

PENERAPAN MIKROKONTROLER SEBAGAI SISTEM KENDALI PERANGKAT LISTRIK BERBASIS ANDROID

Satrio Adhi Nugroho¹, I Ketut Dedy Suryawan², I Nyoman Kusuma Wardana³

Program Studi Sistem Komputer STMIK STIKOM Bali^{1,2,3)}

Jalan Raya Puputan Renon no. 86 Denpasar, Bali, Indonesia tlp. (0361) 244445 fax: (0361) 264773
e-mail: rio.gigabyte@gmail.com¹⁾, dedymeng@stikom-bali.ac.id²⁾, kusumawardana@stikom-bali.ac.id³⁾

Abstrak

Perkembangan teknologi seperti perangkat bergerak (ponsel) pintar yang dilengkapi dengan teknologi jaringan dapat digunakan untuk mengatasi masalah penghematan listrik. Saklar listrik dapat diganti dengan menggunakan peralatan relai dan dikendalikan melalui mikrokontroler berbasis jaringan sehingga dapat terhubung ke ponsel pintar yang sudah terpasang program pengendali akan digunakan untuk mengatasi masalah tersebut. Adanya peralatan *Wifi- Shield* dan sensor arus listrik yang dapat berkomunikasi dengan *mikrokontroler*, memungkinkan terbentuknya komunikasi secara serial. Perintah berupa perintah on/off pada saklar dan informasi daya yang terpakai akan dikirim dari ponsel pintar dengan koneksi nirkabel menggunakan protocol Wifi. Sistem ini dapat menjadi pilihan solusi untuk system pengendalian jarak jauh. Dari hasil percobaan dengan menggunakan teknologi tersebut, ponsel pintar berbasis Android yang terpasang program pengendali saklar listrik dapat mematikan atau menghidupkan peralatan listrik dari jarak yang cukup jauh (sejauh koneksi wifi yang tersedia).

Kata kunci : Mikrokontroler, Android, Relai, Wifi Shield, Sensor arus

Abstract

Development of technology such as smartphones as well as the development of network technology can be used to solve the problem of power saving. Electrical switches can be replaced by using relays and network-based microcontroller equipment so that it can be used to resolve this issue. The presence of wifi-shield and voltage sensor that can communicate with the microcontroller through serial communication can be applied to send on/off commands for the switches. The power-used information is sent to a smart phone with wireless connection, and it can be a choice of solutions to address the replacement of the power switches. From the experimental results with the use of such technology, the Android-based smartphones that installed the control program can turn off the power switch or turn on electrical appliances from a considerable distance (as far as wifi connection is available).

Keywords : Microcontroller, Android, Relays, Wifi Shield, Current sensor

1. Pendahuluan

Peralatan listrik memegang peranan penting dalam kehidupan sehari-hari. Sistem pengendali peralatan listrik baik di rumah maupun perkantoran yang ada sekarang ini sebagian besar masih menggunakan saklar konvensional dan pemakai listrik tidak dapat mengetahui berapa besar daya yang sedang digunakan. Saklar konvensional tentunya harus dimatikan secara manual bilamana memang ingin mematikan peralatan yang terhubung ke saklar tersebut, terlebih lagi dengan banyaknya perangkat dan luasnya ruangan sehingga memerlukan waktu untuk melakukannya. Untuk kasus-kasus seperti ini, peranan teknologi menjadi penting untuk diterapkan. Dari tinjauan keekonomisan serta ukuran yang praktis, sistem pengendalian menggunakan mikrokontroler menjadi pilihan utama bagi masyarakat dan pengembang di bidang elektronika [1]. Selain mikrokontroler, untuk masalah kepraktisan untuk dibawa kemana-mana (*mobile*), perangkat bergerak seperti telepon genggam menjadi layak untuk dipertimbangkan. Perpaduan antara mikrokontroler dan perangkat telepon genggam menjadi pilihan utama dalam mengembangkan aplikasi-aplikasi sistem pengendalian yang bersifat praktis. Pada penelitian ini, penggunaan telepon genggam berbasis Android akan dipadukan dengan mikrokontroler yang tertanam pada Arduino.

Mikrokontroler merupakan sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan dapat menyimpan program didalamnya dikarenakan adanya memori. Mikrokontroler umumnya

terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Selain untuk tujuan praktis, mikrokontroler telah menjadi pilihan utama dalam bidang pendidikan yang terkait dengan duni *embedded systems* [2]. Mikrokontroler dapat memberikan berbagai solusi dalam sebuah sistem pengendalian, tidak terkecuali dalam sistem kendali peralatan listrik. Untuk aplikasi yang akan dibahas pada penelitian ini, mikrokontroler dapat diprogram untuk memonitor besarnya daya listrik yang sedang digunakan. Dengan demikian, pengguna sistem ini dapat diberikan kemudahan, baik dari sisi kepraktisan dalam mengoperasikan alat maupun dari sisi pemantauan pemanfaatan energi listrik.

