

PERANCANGAN SISTEM PENGONTROLAN LAMPU DAN AC YANG TERINTEGRASI SECARA NIRKABEL BERBASIS *LOW COST* DAN *LOW POWER RADIO FREQUENCY*

Edward Oesnawi (1) Henry Hermawan (2)

Teknik Elektro Universitas Surabaya (1), (2)

oesnawi@gmail.com (1), henryhermawan@ubaya.ac.id (2)

ABSTRAK

Pada tugas akhir ini, telah dibuat suatu prototipe sistem pengontrolan lampu dan AC yang *terintegrasi* secara nirkabel berbasis *low cost* dan *low power radio frequency*. Proyek ini dibagi 2, *layer* atas dan *layer* bawah. *Layer* atas merupakan pembuatan *webserver* hingga modul Ethernet untuk dapat berkomunikasi dengan pengendali *master* dari *layer* bawah. Pada *layer* bawah merupakan pembuatan modul pengendali *master* hingga pengendali *slave*. Yang akan dijelaskan pada buku ini hanya bagian *layer* bawah, sedangkan *layer* atas dijadikan Tugas Akhir lain dengan judul Tugas Akhir “Pembuatan Webserver Berbasis Raspberry Pi yang Diintegrasikan Pada Sistem Pengontrolan Lampu Dan AC”. Pada sistem ini memiliki modul pengendali. Modul pengendali tersebut terdiri dari Arduino Uno sebagai pengontrol sistem dan modul RFM12 sebagai modul komunikasi antar pengendali. Untuk pengendali *slave* memiliki 3 macam *firmware*, *firmware* pertama digunakan untuk untuk mengontrol lampu yaitu PIR modul sensor. Yang kedua juga digunakan untuk mengontrol lampu juga tetapi menggunakan LDR modul sensor untuk mengontrol lampu. Terakhir adalah *firmware* untuk pengendali *slave* dengan modul *remote* untuk mengendalikan AC. Sistem ini telah diuji coba pada rumah dan bangunan kantor. Didapatkan hasil pengujian pada bangunan rumah sistem dapat berkomunikasi pada ukuran rumah kurang dari 180m². Pada bangunan kantor, peletakkan terbaik berada pada 1 lantai di atas dan 1 lantai di bawah dari letak pengendali *master*. Untuk memperluas jangkauan komunikasi antar pengendali, dapat ditambahkan fitur untuk memperbanyak pengendali *master*. Implementasi ini telah di uji coba dan dapat bekerja dengan baik tanpa masalah.

Kata kunci: Prototipe, modul RFM12, Arduino Uno, pengendali *master*, pengendali *slave*.

ABSTRACT

In this final project, a prototype of integrated control system that can control lights and AC using low cost and low power wireless communication has been developed. The project is divided by 2 sub projects, the upper layer project and lower layer project. Upper layer project is a project that implements Ethernet module for the webserver so that it can communicate with the master controller from bottom layer project. At the lower layer project, master-slave controllers system is designed. This report will discuss only part of the lower layer while the upper layer will be discussed in another final project report, titled "Development of Webserver on Raspberry Pi for The Integrated Lights and AC Control System". This system has master controller module, that is, an Arduino Uno as the controller system and RFM12 as communication modules between controllers. The slave controllers has 3 kinds of firmware. The first firmware is used for slave controllers that control lights using PIR sensor module. The second is also for slave controllers that control light, but they use LDR sensor module for controlling the lights. The latter is firmware for slave controllers that has a remote module to control AC. This system has been tested at home and office buildings. As results, the system can work well at home buildings less than 180 m2 area. In office buildings, the best installation of this system is the slave controllers should be installed at one upper and one lower floor relatively to master controller position. To extend the range of communication between controllers, multi-channels wireless communication system can be implemented. This implementation has been tested as well and it works without problems.

Keywords: *Prototype. RFM12 module, Arduino Uno, master controller, slave controller.*

