

SISTEM KENDALI ALAT ELEKTRONIKA MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO R3 DAN ETHERNET SHIELD DENGAN ANTARMUKA BERBASIS ANDROID

ELECTRONIC EQUIPEMENT CONTROL SYSTEM
USING ARDUINO UNO R3 AND ETHERNET SHIELD WITH ANDROID-BASED INTERFACE

Prio Handoko, Hendi Hermawan, Mohammad Nasucha

Email: prio.handoko@upj.ac.id

Fakultas Teknologi dan Desain Program Studi Teknik Informatika Universitas Pembangunan Jaya
Jl. Cendrawasih Raya Blok B7/P Bintaro Jaya, Sawah Baru, Ciputat, Tangerang Selatan, 15413

Abstrak— Sistem kendali perangkat elektronika merupakan sebuah sistem sederhana yang dibangun untuk dapat mematikan dan menghidupkan perangkat elektronika, khususnya perangkat elektronika yang terdapat di sekitar rumah dengan memanfaatkan perkembangan teknologi informasi saat ini. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem yang dapat membantu masyarakat perkotaan dalam melakukan pengendalian terhadap alat elektronika yang digunakan sehari-hari di tempat tinggal yang mencakup *software* dan *hardware* dengan perangkat mobile sebagai kendalinya. Penelitian mengadopsi tahapan-tahapan metode pengembangan *prototype* dan sistem yang akan dikembangkan nantinya menggunakan perangkat keras mikrokontroler Arduino UNO R3 sebagai pusat kendali utama sistem yang terhubung dengan jaringan lokal dengan akses nirkabel pada jaringan lokal menggunakan *wireless router* dan *ethernet shield*, dan sebagai antarmuka kendali terhadap sistem digunakan aplikasi berbasis Android menggunakan aplikasi *open source* MIT Application Inventor. Guna memastikan sistem kendali dapat berfungsi seperti yang direncanakan, pengujian *black box* dan *white box* pun dilakukan. Pengujian *black box* penekanannya lebih kepada menguji perilaku sistem kendali yang diamati secara langsung (empirik) sedangkan pengujian *white box* dilakukan untuk menguji kesesuaian operasi sistem kendali berdasarkan perintah-perintah yang dituliskan dalam program yang ditanamkan pada *smartphone*. Setelah beberapa kali percobaan dilakukan menunjukkan bahwa sistem kendali ini mampu bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan sehingga pengguna dapat mematikan dan menghidupkan alat elektronika seperti lampu, kipas angin dan lainnya menggunakan perangkat bergerak tanpa harus dengan berjalan menuju lokasi saklar.

Kata kunci — sistem kendali, teknologi informasi, mikrokontroler, Arduino UNO, *prototype*

Abstract— Electronic device control system is a simple system built to be able to turn off and turn on the electronic device, electronic device embedded in particular around the House by making use of technological developments information at this time. Research aims to develop a system that can help urban communities in conducting control of electronic tools are used daily in residences that include software and hardware with mobile devices as its control. The research of adopting the method of stages of development and prototype system that will be developed later using the microcontroller hardware Arduino UNO R3 as a main control center system that is connected to the local network with access Wireless on a local network using a wireless router and ethernet shield, and as a control interface to the system used an Android-based applications using open source applications MIT Inventor's Application. In order to ensure full system can function as planned, black box testing and white box testing ever made. Black box testing emphasis more to test the behavior of a control system to be directly observed (empirical) while the white box testing is performed to test the suitability of the operation system of control based on the commandments written in a program that is embedded on a smartphone. After a few times of experiments conducted shows that this control system is able to work as well as expected so that the user can turn off and turn on the appliance electronics such as a lamp, fan and other uses mobile device without having to walk towards the location of the switch.

Keywords — control system, information technology, microcontroller, Arduino UNO, *prototype*

I. PENDAHULUAN

Teknologi informasi merupakan salah satu bidang yang secara global setiap tahunnya mengalami perkembangan yang begitu pesat. Hal ini dapat dirasakan dari semakin banyaknya bermunculan perangkat lunak-perangkat lunak, perangkat keras-perangkat keras dan pun perangkat *mobile* berteknologi baru yang muncul dengan menawarkan fitur-fitur yang lebih baik dari versi sebelumnya. Kemunculannya pun kini tidak lagi dalam hitungan tahun atau bulan, tetapi sudah dalam hitungan yang lebih cepat, yaitu dalam hitungan minggu. Pengembangan teknologi informasi yang menyertai munculnya *software*, *hardware* dan perangkat *mobile* baru ini tentunya hadir dengan sebuah tujuan, yaitu memberikan dukungan bagi manusia dalam meningkatkan produktifitas dan kemudahan penyelesaian pekerjaan dengan memaksimalkan pemanfaatan teknologi formasi. Perkembangan teknologi informasi dituntut untuk dapat membantu memenuhi kebutuhan manusia saat ini yang menginginkan segala sesuatu dapat dilakukan dengan mudah dan cepat disela-sela kesibukan manusia dalam beraktifitas.

Alasan utama penelitian ini dilakukan adalah adanya keinginan untuk dapat membantu masyarakat perkotaan (*urban community*) dengan memanfaatkan teknologi informasi dengan mengembangkan sebuah sistem yang dapat membantu masyarakat perkotaan dalam melakukan pengendalian terhadap alat lektronika yang digunakan sehari-hari di tempat tinggal yang mencakup *software*, *hardware* dan *gadget*. Pengendalian yang dimaksud di sini adalah melakukan pengendalian untuk mematikan dan menghidupkan alat elektronik yang digunakan aplikasi (*software*) yang tertanam dalam *gadget* yang terhubung dengan perangkat jaringan komputer (*hardware*) yang dapat diakses menggunakan akses *wireless* ke jaringan lokal (LAN) dan pusat kendali utama sistem (*hardware*). Alasan lain adalah untuk memberikan kontribusi terhadap perkembangan teknologi informasi dalam bentuk pengembangan sistem kendali dan diharapkan dengan dikembangkannya sistem ini, pengguna tidak perlu lagi berusah payah untuk mematikan dan menghidupkan alat lektronika, seperti lampu, kipas angin dan lainnya dengan berjalan menuju lokasi saklar yang ditempatkan menyebar di dalam tempat tinggal. Sistem ini dapat diimplementasikan pada tempat tinggal berlantai satu, dua hingga tiga lantai. Sistem yang akan dikembangkan nantinya menggunakan perangkat keras mikrokontroler

Arduino UNO R3 sebagai pusat kendali utama sistem yang terhubung dengan jaringan lokal dengan akses *wireless* pada jaringan lokal menggunakan *wireless router*, dan sebagai antarmuka (*interface*) kendali terhadap sistem digunakan aplikasi berbasis Android menggunakan aplikasi *open source* MIT Application Inventor.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Sejalan dengan kebutuhan penelitian, beberapa pustaka digunakan untuk dapat mendukung terlaksananya penelitian lebih lanjut. Peneliti mengawali penelitian ini dengan melakukan tinjauan terhadap beberapa pustaka mengenai penelitian terdahulu, kemudian dilanjutkan dengan menambahkan beberapa pustaka untuk menyempurnakan pustaka penelitian.

