

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* PERANGKAT APLIKASI *WI-FI LAMP* BERBASIS MIKROKONTROLER DAN APLIKASI MENGGUNAKAN *PLATFORM ANDROID*

Rifai Riza (blank.riza@gmail.com), **Dedy Andryries** (dedya71@gmail.com)
Dedy Hermanto, S.Kom, M.T.I. (dedi.tries@gmail.com)
Jurusan Teknik Informatika
STMIK GI MDP

Abstrak : Lampu konvensional pada umumnya memerlukan suatu sakelar yang berfungsi untuk menyalakan dan mematikan aliran listrik yang mengalir ke lampu. Sakelar tidak dapat dioperasikan dari jarak jauh sehingga harus ada kontak fisik dengan tangan manusia sehingga kami berpikir apabila seluruh lampu dalam suatu rumah dapat diatur secara jarak jauh dengan *smartphone* tanpa menggunakan sakelar. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat perangkat aplikasi yang dapat menyalakan dan mematikan serta mengatur intensitas kecerahan lampu dengan menggunakan *Wi-Fi*. Aplikasi ini digunakan untuk mengatur kondisi lampu yang terhubung dengan jaringan *Wi-fi*. Perangkat mikrokontroler digunakan sebagai pusat kontrol lampu dan mengeksekusi perintah yang dikirimkan dari aplikasi melalui *TCP/IP*. Perangkat mikrokontroler ini memiliki empat slot untuk lampu dan dua slot untuk perangkat elektronika lain. Hasil pengujian menunjukkan bahwa lampu LED yang *dimmable* dan lampu pijar dapat diatur dengan aplikasi ini dengan baik.

Kata Kunci : Android, Mikrokontroler, *Wi-Fi*, Lampu LED, *TCP/IP*

Abstract : *Conventional lamps generally require an electric switch that works to switch on and switch off the flow of electricity that flows into the lamp. The switch can not be operated remotely so there should be physical contact with the human hand so we think if all the lights in the house can be managed remotely with a smartphone without using a physical switch. The purpose of this research is to create a device and application that can switch on and switch off the lights and adjust the brightness intensity by using Wi-Fi. This application is used to adjust the lighting conditions are connected to Wi-Fi networks. Microcontroller device is used as light controller and execute commands sent from the application via TCP/IP Socket. This microcontroller device has four slots for lights and two slots for other electronic devices. The test results showed that the dimmable LED lights and incandescent lights can work well with this application.*

Keywords : *Android, Microcontroller, Wi-Fi, LED Lamp, TCP/IP*

1 PENDAHULUAN

Lampu merupakan suatu penemuan yang sangat penting bagi manusia karena sebelum adanya lampu, kita masih menggunakan lilin sebagai penerangan ketika malam hari. Namun, masa hidup lilin sangat pendek sehingga manusia mulai mencari sumber penerangan baru. Ketika listrik ditemukan, manusia mulai memanfaatkan energi listrik untuk penerangan di malam hari dengan media berupa lampu.

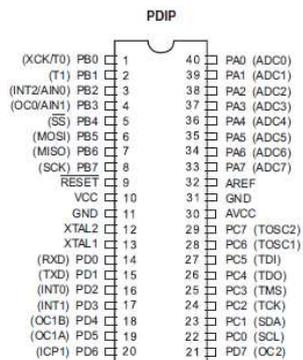
Lampu konvensional pada umumnya memerlukan suatu sakelar yang berfungsi untuk menyalakan dan mematikan aliran listrik yang mengalir ke lampu. Sakelar tidak dapat dioperasikan dari jarak jauh sehingga harus ada kontak fisik dengan tangan manusia untuk mengoperasikannya. Oleh karena itu, kami berpikir apabila seluruh lampu dalam suatu rumah dapat diatur secara jarak jauh tanpa harus menyalakan sakelar di dalam rumah sehingga dengan kata lain menggunakan perangkat bergerak seperti telepon seluler sebagai sakelar untuk menyalakan atau

memadamkan lampu yang ada di rumah pengguna.