PENDAHULUAN

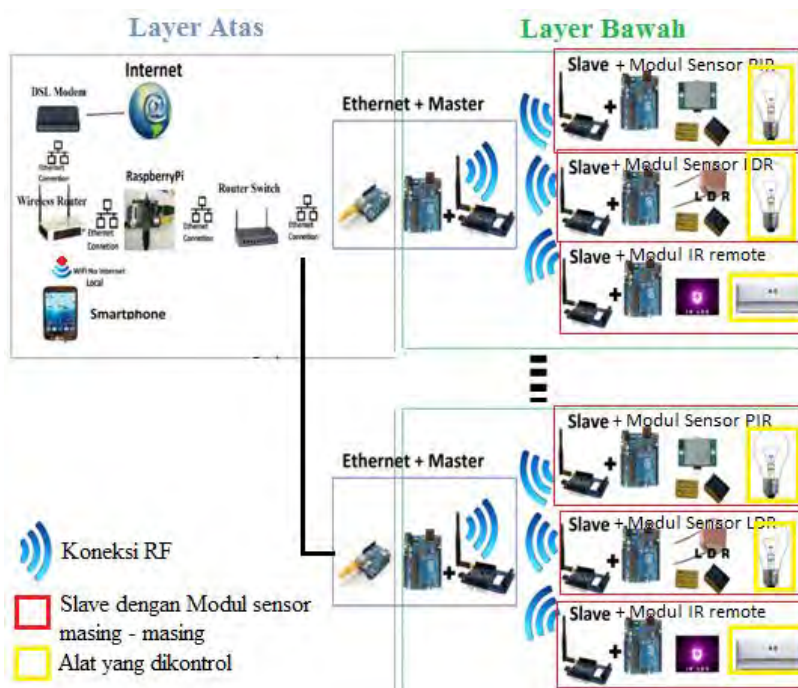
Dengan perkembangan sistem otomasi di dunia industri, banyak orang yang telah mengaplikasikan otomasi di kebutuhan rumah tangga, misalnya pada pengontrolan peralatan rumah melalui jarak jauh seperti SMS (*Short Message Service*) dan *webserver*. Teknologi pengontrolan jarak jauh sangat berguna, karena dapat memberi kemudahan dan dapat menghemat konsumsi daya listrik. Terdapat beberapa masalah yang merupakan tujuan pembuatan tugas akhir ini seperti keteledoran penghuni rumah dalam penggunaan peralatan listrik yang terkadang tidak dimatikan ketika bepergian. Untuk itu dibuatlah sistem prototipe yang dapat membantu penghuni mematikan peralatan listrik yang ada di rumah ketika penghuni berada jauh dari rumah.

Masalah lain adalah diperlukannya perencanaan yang matang untuk penginstalasi sistem pengendali tersebut. Kebanyakan sistem pengendali

membutuhkan perencanaan instalasi sebelum bangunan dibangun. Sehingga menyebabkan sistem pengendali tersebut membutuhkan banyak biaya dalam hal instalasinya. Selain itu sistem pengendali zaman sekarang sering berlomba-lomba dalam kecanggihannya sehingga untuk instalasi sistem ini membutuhkan banyak biaya dan dalam pengoperasiannya mengkonsumsi daya yang sangat besar. Oleh karena itu sistem prototipe ini hanya mengendalikan AC dan lampu saja juga menggunakan modul RF (*Radio Frequency*) untuk komunikasi. Modul RF inilah yang membuat sistem prototipe ini dapat diinstalasi ketika bangunan rumah ataupun kantor telah selesai dibangun.

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Untuk pembuatan sistem ini digunakan pembelajaran mengenai *low cost* - dan *low power radio frequency* yaitu menggunakan modul RFM12. Pada tugas akhir ini menggunakan *microcontroller* Arduino sebagai otak dari pengendali. Untuk pengendalian AC akan mengambil data dari *remote* AC yang akan dikendalikan. Sensor PIR digunakan untuk pengendalian lampu ketika sensor ini mendeteksi gerakan sensor secara otomatis akan menyalakan lampu. Pada sensor LDR juga digunakan untuk pengendalian lampu, sensor ini mendeteksi tingkat keterangan lingkungan ketika terang lampu akan dipadamkan dan ketika gelap lampu akan dinyalakan.



Gambar 1: Konsep desain.

Pada Gambar 1 merupakan konsep desain dari tugas akhir ini. Untuk bagian layer atas dari modul koneksi *ethernet* hingga pengerjaan *webserver* tidak dikerjakan pada tugas akhir ini. Untuk pengerjaan proyek tersebut dikerjakan oleh Saudara Albert Darmaliputra Universitas Surabaya [9]. Tugas akhir ini mengerjakan dari pengendali *master* hingga pengontrolan pengendali *slave* yang mengendalikan lampu dan AC. Modul pengendali terdiri dari *board* Arduino Uno dan RFM12. Modul pengendali ini dibagi menjadi dua yaitu pengendali *master* dan pengendali *slave*. Untuk pengendali *slave* memiliki *firmware* masing-masing tergantung modul sensor yang digunakan. Terdapat 3 *firmware* yang membedakan antar pengendali *slave* yaitu pengendali *slave* dengan modul sensor PIR, pengendali *slave* dengan modul sensor LDR, dan pengendali *slave* dengan modul *remote* AC.