A. Penelitian Terdahulu

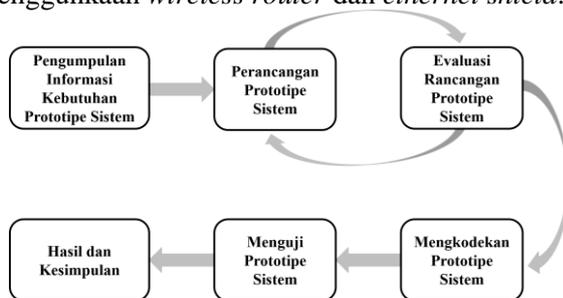
Tinjauan terhadap penelitian terdahulu ditujukan untuk memberikan gambaran mengenai proses perancangan dan pengembangan sistem yang pernah dilakukan sebelumnya sekaligus untuk mengumpulkan data mengenai perangkat yang digunakan dalam penelitian untuk dijadikan bahan pertimbangan peneliti dalam penentuan perangkat yang akan digunakan dalam pengembangan sistem yang akan dilakukan peneliti.

Penelitian terdahulu digunakan sebagai referensi dalam perancangan dan pencarian gagasan yang akan diteliti dan diimplementasikan dalam sebuah pengembangan sistem. Beberapa penelitian yang digunakan sebagai referensi pengembangan sistem yang akan dilakukan berkisar pada pengembangan sistem kendali, baik manual ataupun otomatis, sensor yang digunakan, penggunaan mikrokontroler Atmega dan modul Arduino UNO R3. Beberapa penelitian terdahulu yang digunakan sebagai referensi pengembangan sistem ini adalah penelitian yang menghasilkan sebuah perancangan sistem kendali perangkat elektronik menggunakan modul mikrokontroler Arduino UNO sebagai kendali utama dan modul *ethernet shield* sebagai komunikasi antar pengendali utama dengan pengendalinya, PC maupun perngkat *mobile* (*gadget*) melalui jaringan komputer. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Satrio Wibowo [1] serta Andrianto dan Arief S. [2] untuk mengembangkan sebuah sistem kendali berbasis web untuk mengendalikan peralatan rumah tangga, kemudian Fiisabilillah dkk. [3], Rahmiati dkk. [4], serta Andik G. dan Priadhana E.K. [5], melakukan

penelitian yang serupa yaitu membangun sebuah sistem kendali berbasis Arduino menggunakan *bluetooth* sebagai media koneksinya untuk mengendalikan alat-alat listrik. Penelitian lainnya yang dijadikan referensi adalah penelitian yang mengembangkan sistem kendali kebutuhan yang lebih spesifik seperti, mengendalikan alat elektronik yang memfokuskan hanya pada lampu ruangan secara otomatis seperti yang dilakukan oleh Iyuditya [6] dan Fathoni [7]. Penelitian lainnya seperti yang dilakukan oleh Syofian [8] dan Girsang dkk.[9] yang mengembangkan sistem pengendalian pintu pagar otomatis. Pemilihan referensi ini bertujuan untuk menggali informasi untuk pengembangan sistem kendali yang akan dikembangkan mulai dari penggunaan perangkat keras dan lunak, komponen utama dan pendukung, kemudian cara kerja setiap perangkat dan komponen serta *interface* yang digunakan serta memperluas jangkauan alat elektronik yang dapat dikendalikan tanpa harus berlangganan koneksi internet karena sistem ini dikendalikan melalui jaringan lokal saja seperti yang dilakukan oleh Satrio Wibowo [1], Fiisabilillah dkk. [3] serta Rahmiati dkk. [4].

III. METODE

Metode penelitian yang akan dilakukan yaitu dengan cara kuantitatif dan kualitatif melalui proses pengumpulan literasi dan eksperimen dalam pengembangan sistem kendali alat elektronika menggunakan mikrokontroler Arduino UNO R3 dan Ethernet Shield dengan antarmuka aplikasi berbasis Android. Proses eksperimen yang dilakukan yaitu meliputi pembuatan rancangan kendali utama sistem menggunakan mikrokontroler Arduino UNO R3 sebagai pusat pengolahan data, pembuatan program sistem kendali dan program aplikasi *mobile* berbasis Arduino, pengaturan jaringan LAN dengan akses nirkabel (*wireless*) LAN antara pengendali utama dengan perangkat *mobile* yang digunakan menggunakan *wireless router* dan *ethernet shield*.



Gambar-1. Metode penelitian model *prototype*.

Metode kualitatif digunakan untuk menguji respon kendali utama terhadap perintah yang dikirimkan melalui aplikasi berbasis Android dan pengujian terhadap fungsionalitas aplikasi. Pengujian tersebut nantinya akan menghasilkan sebuah kesimpulan mengenai kinerja sistem kendali dan kinerja fungsionalitas aplikasi.

Gambar-1 menunjukkan diagram metode proses eksperimen pembuatan sistem kendali yang mengacu kepada model pengembangan *prototyping* [10] yang disesuaikan dengan kebutuhan pengembangan prototipe sistem kendali. Tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian dalam paper ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Informasi Kebutuhan Prototipe Sistem

Tahapan pengumpulan data yang dilakukan terdiri dari tiga tahapan. Pertama, penelitian ini diawali dengan kegiatan studi literatur dari berbagai sumber, baik yang berasal dari jurnal ilmiah, buku-buku, situs internet serta *file* multimedia. Studi ini dilakukan untuk dapat mempelajari dan melakukan penelaahan terhadap berbagai sumber yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan.

2. Perancangan Prototipe Sistem

Proses selanjutnya adalah melakukan melakukan perancangan sementara sistem sebagai dasar pengembangan dan dievaluasi untuk melihat kestabilan sistem awal.

3. Evaluasi Rancangan Prototipe Sistem

Kegiatan berikutnya adalah melakukan evaluasi terhadap rancangan prototipe sistem yang telah dibuat. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah rancangan prototipe sistem yang telah ditetapkan sesuai dengan tujuan pembuatan. Jika rancangan prototipe sistem telah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka dilanjutkan ke tahapan berikutnya yaitu, pengkodean sistem, tetapi jika dirasakan belum sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka dilakukan perbaikan terhadap prototipe dengan mengulangi kembali tahapan metode pengembangan dari awal.

4. Mengkodekan Prototipe Sistem

Tahapan selanjutnya adalah menterjemahkan rancangan sistem ke dalam bahasa pemrograman yang sesuai dengan kebutuhan sistem.

5. Menguji Prototipe Sistem

Setelah tahapan pemrograman sistem selesai, tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian

terhadap sistem untuk dapat mengetahui apakah sistem siap untuk diimplementasikan dan telah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Pengujian ini dilakukan dengan menguji kepekaan sistem dan respon eksekusi perintah pengendalian terhadap mikrokontroler sebagai pengendali utama.