Android merupakan sebuah sistem operasi yang populer untuk penggunaan pada ponsel. Perkembangan Android cukup signifikan beberapa tahun terakhir ini [3]. Fasilitas *open-source* atau sistem operasi yang dapat dikembangkan dengan bebas bagi penggunaannya membuat banyak orang mengembangkannya dengan inovasi – inovasi yang semakin berkembang, baik terhadap sistem operasinya maupun pada pembangunan aplikasinya.

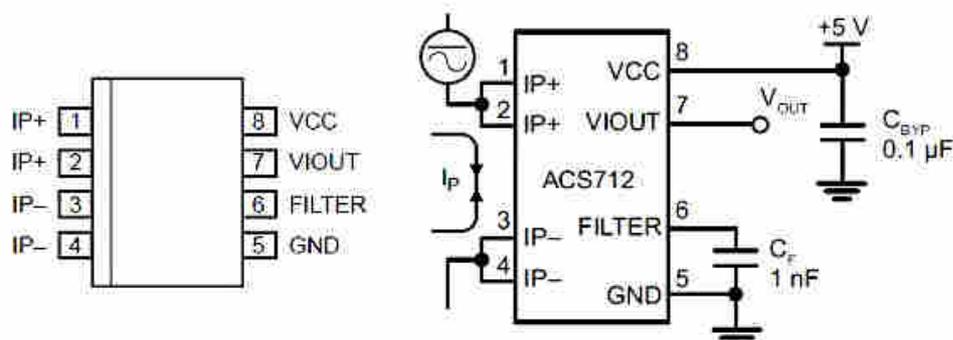
Pada penelitian ini, sistem dibangun memanfaatkan mikrokontroler yang bekerja dengan bantuan *wifi-shield*, sensor arus ACS712, dan relai. Pada sistem ini, relai bertindak sebagai sakelar untuk mematikan dan menyalakan perangkat listrik. Dengan memanfaatkan komunikasi nirkabel antara peralatan *wifi-shield* dengan perangkat Android, aksi untuk mematikan dan menyalakan peralatan listrik dapat dilakukan dari jarak jauh.

2. Tinjauan Pustaka

Teknologi mikrokontroler memiliki perkembangan yang sangat pesat dalam berbagai bidang penerapan, baik untuk penerapan arus lemah maupun arus kuat. Untuk penerapan pada perangkat listrik berarus lemah, mikrokontroler mengambil peranan signifikan pada perangkat rumah tangga (*consumer electronics*) [4]. Beberapa peneliti bahkan telah mencoba menerapkan sistem cerdas pada perangkat-perangkat ini, seperti penerapan algoritma logika fuzzy, jaringan saraf tiruan, atau kombinasi dari kedua metode tersebut pada sebuah mikrokontroler [5]. Untuk penelitian yang melibatkan arus kuat, mikrokontroler digunakan sebagai unit pemrosesan pusat dan selanjutnya mikrokontroler ini terhubung ke perangkat keras berarus kuat. Mikrokontroler dan perangkat keras berarus kuat tidak dihubungkan langsung secara fisik, namun umumnya menggunakan gaya magnet (misalnya pada relai), atau menggunakan gelombang cahaya (misalnya pada perangkat berbasis gelombang inframerah) [6].

Untuk memudahkan penggunaan, perancang dapat mengembangkan suatu sistem antarmuka (*interface*). Untuk perangkat bergerak, antarmuka ini dapat dibangun berdasarkan sistem operasi yang digunakan, misalnya Android. Kombinasi mikrokontroler dan perangkat berbasis Android telah berkembang dengan pesat. Beberapa penelitian diantaranya penerapan kedua perangkat tersebut dalam pengendalian perangkat listrik menggunakan input suara, dan aksi pengendalian dilakukan secara nirkabel [7]. Untuk memonitoring penggunaan energi pada perangkat listrik, sistem *smart-plug* telah dikembangkan untuk memudahkan pengguna [8].

Mikrokontroler merupakan suatu komponen elektronika yang di dalamnya terdapat rangkaian mikroprosesor, memori (RAM/ROM) dan I/O, rangkaian tersebut terdapat dalam level chip atau biasa disebut *single-chip microcomputer*. Pada mikrokontroler, sudah terdapat komponen-komponen mikroprosesor dengan bus-bus internal yang saling berhubungan. Komponen-komponen tersebut adalah RAM, ROM, timer, komponen I/O paralel dan serial, dan *interrupt controller*. Mikrokontroler juga merupakan otak dari sistem elektronika sehingga dapat diprogram sesuai keinginan pengguna [9].