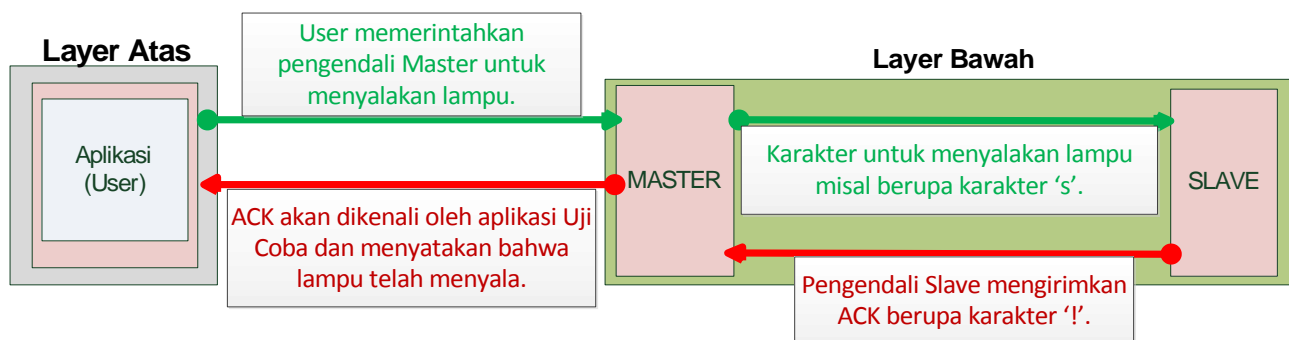
Pertama perancangan ini membuat program komunikasi yang menggunakan modul RFM12 [1]. Modul RFM12 merupakan modul yang telah jadi terdapat program uji coba berupa program *chatting* yang bisa dilakukan pada 2 komputer. Program *chatting* tersebut akan dimodifikasi untuk modul pengendali seperti pada Gambar 2. Pada Gambar 2 tersebut merupakan konsep komunikasi

protokol yang digunakan sebagai acuan dalam mendesain program modul pengendali.

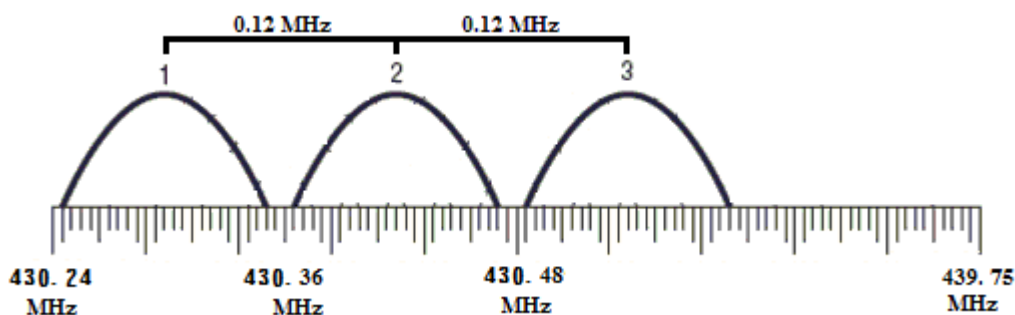
Selanjutnya setelah program modul pengendali telah jadi, ditambahkan beberapa pengaturan fitur, Pengaturan fitur berupa fitur *channel* frekuensi, *node*, dan *delay* sensor PIR. Pada pengendali *master* hanya terdapat fitur pengaturan *channel* frekuensi. Pertama untuk fitur pengaturan *channel* frekuensi digunakan untuk memperbanyak pengendali *master* ketika pengendali *master* tidak dapat mengendalikan pengendali *slave* atau dalam kata lain letak pengendali *slave* berada di luar jangkauan maksimal pengendali *master*. Dapat dilihat pada Gambar 3 frekuensi yang digunakan antar *channel*. Yang kedua fitur pengaturan *node*, fitur pengaturan *node* ini digunakan sebagai penanda antar pengendali *slave*. Untuk mengontrol pengendali *slave* membutuhkan 2 karakter yaitu karakter pertama adalah karakter *node* dan karakter kedua merupakan karakter perintah. Karena desain fitur pengaturan *node* ini jumlah pengendali *slave* bisa diperbanyak hingga 90 pengendali daripada desain awal yang hanya menggunakan 1 karakter untuk berkomunikasi. Hal ini menyebabkan setiap pengendali *slave* memiliki karakter pengontrolan yang bervariasi. Yang terakhir adalah fitur pengaturan *delay* sensor PIR. Fitur ini digunakan untuk mengatur *delay* pengecekan pada sensor PIR. Fitur khusus ini hanya terdapat pada *firmware* pengendali *slave* dengan modul sensor PIR. Pada Gambar 4 dapat dilihat cara pengaturan fitur-fitur. Fitur-fitur ini disimpan didalam memori EEPROM sehingga tidak hilang ketika memori dicabut [2]. Pada desain pengendali *master* menggunakan variabel "x" untuk komunikasi dan pengaturan *channel*. Sedangkan pada pengendali *slave* terdapat perbedaan yaitu variabel "x" hanya digunakan untuk komunikasi data dan variabel "y" untuk pengaturan fitur *channel* frekuensi, *node*, dan *delay* sensor PIR.