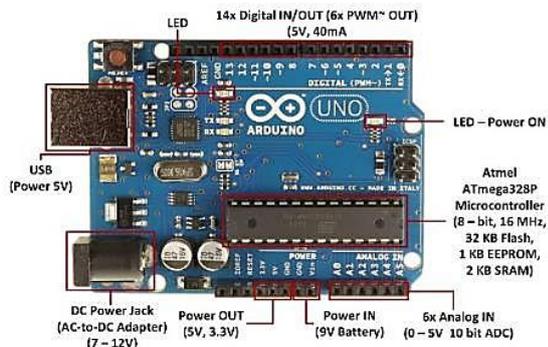
A. Pengujian Sistem Kendali Menggunakan Metode White Box Testing dan Black Box Testing

Proses pengujian berikutnya adalah melakukan pengujian untuk mengamati perilaku sistem kendali merespon instruksi diberikan dalam program, baik program yang dituliskan untuk modul Arduino UNO R3 menggunakan Arduino IDE berbasis teks maupun program untuk aplikasi mobile sistem kendali berbasis GUI menggunakan MIT Application Inventor.

B. Kebutuhan Perangkat Keras dan Lunak

Guna membangun sistem kendali alat elektronika, selain dibutuhkan perangkat lunak yang berisikan urutan perintah-perintah yang disusun secara sistematis dalam bentuk program, dibutuhkan juga perangkat-perangkat keras sebagai pembangun sistem kendali secara fisik.

1) *Arduino UNO*



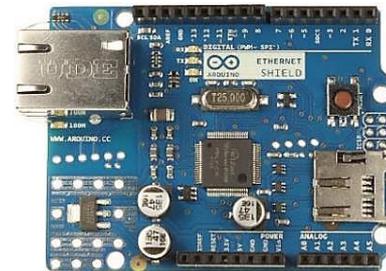
Gambar-2. Modul arduino UNO.

Arduino UNO merupakan papan sirkuit berbasis mikrokontroler ATmega328 seperti yang ditunjukkan Gambar-2. ATmega328 adalah chip mikrokontroler 8-bit berbasis AVR-RISC buatan Atmel yang memiliki 32 KB memori ISP flash dengan kemampuan baca-tulis (read/write), 1 KB EEPROM, 2 KB SRAM dan karena kapasitas memori Flash sebesar 32 KB inilah kemudian chip ini diberi nama ATmega328.

2) *Arduino Ethernet Shield*

Arduino Ethernet Shield seperti yang ditunjukkan Gambar-3 memungkinkan sebuah modul Arduino untuk terhubung ke jaringan. Hal ini didasarkan pada

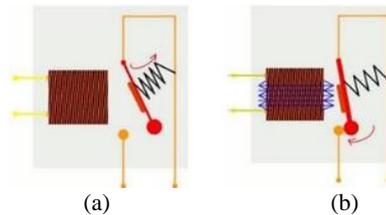
kemampuan Wiznet W5100 ethernet chip yang mampu menyediakan alamat IP, baik TCP maupun UDP serta mendukung hingga empat koneksi socket secara simultan. Arduino Ethernet Shield dihubungkan ke modul Arduino dengan memanfaatkan header kawat-wrap Arduino Ethernet Shield yang diperpanjang dengan tata letak pin sama dengan tata letak pin pada modul Arduino sehingga memungkinkan untuk digabungkan dengan modul Arduino dengan cara ditumpuk pada bagian atas modul Arduino.



Gambar-3. Arduino ethernet shield.

Ethernet Shield memiliki standar RJ-45 koneksi, dengan transformator yang terintegrasi dengan enabled Power over Ethernet (PoE). Arduino Ethernet Shield ini memiliki slot kartu microSD yang terintegrasi yang dapat digunakan untuk menyimpan file untuk melayani proses melalui jaringan.

3) *Relay*



Gambar-4. Kondisi relay (a) saat relay tidak aktif, (b) saat relay aktif.

Relay adalah sebuah saklar elektromagnet yang dioperasikan oleh tegangan yang relatif rendah yang dapat diaktifkan pada tegangan yang lebih tinggi. Inti dari relay adalah sebuah elektromagnet yang dihasilkan dari lilitan kawat yang terdapat di dalam bangunan relay. Relay diimplementasikan menggunakan modul papan single relay seperti yang ditunjukkan Gambar-5.

Relay dibutuhkan karena dalam implementasinya, sebuah perangkat elektronika yang beroperasi pada tegangan rendah digunakan untuk dapat mengaktifkan perangkat lain yang beroperasi pada tegangan tinggi dan relay dalam hal ini dapat digunakan untuk mengakomodir kebutuhan tersebut. Gambar-4 di atas memperlihatkan bagaimana relay bekerja. Ketika daya dialirkan melalui sirkuit pertama

(Gambar 4.a), maka hal ini akan mengaktifkan elektromagnet (berwarna coklat) dan menghasilkan medan magnet (berwarna biru) yang akan menarik kontak (berwarna merah) dan mengaktifkan sirkuit kedua (Gambar 4.b).

Apabila daya dimatikan, pegas menarik kontak kembali ke posisi semula dan mengakibatkan sirkuit kedua kembali dalam posisi tidak terhubung (off/mati). Penjelasan di atas adalah contoh dari kondisi *relay* yang disebut dengan "*normally open*" (NO), dimana kontak dalam rangkaian kedua dalam kondisi normal berada dalam posisi tidak terhubung (*default*), dan beralih hanya pada saat arus mengalir melalui magnet.



Gambar-5. Modul papan *single relay*.

Kondisi *relay* lainnya adalah "*normally closed*" (NC); dimana dalam kondisi default kontak terhubung sehingga arus mengalir dan akan aktif hanya ketika magnet diaktifkan, menarik atau mendorong kontak dan pada umumnya *relay* dengan kondisi NC adalah yang paling umum digunakan.

4) LM2596 Adjustable Step Down DC – DC Module

LM2596 Adjustable DC-DC seperti ditunjukkan pada Gambar-6 menggunakan *step-down* LM2596S regulator untuk menyediakan pasokan listrik yang stabil bagi pengguna. Tegangan output disesuaikan dan dapat memastikan beban arus keluaran sebesar 3A, modul ini tegangan input antara 3V hingga 40V, dengan tegangan output dapat disesuaikan antara 1,5V hingga 35V

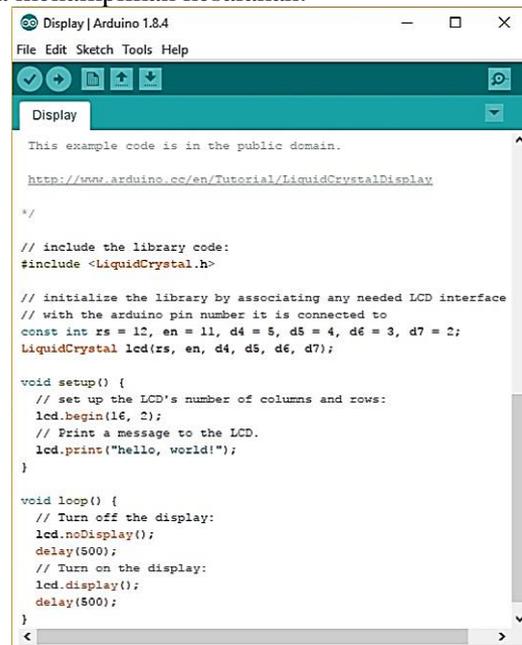


Gambar-6. *Adjustable step down DC – DC module*.