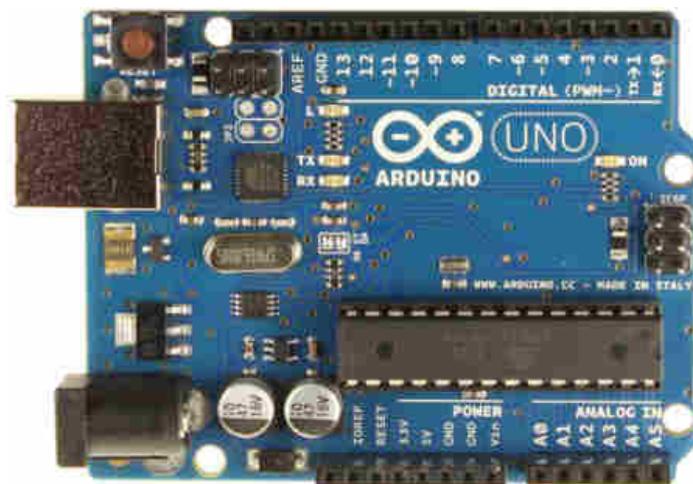
Gambar 1. Pinout IC ACS712 dan Rangkaian Penerapannya

Untuk merealisasikan sistem pemantauan energi listrik, mikrokontroler memerlukan perangkat sensor. Salah satu perangkat sensor yang umumnya digunakan untuk mendeteksi adanya arus listrik adalah IC ACS712. Komponen ini merupakan suatu IC terpaket yang mana berguna untuk sensor arus menggantikan trafo arus yang relatif besar dalam hal ukuran. Pada prinsipnya ACS712 sama dengan sensor efek Hall lainnya yaitu dengan memanfaatkan medan magnetik di sekitar arus kemudian dikonversi menjadi tegangan yang linier dengan perubahan arus. Nilai variabel dari sensor ini merupakan input untuk mikrokontroler yang kemudian diolah. Keluaran dari ACS712 masih berupa sinyal tegangan AC, agar dapat diolah oleh mikrokontroler maka sinyal tegangan AC ini di searahkan oleh rangkaian penyearah [10].

Salah satu platform yang memanfaatkan mikrokontroler yang paling populer dewasa ini adalah Arduino [11]. Arduino adalah sebuah platform komputasi fisik (*Physical Computing*) yang *open source* pada papan *input output* sederhana. Platform komputasi fisik maksudnya adalah sebuah sistem fisik yang interaktif dengan penggunaan *software* dan *hardware* yang dapat mendeteksi dan merespon situasi dan kondisi yang ada di dunia nyata. Arduino merupakan kombinasi hardware, bahasa pemrograman dan IDE (Integrated Development Environment) yang canggih. IDE adalah sebuah tool yang sangat memudahkan developer program dalam membangun programnya. IDE arduino dilengkapi dengan editor program, compiler dan uploader. Dengan editor program akan memudahkan pengguna dalam menulis dan mengedit program dalam bahasa processing. Compiler berfungsi untuk mengubah kode program dengan bahasa processing menjadi kode biner yang dapat dipahami oleh mikrokontroler yang ter-install pada papan Arduino. Uploader berfungsi untuk meng-upload kode biner dari komputer ke dalam memori mikrokontroler pada Arduino. Contoh papan Arduino diperlihatkan pada Gambar 2.

Dalam operasinya, mikrokontroler bertindak sebagai unit pemrosesan pusat dari suatu sistem. Untuk melakukan aksi dari hasil pengolahan data di dalam sebuah mikrokontroler, mikrokontroler memerlukan aktuator. Aktuator adalah elemen akhir dari suatu siklus kontrol. Pada penelitian ini, elemen akhir yang digunakan adalah saklar yang terkontrol secara elektrik (relai). Relai adalah saklar elektronik yang dapat membuka atau menutup rangkaian dengan menggunakan kontrol dari rangkaian elektronik lain. Berdasarkan prinsip kerjanya, relai dapat bekerja karena ada medan magnet yang digunakan untuk menggerakkan saklar. Saat kumparan diberikan tegangan sebesar tegangan kerja relai, maka akan timbul medan magnet pada kumparan karena ada arus yang mengalir pada lilitan kawat. Kumparan yang bersifat sebagai elektromagnet ini kemudian akan menarik saklar dari kontak NC (*Normally Close*) ke kontak NO (*Normally Open*) [12]. Jika tegangan pada kumparan dimatikan, maka medan magnet pada kumparan akan hilang sehingga pegas akan menarik saklar ke kontak NC.

Untuk sistem pengendalian jarak jauh, komunikasi secara nirkabel menjadi pilihan yang praktis. Untuk mewujudkan desain ini, diperlukan sebuah shield pada Arduino agar mikrokontroler dapat berkomunikasi melalui protokol Wifi. *Wifi-shield* merupakan sebuah modul wireless LAN yang dapat digunakan untuk komunikasi data melalui gelombang 2.4Ghz [13]. Modul mendukung penggunaan Arduino tipe UNO, Leonardo, dan Arduino Mega.