Untuk desain pembuatan pengendali *slave* dengan modul sensor PIR memerlukan modul pengendali *slave* dan rangkaian *relay driver* dengan sensor PIR. Pada pengendali ini terdapat fitur pengaturan *delay* sensor PIR yang hanya dimiliki pada modul ini. Sensor PIR digunakan untuk mengendalikan lampu secara otomatis ketika mendeteksi suatu pergerakan. Untuk desain program

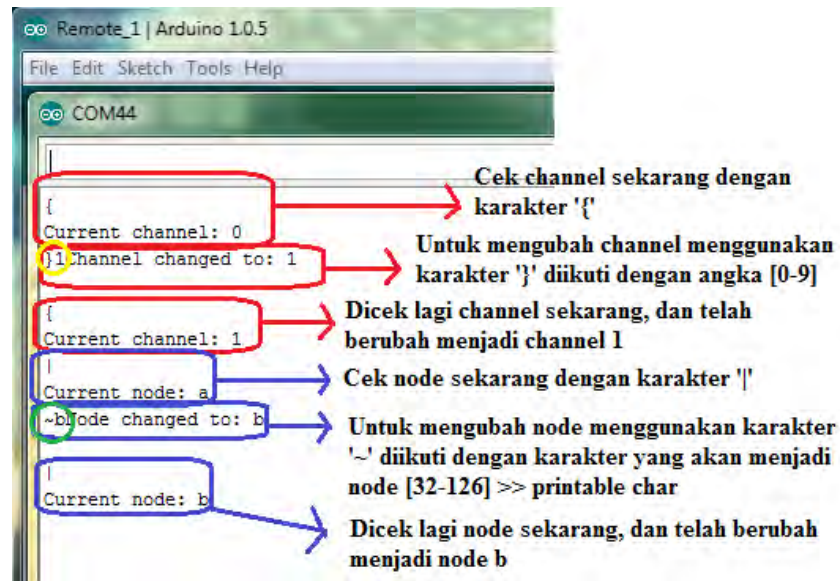
menggabungkan program modul RFM12 dengan program sensor PIR. Program sensor PIR menggunakan *delay* untuk melakukan pengecekan, jika selama pengecekan tidak terdeteksi pergerakan maka lampu akan dipadamkan. Tetapi ketika selama pengecekan terdeteksi pergerakan *delay* pengecekan akan di-*reset* ke nilai awal.



Gambar 2: Konsep komunikasi protokol.



Gambar 3: RFM12 channels.

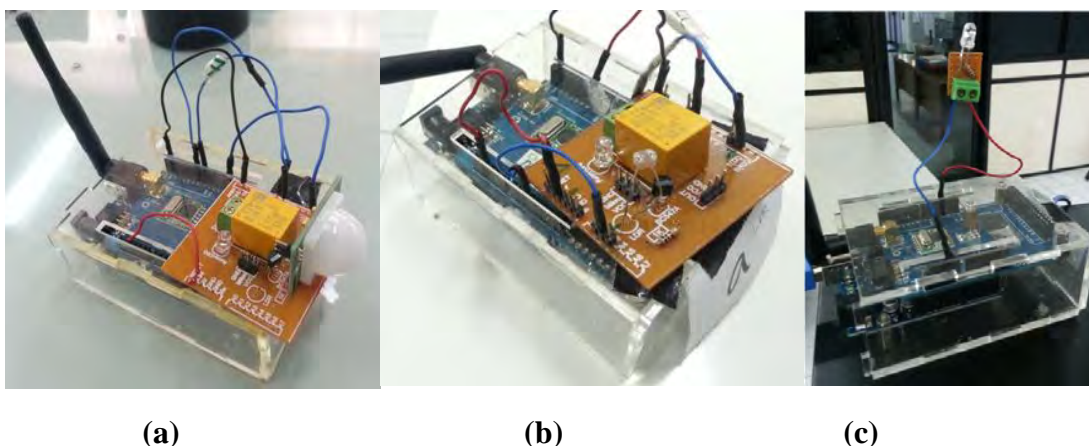


Gambar 4: Cara konfigurasi *setting channel* dan *node*.