2 LANDASAN TEORI

2.1 Mikrokontroler ATmega16

Mikrokontroler AVR ATmega16 merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*. AVR mempunyai 32 register *general purpose*, *timer/counter* fleksibel dengan mode *compare*, *interrupt* internal dan eksternal, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, dan *power saving mode*, ADC dan PWM internal. AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang mengijinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI ATmega16. ATmega16 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz membuat disainer sistem untuk mengoptimasi konsumsi daya versus kecepatan proses. [1]



Gambar 1: Konfigurasi Pin ATmega16

2.2 LED

LED adalah salah satu jenis diode dengan fungsi khusus. LED digunakan sebagai lampu indikator pada beberapa aplikasi elektronika. LED memiliki sifat dan konsumsi tegangan yang rendah, usia pemakaiannya panjang, dan kecepatan penyakelarnya cepat. LED hampir sama dengan diode biasa. Perbedaannya, jika

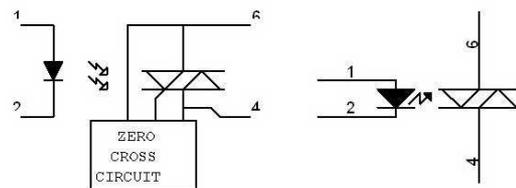
energi pada diode biasa akan dikeluarkan dalam bentuk panas (disipasi daya), maka energi pada LED akan dikeluarkan dalam bentuk pencerahan cahaya. [2]

2.3 Relay

Relay adalah sebuah sakelar yang dikendalikan oleh arus. *Relay* memiliki sebuah kumparan tegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti. Terdapat sebuah armatur besi yang akan tertarik menuju inti apabila arus mengalir melewati kumparan. Armatur ini terpasang pada sebuah tuas berpegas. Ketika armatur tertarik menuju inti, kontak jalur bersama akan berubah posisinya dari kontak normal tertutup ke kontak normal terbuka. [3]

2.4 Optoisolator

Optoisolator merupakan komponen semikonduktor yang tersusun atas LED infra merah dan sebuah *photo triac* yang digunakan sebagai pengendali *TRIAC*. *Optoisolator* biasanya digunakan sebagai antar muka (*interface*) antara rangkaian pengendali dengan rangkaian daya (*TRIAC*) dan juga sebagai pengaman rangkaian kendali, karena antara LED infra merah dan *photo triac* tidak terhubung secara elektrik, sehingga bila terjadi kerusakan pada rangkaian daya (*TRIAC*) maka rangkaian pengendali tidak ikut rusak. [4]



Gambar 2: Simbol Optoisolator

2.5 Wiznet 110SR

Wiznet 110SR merupakan modul *gateway* yang mengubah protokol RS-232 menjadi TCP/IP. Hal ini memungkinkan pengukuran jarak jauh, pengelolaan dan pengendalian perangkat TCP/IP dari antarmuka serial RS-232. Dengan kata lain, *Wiz110SR* adalah protokol *converter* yang

mengirimkan data melalui perangkat serial sebagai tipe data TCP/IP dan mengubahnya kembali data TCP/IP yang diterima di jaringan menjadi data serial untuk dikirim kembali ke perangkat. [5]

2.6 Wi-Fi

Wi-Fi adalah sinyal radio yang memancarkan koneksi internet hingga 90 meter. Teknologi nirkabel ini mirip dengan telepon seluler. *Wi-Fi* mempunyai kemampuan mengirim data sangat cepat bahkan jauh lebih cepat dari koneksi modem menggunakan kabel. Teknologi *Wi-Fi* juga mempunyai kemampuan *standar interoperability*. *Wi-Fi* menggunakan teknologi *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS), yang secara ekstrem mampu mengantisipasi perubahan, interferensi, *jamming*, dan pendeteksian. [6]

2.7 Router

Router merupakan *device* yang berfungsi untuk meneruskan diagram IP pada lapisan jaringan. *Router* memiliki lebih dari satu *network interface* dan dapat meneruskan datagram dari satu antarmuka ke antarmuka yang lain. [6]