Gambar 2. Papan Arduino UNO

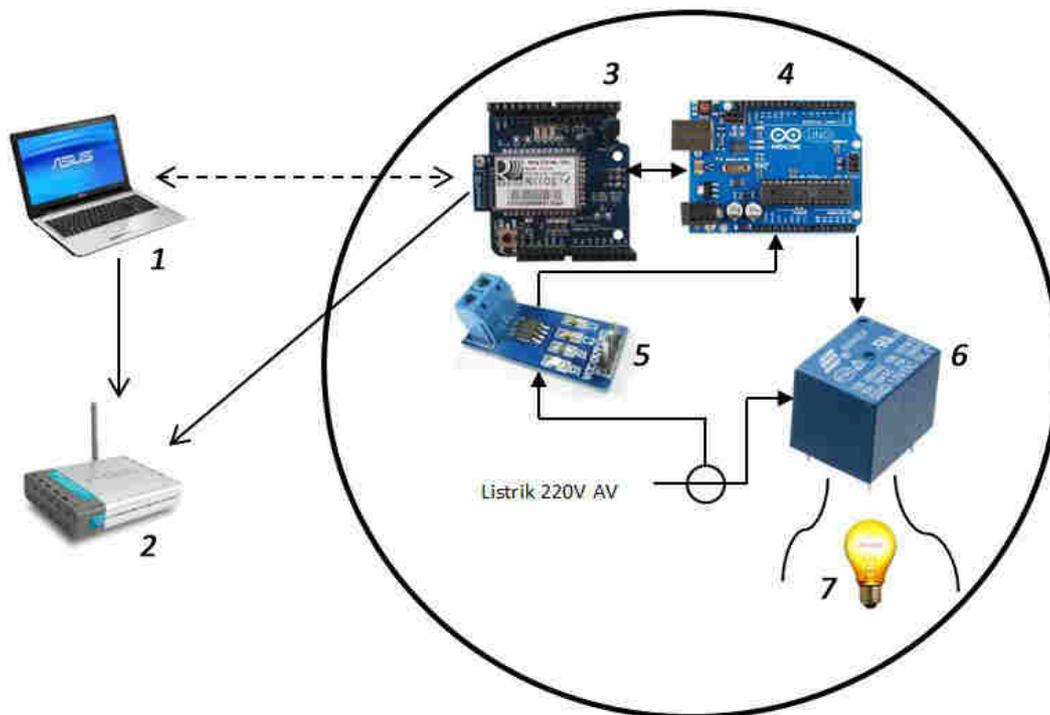
3. Analisis dan Perancangan Sistem

3.1 Diagram Analisis

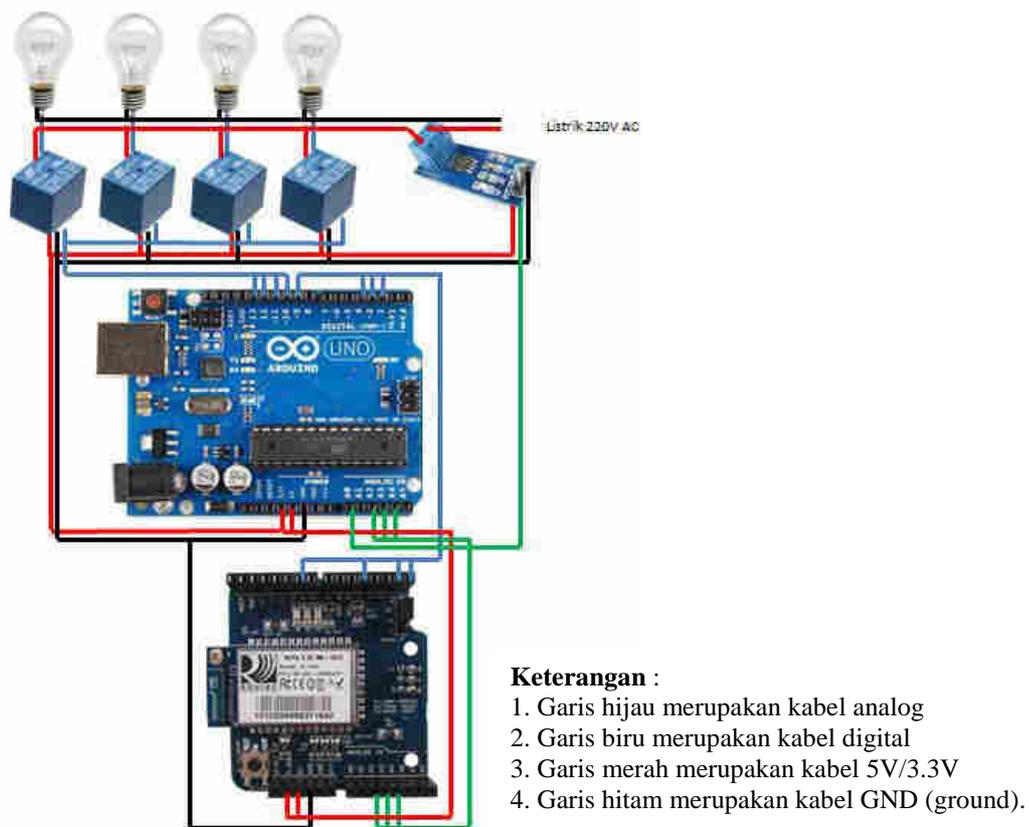
Tujuan utama dari penelitian ini adalah sistem pengendalian dan monitoring perangkat listrik. Perangkat listrik yang digunakan sebagai objek penelian adalah lampu pijar. Kendali lampu ini menggunakan mikrokontroler ATmega328 yang telah terintegrasi pada Arduino UNO. Pemrograman pada Arduino menggunakan bahasa mirip C (*C-like*) dan digunakan IDE Arduino sebagai antarmuka pemrograman. Alat ini dirancang hanya untuk mengendalikan empat buah lampu berdaya 5 Watt dan untuk monitoring daya lampu. Untuk sistem basis data, kendali lampu ini menggunakan aplikasi Notepad. Alat ini menggunakan transformator 12V sebagai suplai daya relay dan mikrokontroler. Sensor arus yang digunakan adalah ACS712 dan modul *wifi* yang digunakan EMS *Wifi-Shield*. Sebagai alas dari mikrokontroler, *acrylic* dengan panjang 10 cm dan lebar 10 cm digunakan sebagai penyangga sekaligus tempat sebagai tempat mengatur posisi komponen. Alat ini menggunakan *access point* sebagai media komunikasinya, dan *emulator* Android sebagai sistem kendalinya