Untuk desain pengendali *slave* dengan modul sensor LDR merupakan penggabungan program modul RFM12 dan sensor LDR. Program sensor LDR melakukan nilai yang telah diatur dan dicek ketika keadaan lingkungan gelap dan terang. Yang terakhir adalah desain pengendali *slave* dengan modul *remote AC*. Untuk desain program ini juga sama dengan modul sensor lainnya yaitu penggabungan program *remote AC* dengan modul RFM12. Untuk memprogram *remote AC* menggunakan *library* Ken Sheriff [3]. *Library* ini digunakan untuk pengambilan data sinyal PWM dari *remote AC* yang dikendalikan juga digunakan untuk pengiriman data sinyal PWM tersebut. Pada tugas akhir ini AC yang dikendalikan yaitu AC bermerek Panasonic yang ada pada gedung TB lantai 3 ruangan Digital Lab 1 Universitas Surabaya. Setelah dilakukan pengambilan data sinyal PWM menggunakan IR *receiver* TSOP4838, data tersebut dimasukkan ke dalam *array* untuk pengiriman, semua data *array* disimpan dalam memori SRAM. Terdapat beberapa kelemahan yaitu karena kapasitas memori SRAM yang terbatas pada *board* Arduino Uno [4] hal ini menyebabkan hanya 7 fitur yang dapat mengendalikan AC [5] [6]. IR LED digunakan untuk pengiriman data sebagai pengontrol AC.

Tabel 1:Desain akhir karakter modul sensor.

Modul	Keterangan	Karakter
Remote AC	Power	a
	Suhu 18	b
	Suhu 22	c
	Suhu 24	d
	Suhu 27	e
	Swing Auto	f
	Mode Dry	h
	Sensor PIR	lampu ON
Lampu OFF		2
Sensor ON		3
Sensor OFF		4
Sensor LDR	lampu ON	1
	Lampu OFF	2
	Sensor ON	3
	Sensor OFF	4
Acknowledge	<i>Hardware</i>	!



Gambar 5: Modul pengendali *slave* dengan modul sensor PIR, modul sensor LDR dan modul remote AC.

Untuk desain akhir dapat dilihat pada Tabel 1, pada tabel tersebut merupakan karakter-karakter yang digunakan untuk komunikasi data. Hasil akhir sistem ini dapat memiliki pengendali *master* hingga 78 pengendali, yang masing-masing pengendali *master* dapat mengendalikan pengendali *slave* hingga 90 pengendali. Perhitungan 90 pengendali *slave* tersebut dihitung dari kode ASCII yang bisa dituliskan yaitu 32-126 [8]. Karena terdapat karakter yang digunakan untuk pengaturan fitur jadi hanya digunakan karakter 32-120 saja yaitu 90 karakter. Pada pengendali *slave firmware* berbeda-beda antar modul sensor. Gambar 5 merupakan modul pengendali *slave* dengan modul sensor PIR, LDR dan *remote AC*.

PENGUKURAN DAN PENGUJIAN

Pengukuran digunakan untuk mendapatkan jangkauan maksimal dari modul pengendali. Pengukuran dilakukan tanpa halangan, dengan halangan dan pengukuran ketinggian. Untuk pengujian membuktikan bahwa sistem ini dapat berjalan dengan baik pada instalasi bangunan rumah dan kantor. Untuk alur pengujian dapat pada Gambar 6.

Pengukuran tanpa halangan dilakukan pada kompleks perumahan Tenggilis Utara V. Letak pengendali *slave* diletakkan pada rumah nomor 17 dan pengendali *master* dibawa berjalan kaki. Setiap 5 meter dilakukan pengiriman data sebanyak 100 data komunikasi jarak diukur dari rumah nomor 17 sampai rumah nomor 1.



Gambar 6: Alur pengujian.

Didapatkan dari hasil pengukuran ini jangkauan maksimal ketika tanpa halangan adalah 60 meter. Untuk pengukuran dengan halangan dilakukan pada gedung TC-TB lantai 3 Universitas Surabaya. Didapatkan jarak maksimal adalah 29 meter dengan tebal tembok beton 20 cm, sekat kayu 15 cm dan kaca 15mm. Untuk pengukuran ketinggian dilakukan pada lift gedung FG berlantai 6. Dengan dilakukan pengiriman sebanyak 100 data setiap lantainya didapatkan jangkauan ketinggian maksimal ada pada lantai 4 dengan tinggi plafond setiap lantai 4,3 meter dan tebal tembok plafond 15cm.