2.8 MikroC Pro for AVR

MikroC for AVR adalah ANSI C *compiler* yang tersedia untuk enam arsitektur mikrokontroler yang berbeda (dalam hal ini, untuk Atmel AVR). Aplikasi ini memiliki sebuah IDE intuitif, sebuah *compiler* yang kuat dengan optimasi SSA yang canggih, memiliki banyak *library* perangkat keras dan perangkat lunak, dan alat-alat tambahan yang akan membantu pengguna dalam pekerjaannya. [7]

2.9 Proteus Professional

Proteus Professional merupakan kelompok *software* elektronik yang digunakan untuk membantu para disainer dalam merancang dan mensimulasikan suatu rangkaian elektronik. *Software* ini memiliki dua fungsi sekaligus dalam satu paket, paket satu sebagai *software* untuk

menggambar skematik dan dapat disimulasikan yang diberi nama ISIS. Paket kedua digunakan sebagai merancang gambar *Printed Circuit Board* (PCB) yang diberi nama ARES. [8]

2.10 Android

Android adalah sebuah sistem operasi yang berbasis *Java* yang beroperasi pada *kernel Linux* 2.6. Sistem Android sangat ringan dan penuh fitur. Android sendiri bukanlah sebuah bahasa pemrograman, tetapi Android merupakan sebuah *environment* untuk menjalankan aplikasi. Android terdiri dari 3 elemen utama yaitu *Operating System*, *Middleware*, dan *Key Application*. Aplikasi Android dikembangkan dengan menggunakan *Java* dan dapat diimplementasikan dengan lebih mudah ke *platform* yang baru. Android, selama mengenali dan mengizinkan untuk pengembangan program UI, juga mendukung *XML-Based UI Layout* yang terbaru. *XML UI Layout* adalah konsep baru untuk pengembangan *desktop*. [9]

2.11 Android Development Tools

Android Development Tools adalah *plugin* yang didesain untuk IDE Eclipse yang memberikan kita kemudahan dalam mengembangkan aplikasi Android dengan menggunakan IDE Eclipse. Dengan menggunakan ADT untuk Eclipse akan memudahkan kita membuat aplikasi *project* Android, membuat GUI aplikasi, dan menambahkan komponen-komponen yang lainnya, begitu juga kita dapat melakukan *running* aplikasi menggunakan Android SDK melalui Eclipse. Dengan ADT juga kita dapat melakukan pembuatan *package* Android (.apk) yang digunakan untuk distribusi aplikasi Android yang kita rancang. [10]

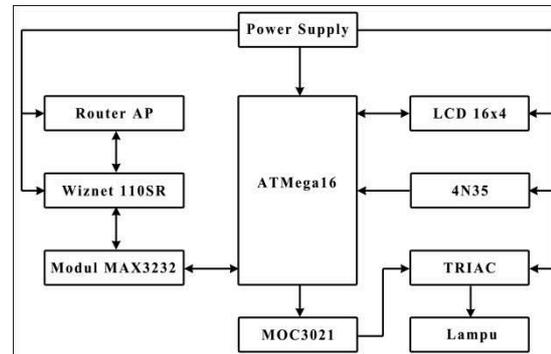
3 PERANCANGAN ALAT DAN PROGRAM

3.1 Komponen-komponen yang Digunakan

Tabel 1: Deskripsi Fungsi Komponen-komponen Perangkat Prototype

No	Nama Komponen	Fungsi
1	Mikrokontroler ATmega16	Pusat kendali perangkat
2	Catu Daya	Pemasok arus listrik dan tegangan untuk perangkat
3	MOC3021	Mengaktifkan gerbang TRIAC
4	TRIAC	Mengalirkan listrik AC menuju lampu
5	4N35	Mengaktifkan INTO dari mikrokontroler ketika keadaan <i>zero crossing</i>
6	Wiznet 110SR	Modul pengubah protokol TCP/IP menjadi RS-232 dan sebaliknya
7	Modul MAX3232	Pengubah paket data serial menjadi paket data TTL
8	Router Access Point	Media penghubung antara <i>smartphone</i> Android dengan rangkaian mikrokontroler