Skema sistem kendali lampu berbasis Android merupakan gambaran keseluruhan sistem kendali lampu dengan menggunakan *emulator* Android sebagai sistem kendalinya. Pada penelitian ini, pemrograman Android tidak diaplikasikan langsung ke perangkat bergerak, namun masih menggunakan emulator. Skema seluruh sistem kendali lampu diperlihatkan pada Gambar 3. Laptop berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui jaringan Wifi dengan menggunakan *access point* sebagai media penghubungnya. Dengan emulator android, user dapat mengendalikan rangkaian lampu. Selanjutnya, perintah dari *user* akan diterima oleh *Wifi-shield* pada mikrokontroler. Selanjutnya, mikrokontroler akan memproses perintah dari user yang akan meneruskan ke komponen akhir, yaitu relay. Sensor arus akan mendapatkan besarnya arus yang digunakan oleh lampu. Untuk mengetahui daya yang terpakai, *user* dapat menekan tombol *check*. Arus yang didapatkan akan dikirim balik ke mikrokontroler, dan selanjutnya mikrokontroler mengirimkan daya yang terpakai ke emulator Android melalui *Wifi-shield*.

Rangkaian sistem kendali lampu berbasis Android merupakan rangkaian keseluruhan sistem komponen perangkat keras. Gambar 4 memperlihatkan keterhubungan antara komponen satu dengan komponen lainnya sehingga menjadi kesatuan sistem yang dapat digunakan dalam sistem kendali lampu ini.

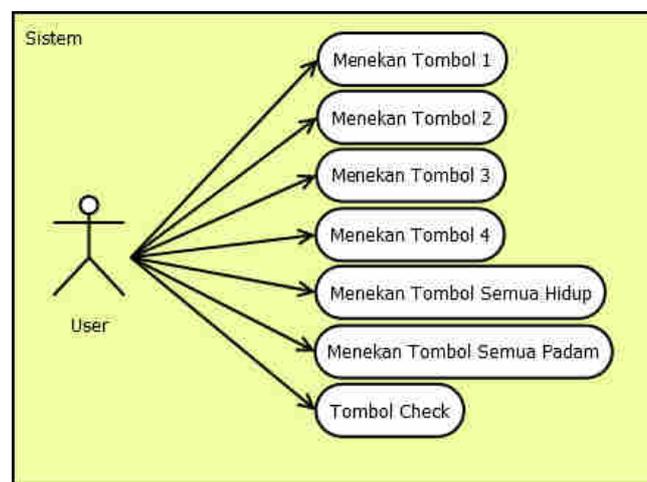


Gambar 3. Skema Keseluruhan Sistem Kendali Lampu



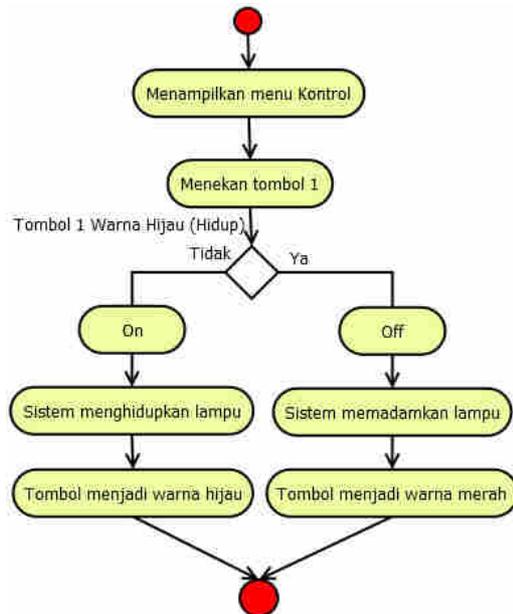
Gambar 4. Rangkaian Sistem Kendali Lampu Berbasis Android