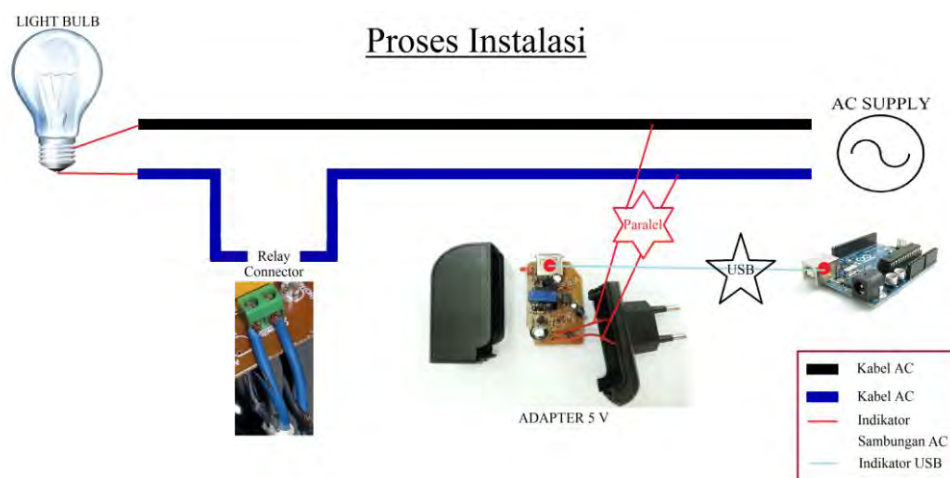
Pengujian pada bangunan rumah, dilakukan pada 3 rumah. Yang pertama pada rumah lantai 1 berukuran luas tanah 200m² dan luas bangunan 140m², yang kedua pada rumah lantai 2 berukuran luas tanah 120m² dan luas bangunan 160m², dan yang terakhir pada rumah lantai 2 berukuran luas tanah 160m² dan luas bangunan 180m². Pengujian pada ketiga rumah ini berhasil tidak terjadi data

komunikasi yang hilang sehingga dapat disimpulkan sistem dapat diinstalasi pada bangunan rumah dengan ukuran luas bangunan $<180\text{m}^2$ dengan tebal tembok beton 15 cm dan tinggi plafond 4,2 meter.

Pada pengujian pada bangunan kantor dilakukan pada gedung FF lantai 4 di Universitas Surabaya. Posisi pengendali *master* diletakkan pada setiap lantai dan pengendali *slave* disebar pada setiap lantai. Pengiriman dilakukan dengan mengirimkan 100 data pada setiap pengendali *slave*. Didapatkan penempatan terbaik pengendali *master* berada pada lantai 3 yang bisa menjangkau pengendali *slave* pada lantai 1 maupun lantai 4.

Untuk pengujian terintegrasi dengan menggabungkan tugas akhir ini dengan tugas akhir yang dikerjakan oleh Saudara Albert Darmaliputra sampai menggunakan *webservice* [9]. Pengujian dilakukan pada gedung FF berlantai 6, pengiriman dilakukan 100 kali setiap lantainya. Pengendali *master* dan pengendali *slave* tersebar pada seluruh gedung. Didapati bahwa sistem ini bekerja dengan baik dengan peletakan pengendali *slave* berada 1 lantai di atas dan 1 lantai di bawah dari posisi pengendali *master*. Untuk menangani dapat mencakup seluruh gedung dapat memperbanyak pengendali *master* yang telah diuji coba dan tidak terjadi interferensi antar *channel*-nya.

Proses instalasi dapat dilakukan pada bangunan yang telah jadi, dapat dilihat pada Gambar 7. Proses instalasi tersebut dapat dilakukan dengan memotong kabel yang telah ada untuk relay dan memodifikasi untuk *supply* modul pengendali. Perincian perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2, ini merupakan perincian harga dari sistem yang dipasang pada rumah pertama dengan ukuran luas tanah 200m^2 dan luas bangunan 140m^2 . Pada rumah ini terpasang *webservice*, 1 pengendali *master*, 2 pengendali *slave* dengan modul sensor PIR, 2 pengendali *slave* dengan modul sensor LDR dan 2 pengendali dengan modul *remote AC*.



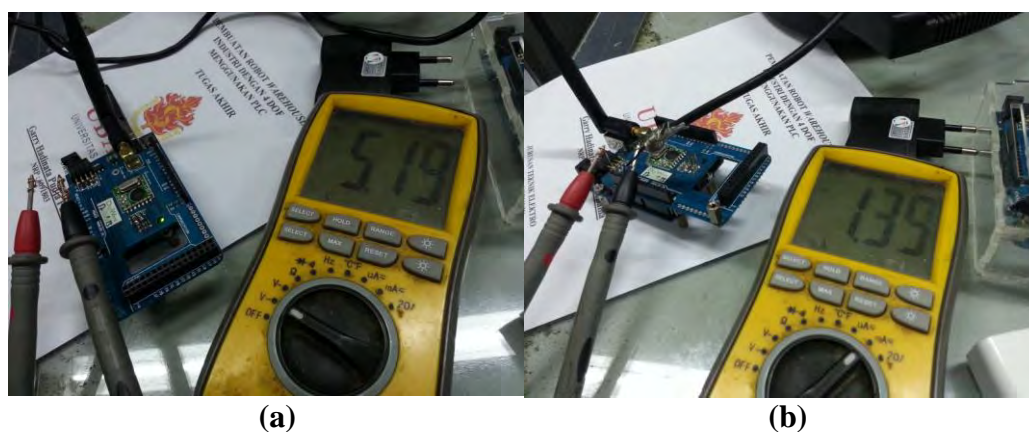
Gambar 7: Proses Instalasi.