5) Arduino IDE: Sketches

Arduino Integrated Development Environment - atau Arduino Software (IDE) - berisi editor teks

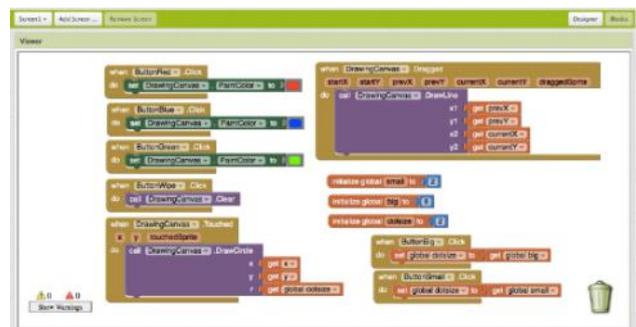
menggunakan bahasa C untuk menulis kode program yang akan dimuatkan ke dalam modul Arduino UNO R3. Program yang ditulis menggunakan Arduino Software (IDE) disebut *sketches*. *Sketches* ini ditulis dalam editor teks dan disimpan dengan ekstensi file *.ino*. Editor ini memiliki fitur untuk menampilkan umpan balik saat menyimpan dan mengekspor dan juga menampilkan kesalahan.



Gambar-7. Contoh sketch program yang ditulis dengan Arduino IDE.

6) MIT Application Inventor

MIT Application Inventor adalah sebuah aplikasi dengan *platform open-source* yang mengubah bahasa kompleks perintah pemrograman (*coding*) berbasis teks ke dalam blok visual yang memiliki mekanisme *drag-and-drop*. Aplikasi ini berbasis web yang didukung oleh penggunaan *Graphic User Interface* (GUI) yang sederhana berbetuk blok visual (Gambar-8). MIT Application Inventor dikembangkan oleh Mark Friedman seorang Profesor MIT Hal Abelson pada tahun 2009 dan beberapa insinyur Google.



Gambar-8. Blok visual MIT Application Inventor.

Perangkat keras yang dibutuhkan untuk membangun sistem kendali disajikan pada Tabel-1.

Tabel- 1. Perangkat keras sistem kendali.

No.	Nama Perangkat	Jumlah	Kebutuhan
1.	Modul mikrokontroler Arduino UNO R3	1 unit	Pusat pengolahan perintah
2.	Modul Ethernet Shield	1 unit	Komunikasi antara modul mikrokontroler Arduino UNO R3 dengan <i>router</i> nirkabel
3.	Kartu memori	1 unit	Media penyimpanan program berekstensi HTML di modul <i>ethernet shield</i> sebagai program yang menerima perintah dari telepon pintar
4.	Router nirkabel	1 unit	Komunikasi antara modul mikrokontroler Arduino UNO R3 dengan perangkat telepon pintar
5.	Papan <i>relay</i> 8 saluran	1 unit	Penerima perintah dari modul Arduino UNO R3 untuk mengendalikan alat elektronika
6.	Power supply	1 unit	Pemberi tegangan utama sistem kendali
7.	<i>Relay</i>	8 buah	Saklar otomatis alat elektronika dan pembangun papan <i>relay</i> 8 saluran
8.	Step Down DC-DC Converter	1 unit	Pengubah tegangan 12V power supply ke 5V untuk pemasok daya bagi sistem kendali

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

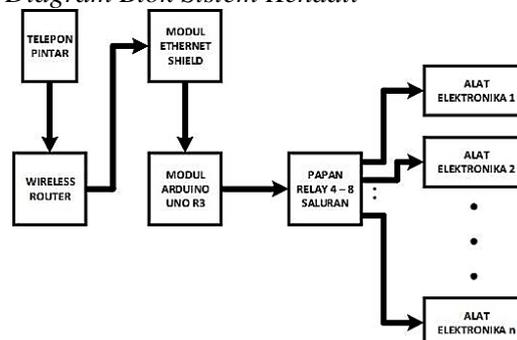
Bagian ini akan dijelaskan proses pengerjaan sistem kendali dimulai dari menyusun kebutuhan perangkat keras guna membangun sistem kendali, perancangan sistem kendali, perakitan sistem kendali, pengkodean sistem kendali, hingga pengujian sistem kendali guna memastikan kesesuaiannya dengan tujuan penelitian.

A. Perancangan Sistem Kendali

Sebelum proses pembangunan sistem kendali dilaksanakan, beberapa hal perlu dirancang sebagai acuan peneliti dalam merealisasikan sistem kendali

nantinya. Gambar-9 menggambarkan cara kerja dari sistem kendali yang dibangun.

1) Diagram Blok Sistem Kendali



Gambar-9. Blok diagram sistem kendali.

Ketika sistem kendali diaktifkan, maka modul Arduino berada pada posisi menunggu (*stand by*) untuk menerima data masukkan yang dialirkan melalui modul *ethernet shield*. Modul *ethernet shield* bertugas untuk menyampaikan data yang dikirimkan oleh telepon pintar melalui *wireless router* guna menentukan alat lektronika yang akan dikendalikan (*on/off*).

Ketika aplikasi yang ditanamkan di dalam *smartphone* mengirimkan data alat elektronik yang akan dikendalikan, maka data yang diterima oleh aplikasi dari user akan diteruskan ke Arduino UNO R3 melalui *wireless router* dan *modul ethernet shield*. Modul *ethernet shield* ini kemudian akan meneruskan data yang diterima tersebut ke modul Arduino UNO R3 dan diproses oleh modul Arduino UNO R3 dengan program yang ditulis dalam bahasa pemrograman HTML yang kemudian dikirimkan ke papan *relay* untuk mengaktifkan *relay* yang sesuai dengan alat elektronika yang akan dikendalikan. Ketika data yang dikirimkan oleh modul Arduino UNO R3 sampai ke salah satu *relay* yang bersesuaian dengan alat elektronika yang ingin dikendalikan, maka *relay* akan secara otomatis menghidupkan atau mematikan alat elektronik tersebut.