Terdapat beberapa cara untuk menganalisis sistem pada penelitian ini, yaitu menggunakan *use-case diagram*, *activity diagram*, *sequence diagram* maupun *class diagram*. *Use case* ditentukan sesuai dengan jalannya sistem yang dibangun dan proses apa saja yang dapat dilakukan oleh pengguna terhadap sistem tersebut. Gambar 5 merupakan gambaran *use case diagram* yang menjelaskan aktivitas aktor. Aktor, atau pengguna akan berinteraksi dengan sistem melalui penekanan antarmuka tombol yang disediakan, dan selanjutnya dari antarmuka tombol ini, mikronkontroler akan melakukan aksi yang sesuai.



Gambar 5. Use Case Diagram Penelitian

Aktivitas yang terjadi pada sistem dijabarkan dengan beberapa *activity diagram*. Gambar 6 merupakan *activity diagram* menekan tombol 1 yang menggambarkan urutan aktivitas yang terjadi pada sistem menekan tombol 1. *Activity diagram* ini terjadi ketika *user* berada di halaman kontrol. Pada tombol 1, terdapat 2 fungsi untuk menghidupkan lampu dan untuk mematikan lampu. Ketika lampu dihidupkan warna tombol akan berubah menjadi warna hijau dan ketika lampu dimatikan warna tombol menjadi warna merah.



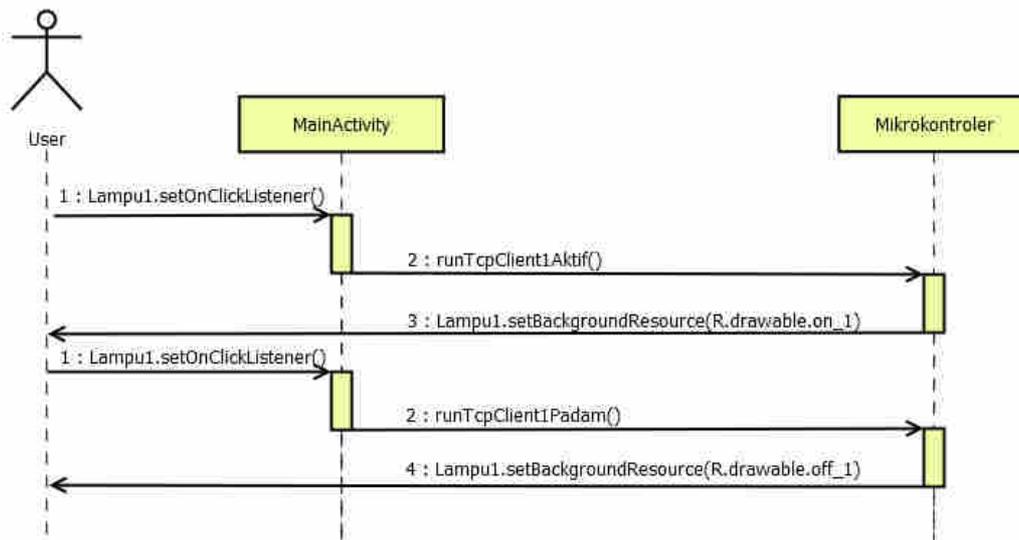
Gambar 6a. *Activity Diagram* Menekan Tombol 1



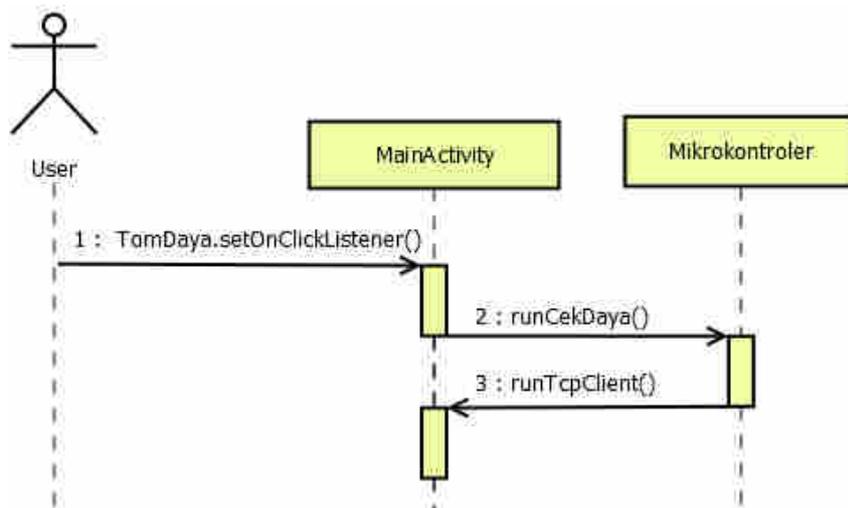
Gambar 6b. *Activity Diagram* Menekan Tombol Check

Gambar 6, merupakan *activity diagram* menekan tombol *check* yang menggambarkan urutan aktivitas yang terjadi pada sistem menekan tombol *check*. Ketika *user* menekan tombol *check*, mikrokontroler akan mengirimkan informasi daya yang terpakai kemudian menampilkannya pada android.

