisi lampu dari smartphone.

Saran

1. Aspek keamanan perlu menjadi perhatian terutama dalam penggunaan *platform* Android pada koneksi *Internet* di area WiFi public.
2. Penelitian lanjutan dapat didesain lingkungan *Smart Home* yang mendukung pengendalian *Home Appliances* dengan daya yang lebih besar sehingga penghematan juga dapat diperoleh secara signifikan.

REFERENSI

- [1] ENISA. Security and Resilience of Smart Home Environments: Good Practices and Recommendations. The European Union Agency for Network and Information Security (ENISA). 2005.
- [2] Hsien-Tang Lin" Implementing Smart Homes with Open Source Solutions" International Journal of Smart Home Vol. 7, No. 4, July, 2013.pp 289-295.
- [3] Mowad M. A. E., Fathy A, Hafez A. Smart Home Automated Control System using Android Application and Microcontroller. International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol. 5, Issue 5, 2014. 935-939
- [4] David N, Chima A, Ugochukwu A, Obinna E. Design of a Home Automation System using Arduino. International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol. 6, Issue 6, 2015. 794-803
- [5] Borchers J, Arduino in A Nutshell version 1.8 for Arduino Uno R3 & Arduino IDE 1.0.5. 2013. URL: hci.rwth-aachen.de/arduino
- [6] Perea F, Arduino Essentials. Birmingham-Mumbai: Packt Publishing. 2015
- [7] Schwartz M, Arduino Networking. Birmingham-Mumbai: Packt Publishing. 2014