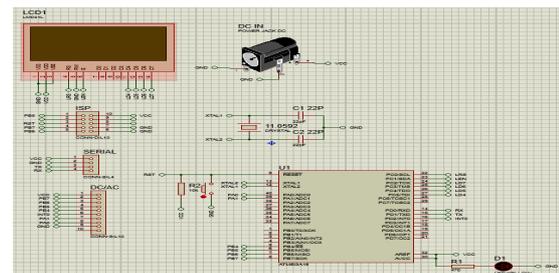
3.2 Blok Diagram Hubungan Komponen-komponen Utama



Gambar 3: Blok Diagram Rancang Bangun Prototype Perangkat Aplikasi Wi-Fi Lamp Berbasis Mikrokontroler

3.3 Rancang Bangun Alat

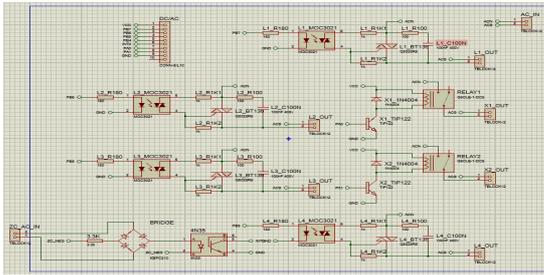
a Mikrokontroler ATmega16



Gambar 4: Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega16

Rangkaian ini menggunakan kristal osilator eksternal sebesar 11.0592 MHz dan kapasitor sebesar 22pF sebagai sumber *clock*-nya. Pada pin 30 dan pin 32 dihubungkan sebuah lampu LED notifikasi yang akan menyala apabila mikrokontroler dialiri listrik. Lalu pin 9 dihubungkan dengan sakelar *push button* di mana sakelar ini dihubungkan dengan resistor 10kΩ. Kedua komponen tersebut berfungsi sebagai *reset* program pada mikrokontroler.

b Catu Daya



Gambar 5: Rangkaian Catu Daya

Rangkaian catu daya berfungsi untuk mengalirkan arus dan tegangan ke seluruh rangkaian. Rangkaian catu daya ini menghasilkan masukan sebesar 24 Volt dan keluaran sebesar 220 Volt. Masukan 24 Volt digunakan untuk mengaktifkan *zero crossing* dan keluaran 220 Volt digunakan untuk menyalakan masing-masing lampu. Namun keluaran tersebut dapat diubah-ubah karena digunakan untuk mengatur intensitas cahaya dari lampu. Trafo *step down* yang digunakan adalah trafo yang menurunkan tegangan dari 220 Volt AC menjadi 24 Volt AC. Kemudian 24 Volt AC tersebut akan disearahkan oleh *diode bridge* dan ditahan oleh resistor 3.3K lalu mengalir menuju 4N35. Pada saat mencapai keadaan *zero crossing*, 4N35 mengalirkan listrik untuk mengaktifkan *trigger* INT0 pada mikrokontroler. Lalu, dari rangkaian mikrokontroler akan dikirimkan keadaan logika baik itu "High" atau "Low" yang akan dilanjutkan menuju MOC3021 dan TRIAC (untuk menyalakan/memadamkan/mengaturintensitas as cahaya lampu).

c MOC3021 dan TRIAC

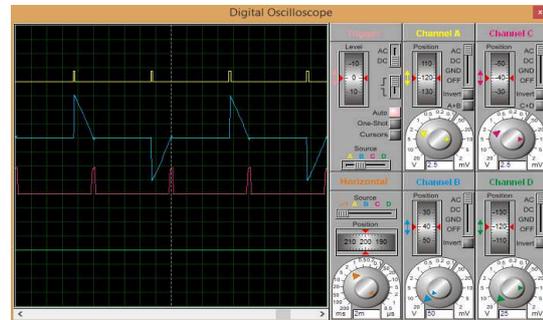
MOC3021 bekerja apabila menerima keadaan logika "High" dari mikrokontroler untuk mengaktifkan TRIAC agar aliran listrik dapat masuk menuju lampu dan apabila MOC3021 menerima keadaan logika "Low" dari mikrokontroler maka MOC3021 menutup aliran listrik ke TRIAC sehingga TRIAC tidak dapat mengalirkan listrik menuju lampu.