Kelakuan objek pada *use case* dengan mendeskripsikan waktu hidup objek dan *message* yang dikirimkan dan diterima antar objek yang terjadi pada sistem ini dijabarkan dengan beberapa *sequence diagram* berikut ini diantaranya, Gambar 7 merupakan *sequence diagram* tombol 1 yang menggambarkan kelakuan objek pada *use case* yang terjadi pada sistem tombol 1. Gambar 8 merupakan *sequence diagram* tombol *check* yang menggambarkan kelakuan objek pada *use case* yang terjadi pada sistem tombol *check*.



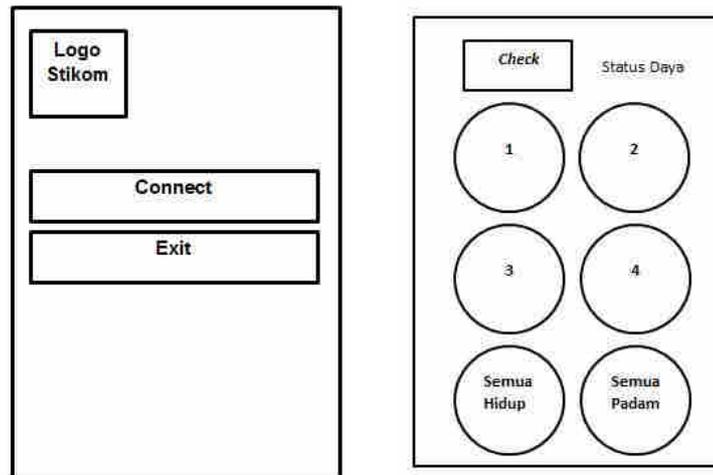
Gambar 7. Sequence Diagram Tombol 1



Gambar 8. Sequence Diagram Tombol Check

3.2 Desain Antarmuka

Halaman utama adalah menu yang di tampilkan saat pertama kali aplikasi dijalankan. Pada gambar 9, halaman utama merupakan sebuah menu yang wajib dilewati oleh *user* agar bisa menggunakan aplikasi ini, di mana *user* akan di minta untuk menekan tombol *connect* kemudian sistem akan mencocokkan *IP* dan *Port* yang sudah didaftarkan sebelumnya pada sistem. Pada gambar 13 merupakan halaman kontrol, halaman ini berisi tombol (*button*) *On* atau *Off* sebagai kendali lampu dan tombol (*button*) *check* sebagai menampilkan daya.



Gambar 9. Desain Halaman Utama dan Halaman Kontrol

4. Implementasi Sistem

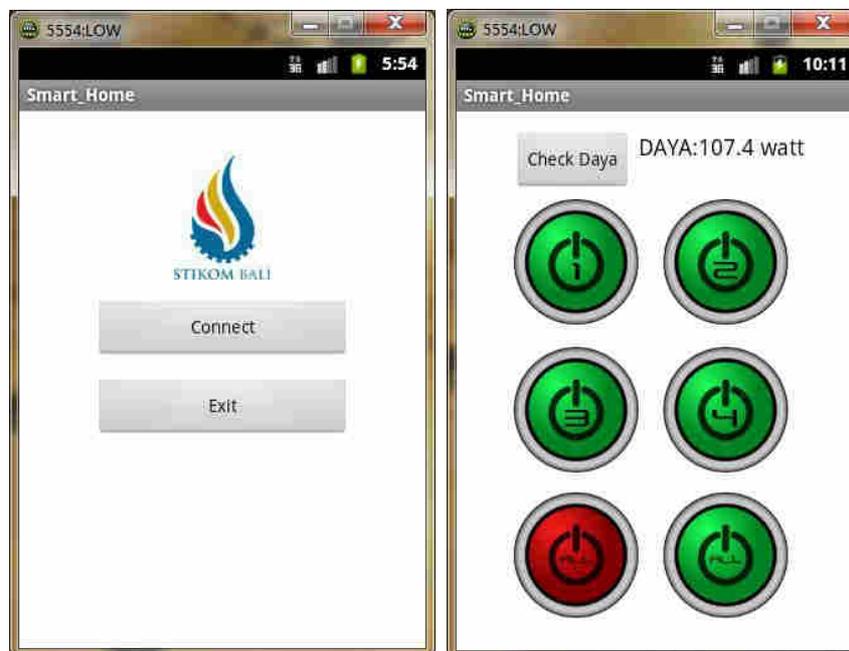
Pada tahap ini akan dilakukan implementasi sistem berdasarkan hasil analisis dan perancangan sistem yang telah dilakukan. Untuk kebutuhan *hardware* yang digunakan dalam pembuatan kendali lampu ini adalah Laptop, Arduino UNO, Wifi Shield, Relai, ACS712, Lampu 5 Watt, Kabel USB, Kabel Serial, Kabel Jumper, dan Breadboard. Untuk kebutuhan software adalah IDE Arduino, Eclipse, Adobe Dreamweaver, XAMPP dan Microsoft Word.