2) Rancangan Pin Sistem Kendali

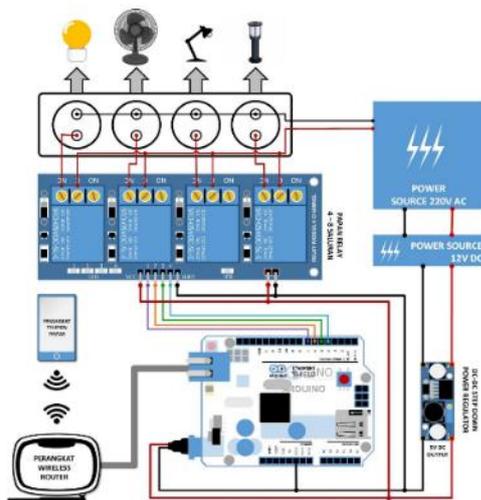
Seperti yang terlihat pada Tabel-2, untuk mengakomodir kebutuhan mengendalikan alat elektronika dalam sebuah sistem kendali, maka dibutuhkan pengaturan pin yang digunakan sebagai jalur komunikasi antara modul Arduino UNO R3 dan papan *relay* 8 saluran. Sistem kendali yang dibangun pada penelitian ini hanya akan menghubungkan 4 alat elektronika saja walaupun dalam prakteknya jumlah maksimum alat elektronika yang dapat dikendalikan dapat mencapai 10 alat elektronika.

Tabel-2. Perangkat keras sistem kendali

Nomor Pin Arduino	Pin Papan Relay	Kebutuhan
2	1	Berkomunikasi dengan <i>relay</i> 1 sebagai kendali alat elektronika ke-1
3	2	Berkomunikasi dengan <i>relay</i> 2 sebagai kendali alat elektronika ke-2
5	3	Berkomunikasi dengan <i>relay</i> 3 sebagai kendali alat elektronika ke-3
6	4	Berkomunikasi dengan <i>relay</i> 4 sebagai kendali alat elektronika ke-4
7	5	Berkomunikasi dengan <i>relay</i> 5 sebagai kendali alat elektronika ke-5
8	6	Berkomunikasi dengan <i>relay</i> 6 sebagai kendali alat elektronika ke-6
9	7	Berkomunikasi dengan <i>relay</i> 7 sebagai kendali alat elektronika ke-7
11	8	Berkomunikasi dengan <i>relay</i> 8 sebagai kendali alat elektronika ke-8
10	-	LED indikasi aktif sistem kendali
GND	GND	Menghubungkan ground Arduino dan papan <i>relay</i>
5V	VCC	Menghubungkan tegangan Arduino UNO R3 (5V) dengan tegangan masukan papan <i>relay</i> (VCC)

Menyesuaikan dengan skema rancangan elektronika sistem kendali, maka pin modul Arduino UNO R3 yang digunakan hanya pin 2, 3, 5 hingga pin 7 yang akan terhubung ke pin 1 hingga pin 5 *relay* pada papan *relay* tetapi realisasinya penulis akan menyediakan hingga 8 saluran.

3) Skema Elektronik Sistem Kendali



Gambar-8. Skema rancangan elektronika sistem kendali.

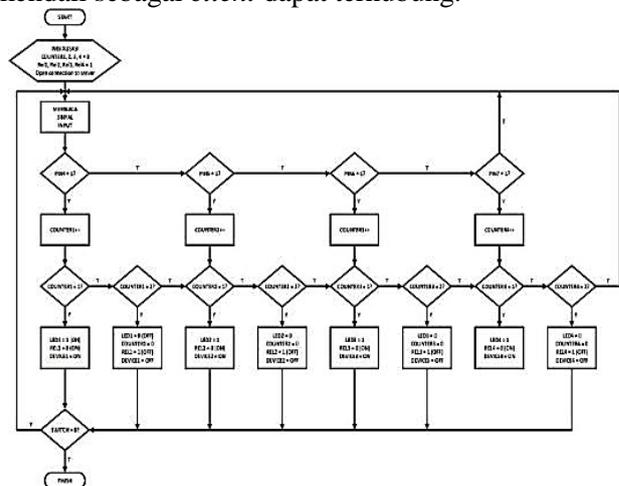
Gambar-10 menunjukkan skema rancangan elektronik sistem kendali yang menghubungkan antara 5 komponen utama sistem kendali, yaitu modul Arduino UNO R3 dan modul *ethernet shield* yang saling tumpang tindih, papan *relay* 4 saluran, *wireless router*, dan *smarthphone*. Komunikasi antara modul

ethernet shield dan *wireless router* digunakan kabel LAN UTP yang terhubung ke port RJ45 yang tersedia pada modul *ethernet shield* sedangkan hubungan antara *wireless router* dengan *smartphone* menggunakan media udara (*wireless*).

4) Perancangan Logika Sistem Kendali

Perancangan logika sistem kendali yang dibangun disajikan dalam bentuk *flowchart* diagram yang diperlihatkan pada Gambar-11.

Ketika diaktifkan pertama-tama sistem kendali akan melakukan proses inialisasi lalu dilanjutkan dengan membuka koneksi (*open connection*) dengan server guna meminta ijin kepada *server* agar sistem kendali sebagai *client* dapat terhubung.



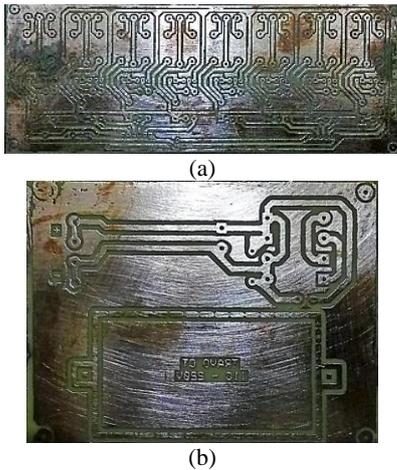
Gambar-11. Flowchart program sistem kendali.

Setelah terhubung dan ketika sebuah sinyal yang berisikan data perintah diterima oleh modul *ethernet shield*, maka sinyal tersebut akan diteruskan ke modul Arduino UNO R3 dan dikonversikan kedalam bentuk biner 1 atau 0. Jika hasil konversi bernilai 0, maka modul Arduino UNO R3 akan memerintahkan LED untuk menyala dan mengaktifkan saklar otomatis (*relay*) agar daya listrik dapat terhubung sehingga alat elektronika yang dimaksud hidup/aktif. Variabel *counter* sebagai pencacah untuk menghitung berapa kali tombol pada aplikasi ditekan, jika *counter* berjumlah 1 maka artinya pengguna memerintahkan sistem kendali untuk menghidupkan alat elektronika, dan jika sebaliknya maka artinya pengguna memerintahkan untuk mematikannya.