Tabel 2: Perincian harga sistem pada tugas akhir ini.

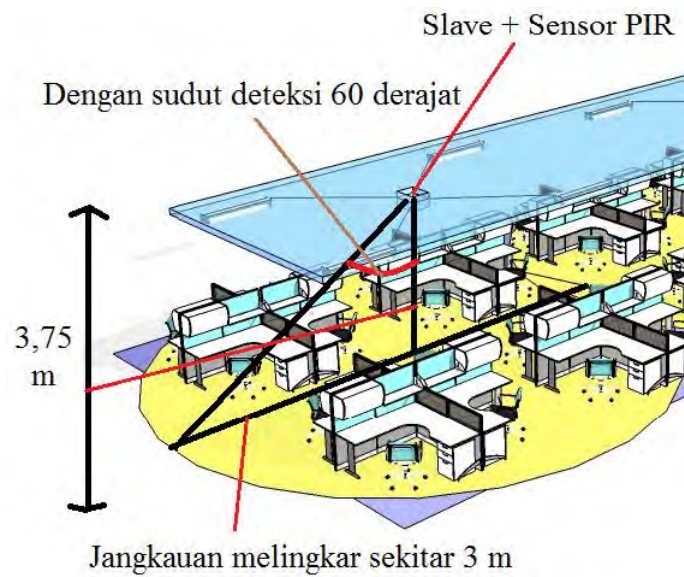
Alat	Harga	Jumlah	Harga Total
Server	Rp 500.000,-	1	Rp 500.000,-
Pengendali <i>master</i>	Rp 510.000,-	1	Rp 510.000,-
Pengendali <i>slave</i> + modul sensor PIR	Rp 510.000,-	2	Rp 1.020.000,-
Pengendali <i>slave</i> + modul sensor LDR	Rp 380.000,-	2	Rp 760.000,-
Pengendali <i>slave</i> + modul <i>remote</i> AC	Rp 333.000,-	2	Rp 666.000,-
Harga Total			Rp 3.456.000,-

Untuk pengecekan daya maksimal dapat dilihat pada Gambar 8 (a) dapat dilihat tegangan yang terukur adalah 5,19 V dan Gambar 8 (b) arus yang terukur adalah 1,39 mA sehingga daya yang dikonsumsi oleh 1 modul pengendali adalah 7,2141 mWatt.

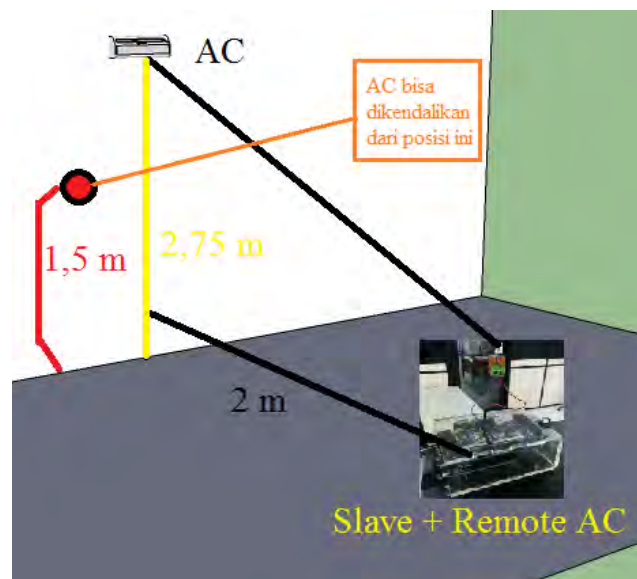
Instalasi yang dilakukan untuk menentukan jangkauan maksimal dari modul sensor. Terdapat 3 modul sensor yaitu sensor PIR, sensor LDR dan *remote AC*. Jangkauan dari sensor PIR dapat dilihat pada Gambar 9. Ketinggian instalasi yang dilakukan yaitu 3,75 meter dari sensor PIR ke lantai. Didapatkan jangkauan maksimal yang bisa dideteksi adalah 3 meter (lingkaran) dengan sudut 60° . Untuk sensor LDR pemasangan terbaik adalah di luar ruangan untuk menentukan ketika keadaan lingkungan terang maka lampu akan mati dan lingkungan gelap lampu akan mati. Keadaan gelap dan terang ini tentunya sangat berbeda setiap lingkungan sehingga untuk sensor LDR diperlukan pemograman ulang. Untuk pengecekan tingkat keterangan lingkungan dapat digunakan program *ldr.ino*. Untuk pengendali dengan *remote AC* memiliki jangkauan maksimal 2 meter dari dinding dengan arah IR LED ke AC. Untuk peletakan AC dapat diletakkan pada dinding dengan ketinggian 1,5 meter. Ilustrasi peletakan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 8: Pengecekan tegangan dan arus pada pengendali.