Proses pemasangan *Wifi-shield* merupakan proses yang pertama kali dilakukan penulis sehingga Arduino dapat berkomunikasi secara serial dengan *Wifi-shield*. Kedua, pemasangan ACS712 yang dilakukan penulis sehingga Arduino dapat berkomunikasi secara serial dengan ACS712. Proses pemasangan relai merupakan proses ketiga yang dilakukan penulis sehingga Arduino dapat berkomunikasi secara serial dengan relai. Dalam kasus ini, penulis menggunakan 4 relai sebagai saklar 4 buah lampu 5 Watt. Gambar 10 merupakan hasil final dari perakitan pengendali lampu.



Gambar 10 Hasil Akhir Pengendali Lampu

Pada saat *user* memulai untuk menjalankan aplikasi maka user akan masuk ke halaman utama terlebih dahulu. Pada bagian ini user dapat menggunakan dua tombol yang tersedia seperti tombol *connect* untuk melakukan komunikasi terhadap mikrokontroler dan tombol *exit* untuk keluar dari aplikasi. Berikut merupakan tampilan halaman utama dari aplikasi. Tampilan antarmuka diperlihatkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Tampilan Antarmuka Android

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, hasil percobaan dan pengujian yang telah dilakukan pada sistem kendali ini setelah diimplementasikan, serta didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah direalisasikan purwarupa alat untuk pengendalian perangkat listrik sekaligus monitoring daya terpakai. Sistem kendali ini dirancang dengan menggunakan mikrokontroler Atmega328, Sensor arus ACS712, Wifi Shield dan Relai sebagai pengontrol lampu.
2. Penelitian ini telah menghasilkan antarmuka sederhana dan *user-friendly* untuk dapat dioperasikan secara mudah oleh pengguna.
3. Komunikasi nirkabel pada mikrokontroler menggunakan protokol Wifi sangat dimungkinkan. Berdasarkan penelitian, komunikasi secara nirkabel berlangsung dengan lancar.
4. Android telah mendukung fitur-fitur yang lengkap untuk membangun suatu sistem komunikasi dengan mikrokontroler.

Daftar Pustaka

- [1] Barrett, S., 2009. *Embedded System Design with the Atmel AVR Microcontroller*, Morgan&Claypool, ISBN: 1608451283
- [2] Chien-Hung, L., Chien-Yu, L., Shan-Jen, C., Koan-Yuh, C., Yung-Chia, H., Weng-Ming, C. 2014. *Capture-Replay Testing for Android Applications*. IEEE International Symposium on Computer Consumer and Control (IS3C), pp 1129.
- [3] Jianyun, N., Jing, L. 2010. *Microcontroller-based Engineering Education Innovation*. IEEE International Conference on Educational and Information Technology (ICEIT) Vol.3. ISBN 978-1-4244-8035-7.
- [4] Ursutiu, D., Samoila, C., Nascov, V., Moga, M. 2012. *Microcontroller Technologies in Low Power Applications*. IEEE International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL), pp 1., ISBN 978-1-4673-2425-0

-
- [5] Chao-Ting, C., Huann-Keng C., Ruei-Song, W. 2014. *Sliding Mode Fuzzy Neural Network Estimator using 8-bit Microcontroller for Motor Fan Air Volume Control*. IEEE International Symposium on Next-Generation Electronics (ISNE). pp 1.
 - [6] Matijevics, I. 2007. *Infrared Sensors Microcontroller Interface System for Mobile Robots*. IEEE International Symposium on Intelligent Systems and Informatics. pp 177. ISBN 978-1-4244-1442-0
 - [7] Aripin, N., Othman, M.B. 2014. *Voice Control of Home Appliances using Android*. IEEE Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar (EECCIS), pp 142. ISBN 978-1-4799-6946-3.
 - [8] Shajahan, A.H. 2013. *Data acquisition and control using Arduino-Android platform: Smart plug*. IEEE International Conference on Energy Efficient Technologies for Sustainability (ICEETS). pp 241. ISBN 978-1-4673-6149-1.
 - [9] Heryanto, M., Wisnu, A.P. 2008. *Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATmega 8535*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
 - [10] Fauzi, D. 2011. *Monitoring Lampu Koridor Gedung A D4 Pens-ITS Dengan Menggunakan Wireless Sensor Network*. Skripsi: ITS Surabaya
 - [11] Artanto, D. 2012. *Interaksi Arduino dan LabVIEW*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
 - [12] Herman, D.S. 2009. *Elektronika Lanjut*. Jember: Cerdas Ulet Kreatif.
 - [13] Tim Penyusun, 2013. *Development Tools Companion DVD V4.1*. Innovative Electronic