B. Perakitan Sistem Kendali

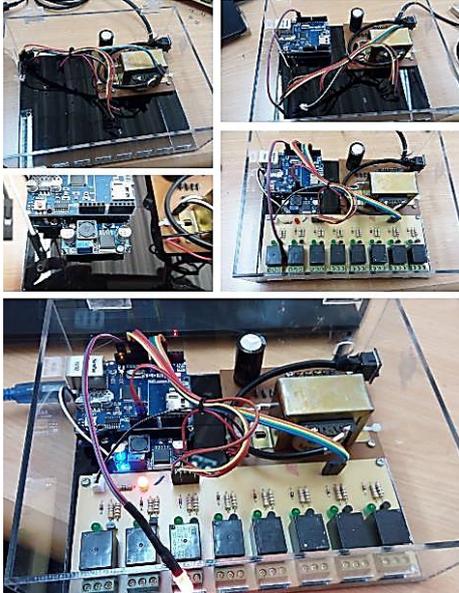
1) Pembuatan PCB Rangkaian Elektronika

Perakitan sistem kendali diawali dengan pembuatan PCB rangkaian elektronika yang digunakan untuk kebutuhan papan *relay* dan catu daya sistem kendali.



Gambar-9. (a) PCB papan *relay* sistem kendali; (b) PCB catu daya sistem kendali.

2) Perakitan Komponen-Komponen Sistem Kendali



Gambar-10. Perakitan sistem kendali (langkah 1 – 7).

Perakitan sistem kendali diawali dengan proses pemasangan komponen-komponen elektronika, seperti resistor, dioda, LED, *relay*, dan lainnya baik pada PCB papan *relay* maupun PCB catu daya. Gambar -13 memperlihatkan langkah-langkah proses perakitan secara berurutan.



Gambar-11. Pengaturan kabel multi socket 4 lubang – (langkah 8).

Gambar-14 memperlihatkan pengaturan kabel dalam multi *socket* yang terdiri dari 4 lubang stop kontak.

C. Pengkodean Sistem Kendali

1) Pengkodean Modul Arduino UNO R3 Sistem Kendali

```
Controlling_8_Relay_Test
Serial.println(totRelay_1);
bufftotRelay_1 = totRelay_1;
}
else if (val == 2)
{
if (totRelay_2 == 1)
{
Serial.print("totRelay_2 = ");
Serial.println(totRelay_2);
digitalWrite(Relay_2, RELAY_ON);
statusLED2="LED2 is ON";
Serial.println(statusLED2);
bufftotRelay_2 = totRelay_2;
}
else if (totRelay_2 == 2)
{
Serial.print("totRelay_2 = ");
Serial.println(totRelay_2);
digitalWrite(Relay_2, RELAY_OFF);
statusLED2="LED2 is OFF";
Serial.println(statusLED2);
totRelay_2 = 0;
Serial.print("totRelay_2 = ");
Serial.println(totRelay_2);
bufftotRelay_2 = totRelay_2;
}
}
}
Done Saving.
```

Gambar-12. Contoh penggalan program Arduino UNO R3 sistem kendali.

Gambar-15 memperlihatkan penggalan program yang dibuat untuk melakukan pengujian terhadap respon *relay* dan indikator LED ketika sebuah data diinputkan ke dalam program berupa angka 1 – 8 yang sekaligus merupakan nomor urut *relay* yang terhubung ke alat elektronika.

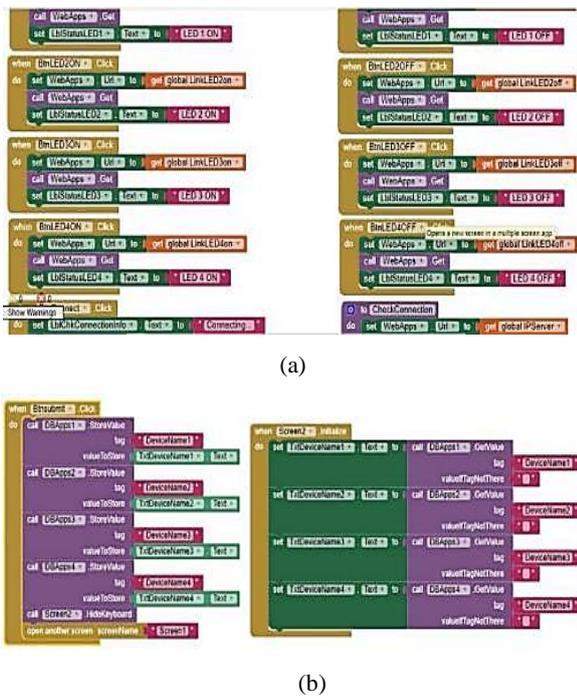
```
client.println("HTTP/1.1 200 OK");
client.println("Content-Type: text/html");
client.println();
client.println("HEAD");
client.println("meta name='apple-mobile-web-app-capable' content='yes' />");
client.println("meta name='apple-mobile-web-app-status-bar-style' content='black'");
client.println("HEAD");
client.println("BODY");
client.println("<br />");
client.println("<a href='\"/\"button1on'\">Turn On LED1</a>");
client.println("<a href='\"/\"button1off'\">Turn Off LED1</a><br />");
client.println("<br />");
client.println("<a href='\"/\"button2on'\">Turn On LED2</a>");
client.println("<a href='\"/\"button2off'\">Turn Off LED2</a><br />");
client.println("<br />");
client.println("<a href='\"/\"button3on'\">Turn On LED3</a>");
client.println("<a href='\"/\"button3off'\">Turn Off LED3</a><br />");
client.println("<br />");
client.println("<a href='\"/\"button4on'\">Turn On LED4</a>");
client.println("<a href='\"/\"button4off'\">Turn Off LED4</a><br />");
client.println("</BODY>");
client.println("</HTML>");
```

Gambar-13. Contoh program HTML yang dimuatkan kedalam SD card.

Gambar-16 memperlihatkan program HTML yang dimuatkan kedalam SD card sebagai komunikasi antara *smartphone* dan modul *ethernet shield*, seperti ditunjukkan pada Gambar-16.

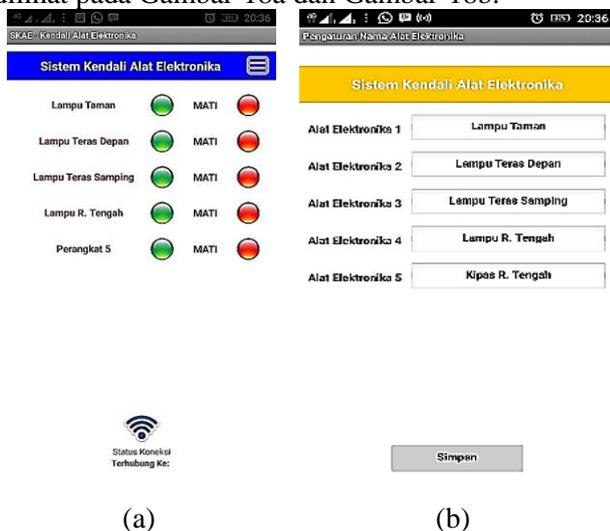
2) Pengkodean Aplikasi Smartphone Sistem Kendali

Aplikasi yang dikembangkan untuk melakukan pengendalian alat elektronika menggunakan *smartphone* ini terdiri dari 2 layar (*screen*). Layar 1 digunakan dalam pengendalian alat elektronika, sedangkan layar kedua berfungsi untuk melakukan pengaturan nama perangkat yang akan dikendalikan untuk setiap tombol.