Gambar 9: Jangkauan sensor PIR.



Gambar 10: Jangkauan modul remote AC.

SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian perancangan sistem pengontrolan lampu dan AC yang terintegrasi secara nirkabel berbasis *low cost* dan *low power radio frequency*, dapat disimpulkan bahwa:

- Pengujian pada rumah 2 lantai berhasil, sehingga sistem ini sangat cocok untuk diinstalasi pada rumah dengan luas bangunan $<180\text{m}^2$, tebal tembok beton 15 cm dan tinggi plafond 4,2 meter.
- Pengujian pada ruangan kantor 7 lantai dengan luas tanah 350m^2 dan tinggi 30 meter didapati pengendali *master* memiliki jangkauan 1 lantai di atas dan 1 lantai di bawah dari letak lantai pengendali *master*. Ruangan kantor ini memiliki tebal tembok beton 15 cm dan tinggi plafond 4,3 meter.
- Untuk bangunan kantor lebih dari 7 lantai atau rumah dengan luas bangunan lebih dari 180m^2 dapat ditambahkan banyak pengendali *master* untuk men-*cover* semua wilayah.
- Untuk pengistalasiannya sistem ini tidak memerlukan pembongkaran sistem instalasi bangunan secara luas. Proses instalasi dapat dilakukan ketika bangunan rumah atau kantor telah jadi.
- Instalasi pengendali *slave* dengan modul sensor PIR memiliki jangkauan 3 meter dengan sudut 60° yang dipasang pada ketinggian 3,75 meter.
- Instalasi pengendali *slave* dengan modul *remote* AC memiliki jangkauan 2 meter dan arah IR LED mengarah ke AC. Penempatan terbaik dapat ditempatkan pada dinding dengan ketinggian 1,5 meter dari lantai.
- Untuk memilih modul yang digunakan harus diperhitungkan OS (*Operating System*) yang digunakan, *development tools*, referensi desain, harga per *unit*, komponen dan ketersediaan stok yang ada di dalam negeri.

Adapun beberapa hal yang masih perlu diperbaiki dan dikembangkan pada tugas akhir ini adalah:

- Arduino Uno dapat digantikan dengan Arduino Mega karena memori SRAM untuk penyimpanan data *array* yang digunakan pada *firmware remote AC* pada Arduino Uno hanya 2 KB sedangkan Arduino Mega 8KB [4] [7].
- Arduino Mega dapat menggantikan Arduino Uno untuk dapat mengendalikan 3 modul sensor sekaligus, karena Arduino Uno memiliki pin I/O yang sangat terbatas yaitu 14 pin I/O dibandingkan dengan Arduino Mega yang memiliki 54 pin I/O [7].
- Untuk pengembangan dapat ditambahkan sensor arus untuk mengetahui ketika lampu mengalami kerusakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hoperf (2006). RF12.pdf [Online]. Tersedia: <http://www.hoperf.com/pdf/rf12.pdf> diakses pada tanggal 3 Juni 2013.
- [2] Arduino (2009). EEPROM library [Online]. Tersedia: <http://www.arduino.cc/en/Reference/EEPROM> diakses pada tanggal 1 November 2013.
- [3] Ken Sherriff (2009). A Multi-Protocol Infrared Remote Library for the Arduino [Online]. Tersedia: <http://www.righo.com/2009/08/multi-protocol-infrared-remote-library.html> diakses pada tanggal 1 Juni 2013.
- [4] Arduino (2010). Arduino Board Uno [Online]. Tersedia: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno> diakses pada tanggal 3 Juni 2013.
- [5] Arduino (2009). Corrupt Array Variables And Memory [Online]. Tersedia: <http://playground.arduino.cc/Main/CorruptArrayVariablesAndMemory>. Diakses pada tanggal 24 Oktober 2013.
- [6] Jeelabs (2011). ATMEGA Memory Use [Online]. Tersedia: <http://jeelabs.org/2011/05/22/atmega-memory-use/> diakses pada tanggal 24 Oktober 2013.
- [7] Arduino (2010). Arduino Board Mega [Online]. Tersedia: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega> diakses pada tanggal 3 Juni 2013.
- [8] ASCII Code (2005). ASCII Code - The extended ASCII table [Online]. Tersedia: <http://www.ascii-code.com/> diakses pada tanggal 2 November 2013.

- [9] Darmaliputra, Albert. (2014). Pembuatan Webserver Berbasis Raspberry Pi yang Diintegrasikan Pada Sistem Pengontrolan Lampu dan AC Indonesia : Surabaya-Universitas Surabaya.