Gambar-14. (a) Penggalan program aplikasi *smartphone* sistem kendali layar 1, (b) penggalan program aplikasi *smartphone* sistem kendali layar 2.

Hasil dari program yang dibuat untuk yaitu layar 1 (Gambar-17a) dan layar kedua (Gambar-17b) dapat dilihat pada Gambar-18a dan Gambar-18b.



Gambar-18. (a) Layar hasil pengaturan; (b) layar pengaturan nama untuk setiap tombol.

Pemrograman aplikasi pada Gambar-17a menunjukkan bahwa, ketika sebuah tombol yang mewakili alat elektronika ditekan, maka pada dasarnya aplikasi akan mengirimkan perintah dalam bentuk teks “LED 1 ON” dan “LED 1 OFF” untuk menghidupkan dan mematikan alat elektronik yang terhubung ke *relay* 1. Teks ini kemudian akan dikirimkan ke sistem kendali dan diterima oleh program HTML yang berada di dalam modul *ethernet shield*. Perintah ini kemudian akan dikirimkan ke modul Arduino UNO R3 untuk diproses agar dapat mengetahui *relay* manakah yang akan dikendalikan untuk mematikan atau menghidupkan alat elektronika.

Gambar-18b memperlihatkan bagaimanakah aplikasi *mobile* sistem kendali dapat diatur oleh pengguna untuk menentukan alat-alat elektronika yang akan dikendalikan. Setiap kali ada perubahan maka nama alat elektronika yang telah dipilih oleh pengguna akan disimpan dalam sebuah pangkalan data kecil (*tiny database*) agar dapat tersimpan dalam jangka waktu yang lama sampai pengguna mengganti kembali nama alat elektronika tersebut (Gambar 17b).

D. Pengujian Sistem Kendali

Seperti yang telah dijelaskan pada rancangan pengujian sistem sebelumnya, berikut adalah hasil pengujian yang dilakukan, baik menggunakan metode pengujian *white box* maupun *black box*. Khusus untuk pengujian menggunakan metode *white box*, karena pengembangan sistem menghasilkan produk yang dibangun atas 2 pendekatan perangkat lunak berbasis GUI (Tabel-3) dan teks (Tabel-4), maka pengujian akan dilakukan sebanyak 2 kali.

Tabel-3. Beberapa hasil pengujian *white box testing* program modul arduino UNO R3 berbasis GUI.

No.	Program GUI
1.	<p>Hasil Pengamatan: Menampilkan IP Address server</p>
2.	<p>Hasil Pengamatan: Menampilkan layar 2 untuk pengaturan nama-nama perangkat elektronika yang akan dikendalikan</p>

```

when Btnsubmit.Click
do
  call DBApps1.StoreValue
  tag DeviceName1
  valueToStore TxtDeviceName1.Text
  call DBApps2.StoreValue
  tag DeviceName2
  valueToStore TxtDeviceName2.Text
  call DBApps3.StoreValue
  tag DeviceName3
  valueToStore TxtDeviceName3.Text
  call DBApps4.StoreValue
  tag DeviceName4
  valueToStore TxtDeviceName4.Text
  call DBApps5.StoreValue
  tag DeviceName5
  valueToStore TxtDeviceName5.Text
  call Screen2.HideKeyboard
  open another screen screenName Screen1
    
```

3.

Hasil Pengamatan:

Menyimpan nama-nama alat elektronika kemudian menampilkan layar 1 yang menginformasikan nama-nama perangkat yang sudah dimasukan sebelumnya di layar pengaturan.

```

when Screen1.BackPressed
do
  close application
    
```

4.

Hasil Pengamatan:

Keluar aplikasi

Tabel-4. Beberapa hasil pengujian *white box testing* program modul arduino UNO R3 berbasis teks.

No.	Program Teks
	<pre> //Menampilkan IP Address Server Ethernet.begin(mac, ip, gateway, subnet); server.begin(); Serial.println("-----"); Serial.print("IP Address Server: "); Serial.println(Ethernet.localIP()); Serial.println("-----\n"); </pre>

Hasil Observasi
Serial monitor menampilkan informasi IP Address server jika berhasil ditemukan dan menampilkan IP Address standar *wireless router* yaitu 192.168.0.1 jika IP Address server tidak berhasil ditemukan.

1.

```

COM3 (Arduino/Genuino Uno)
IP Address Server: 192.168.0.5
    
```

```

//Inisialisasi SD Card
Serial.println("Initializing SD card...\n");
if (!SD.begin(csPin))
{
  Serial.println("GAGAL - SD card tidak terdeteksi!");
  return; // init failed
}
Serial.println("BERHASIL - SD card terdeteksi.");
    
```

Hasil Observasi

2.

Serial monitor menampilkan hasil pengecekan keberadaan SD Card, saat proses pengecekan gagal maupun berhasil.

```

COM3 (Arduino/Genuino Uno)
IP Address Server: 192.168.0.5
    
```

Initializing SD card...

BERHASIL - SD card terdeteksi.

```

COM3 (Arduino/Genuino Uno)
IP Address Server: 192.168.0.5
    
```

Initializing SD card...

GAGAL - SD card tidak terdeteksi!

```

//Pengecekan file index.htm
if (!SD.exists("index.htm"))
{
  Serial.println("GAGAL - Tidak dapat menemukan file index.htm!");
  return; //can't find index file
}
Serial.println("BERHASIL - File index.htm ditemukan!");
Serial.println("-----\n");
    
```

Hasil Observasi

Serial monitor menampilkan hasil pengecekan keberadaan file index.htm, saat proses pengecekan gagal maupun berhasil.

3.

```

COM3 (Arduino/Genuino Uno)
IP Address Server: 192.168.0.5
    
```

Initializing SD card...

BERHASIL - SD card terdeteksi.
 BERHASIL - File index.htm ditemukan!

```

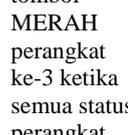
COM3 (Arduino/Genuino Uno)
IP Address Server: 192.168.0.5
    
```

Initializing SD card...

BERHASIL - SD card terdeteksi.
 GAGAL - Tidak dapat menemukan file index.htm!

Setelah pengujian *white box* untuk mengamati fungsionalitas perintah berdasarkan tanggapan sistem selesai dilakukan, hal berikutnya adalah melakukan pengujian dengan menggunakan metode *black box* (Tabel-5).

Tabel-5. Beberapa hasil Pengujian *black box testing* sistem kendali

No.	Skenario	Hasil yang Diharapkan	Hasil Observasi	Ket.
1.	Menekan tombol bergambar sinyal berwarna biru “  ”	Aplikasi akan menghubungkan diri dengan <i>ethernet shield</i> dan memunculkan IP Address <i>ethernet shield</i> tanda perangkat <i>smartphone</i> telah terhubung dengan modul <i>ethernet shield</i> melalui <i>wireless router</i>		Sesuai
4.	Menekan tombol HIJAU perangkat ke-1	Status perangkat ke-1 berubah dari “MATI” menjadi “HIDUP” dan LED 1 menyala.		Sesuai
5.	Menekan tombol HIJAU perangkat ke-2	Status perangkat ke-2 berubah dari “MATI” menjadi “HIDUP” dan LED 2 menyala		Sesuai
2.	Menekan tombol “  ” untuk mengakses Layer 2 guna melakukan pengaturan nama-nama alat elektronika yang akan dikendalikan	Aplikasi akan menampilkan Layer Pengaturan (Layer 2)		Sesuai
6.	Menekan tombol MERAH perangkat ke-5 ketika semua status perangkat dalam kondisi “HIDUP”	Status perangkat ke-5 berubah dari “HIDUP” menjadi “MATI” dan LED 5 padam		Sesuai
3.	Menekan tombol “SIMPAN” setelah semua nama perangkat dimasukkan	Layar aplikasi akan kembali ke Layer 1 dan menampilkan nama-nama perangkat elektronika yang telah diatur pada Layer Pengaturan (Layer 2)		Sesuai
7.	Menekan tombol MERAH perangkat ke-3 ketika semua status perangkat ke 1 – 3 dalam kondisi “HIDUP”	Status perangkat ke-3 berubah dari “HIDUP” menjadi “MATI” dan LED 3 padam		Sesuai

V. PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dalam pengembangan sistem kendali alat elektronika berbasis Arduino UNO R3 ini maka peneliti dapat menyimpulkan beberapa hal dan menambahkan beberapa masukan bagi pengembangan selanjutnya.

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan setelah beberapa percobaan dan pengujian dilakukan adalah (1) pengembangan sistem kendali sangat mungkin dilakukan menggunakan modul Arduino UNO dan modul *ethernet shield*, (2) penggunaan aplikasi AI2 Application Inventor dapat digunakan dalam pengembangan aplikasi *mobile* sebagai antar muka sistem kendali, karena fitur yang ditawarkan cukup lengkap dan mudah dipelajari, (3) pemilihan pin Arduino UNO R3 perlu dilakukan dengan cermat mengingat ada beberapa pin yang tidak dapat digunakan sebagai pin masukan (INPUT) maupun keluaran (OUTPUT) jika digunakan bersama dengan modul *ethernet shield* karena beberapa pin telah diatur khusus untuk penggunaan bersama modul *ethernet shield*, dan (4) penggunaan Arduino UNO R3 untuk kebutuhan ini hanya memungkinkan untuk mengendalikan maksimal 6 alat elektronika berkenaan dengan adanya pengaturan khusus beberapa pin.

B. Saran

Saran dari peneliti ditunjukkan sebagai masukan bagi pengembangan berikutnya agar pengembangan sistem kendali serupa dapat lebih baik dan lebih sempurna, yaitu (1) mengganti modul Arduino UNO dengan modul Arduino varian lainnya seperti Arduino MEGA untuk pengendalian perangkat yang lebih banyak lagi, (2) menggunakan modul *ethernet shield* berbasis nirkabel agar mengurangi kerumitan koneksi ke *wireless router* serta (3) aplikasi dikembangkan dengan *platform* pemrograman java atau sejenisnya agar tampilan aplikasi lebih menarik dan dinamis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Akhir kata sebagai penutup, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran penyelesaian penelitian ini., (1) Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Direktorat Pendidikan Tinggi (DIKTI) melalui Hibah Penelitian Dosen Pemula (PDP) yang telah memberikan dana untuk terlaksananya penelitian ini, (2) rekan-rekan sejawat yang telah memberikan dukungan moril untuk terus menggali hal-hal baru

untuk memperkaya ilmu pengetahuan melalui tulisan ilmiah, dan (3) pihak universitas yang memberikan keleluasan untuk memaksimalkan penggunaan perangkat yang tersedia di Laboratorium.

Harapan penulis semoga dengan tulisan ilmiah ini dapat memberikan kontribusi bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wibowo, Satriyo., 2014, Perancangan Sistem Kontrol Jarak Jauh Berbasis Web untuk Memudahkan Pengguna dalam Pengendalian Perangkat Listrik Rumah Tangga, Vol. 2, No. 2, pp. 1 – 8.
- [2] Andrianto, Arief Susanto, 2015, Aplikasi Pengontrol Jarak Jauh pada Lampu Rumah Berbasis Android, Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Informatika (SNATIF) Universitas Muria Kudus, ISBN: 978-602-1180-21-1, 413 – 420.
- [3] Fiisabilillah, H., Mahardhika, C. S., Pranadi, K. I., 2015, Perancangan Sistem Kontrol Listrik Menggunakan Mikrokontroler Arduino Ethernet Shield, Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Computer Science, Universitas Bina Nusantara Jakarta.
- [4] Rahmiati, P., Firdaus, G., Fathorrahman, N., 2014, Implementasi Sistem Bluetooth Menggunakan Android dan Arduino untuk Kendali peralatan Elektronik, Jurnal ELKOMIKA Institut Teknologi Nasional Bandung, Vol. 1, No. 2, pp. 1 – 14.
- [5] Andik Giryantono, Priadhana Edi Kresnha, 2015, Aplikasi Android Pengendali Lampu Rumah Berbasis Mikrokontroler Atmega328, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi (SEMNASTEK) Universitas Muhammadiyah Jakarta, ISSN: 2407-1846, e-ISSN: 2460-8416, pp. 1 – 9.
- [6] Iyuditya, Dayanti, E., 2013, Sistem pengendali Lampu Ruang secara Otomatis Menggunakan PC Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO, Jurusan Teknik Informatika, Jurnal Online ICT STM IKMI Cirebon, Vol. 10, pp. 1 – 7.
- [7] Fatoni, A., Rendra, D. B., 2014, Perancangan Prototipe Sistem Kendali Lampu Menggunakan Handphone Android Berbasis Arduino, Jurnal Sistem Komputer, Vol. 1, No. 1, pp. 24 – 30.
- [8] Syofian, A., 2016, Pengendalian Pintu Pagar Geser Menggunakan Aplikasi Smartphone Android dan Mikrokontroler Arduino melalui Bluetooth, Jurnal Teknik Elektro ITP, Vol. 1, No. 5, pp. 45 – 50.
- [9] Girsang, W. S., Batubara, F. R., 2014, Perancangan dan Implementasi Pengendali Pintu Pagar Otomatis Berbasis Arduino, Jurnal Ilmiah Singuda Ensikom Universitas Sumatera Utara, Vol. 2, No. 7, pp. 105 – 112.
- [10] Roger S. Pressman., 2010, Software Engineering: A Practitioner's Approach. 7th Edition. McGraww-Hill. New York. Amerika.