MOC3021 dan TRIAC dapat menghasilkan *firing angle* antara 0° - 360°,

pada perangkat yang kami rancang, nilai maksimum adalah 255, maka untuk menghasilkan *firing angle* pada 1°, dibutuhkan nilai 1,4118 sehingga, rumus untuk menghitung sudut *firing angle* pada saat nilai *dimming* tertentu adalah

$$\frac{360^\circ}{\text{NilaiDimmingMaks.}} \times \text{NilaiDimmingUser Input}$$

Di mana nilai dari sudut lingkaran penuh adalah 360° dan nilai dari *dimming* maksimum adalah 255. Sedangkan, nilai *dimming* sekarang adalah nilai *dimming* yang ditentukan oleh pengguna. Berikut contohnya:



Gambar 6: Tampilan Digital Oscilloscope Tentang Firing Angle pada Posisi 141,1765° pada Saat Dim Value Sebesar 100

Tabel 2: Keterangan Gambar Tampilan Digital Ocilloscope

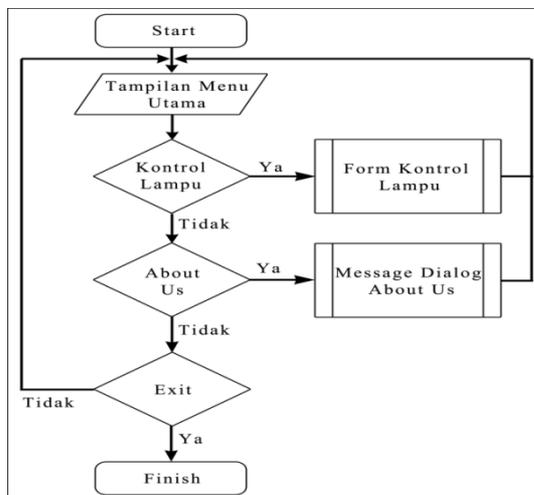
Jenis Garis	Deskripsi
	Sinyal dari pin mikrokontroler untuk memicu <i>optoisolator</i>
	Gelombang listrik AC yang dihasilkan oleh <i>optoisolator</i> dan TRIAC
	Gelombang <i>zero crossing</i> untuk memicu <i>Interrupt 0</i> (INT0) pada mikrokontroler

d 4N35

4N35 digunakan untuk mengalirkan listrik AC antara dua rangkaian yang terisolasi di dalam komponennya dengan bantuan energi cahaya dari LED. Apabila keadaan *zero crossing* tercapai mikrokontroler mengaktifkan *trigger* INT0 yang mengatur perubahan intensitas cahaya lampu.

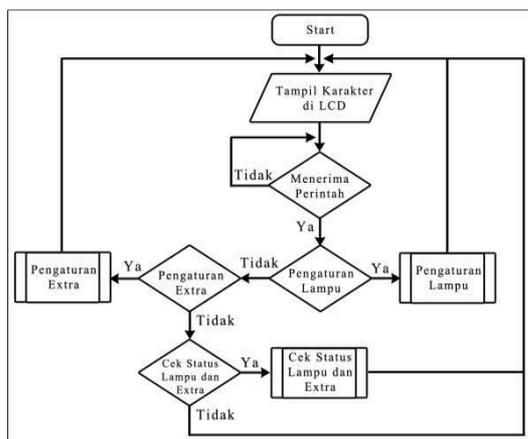
3.4 Flowchart

a Aplikasi Android



Gambar 7: Flowchart Aplikasi Android

b Perangkat Prototype



Gambar 8: Flowchart Program Perangkat Prototype

4 PENGUJIAN ALAT DAN PROGRAM

4.1 Pengujian Power Supply

a Sebelum Ditambah Beban

Tabel 3: Pengujian Power Supply Sebelum Ditambah Beban

Keluaran	Tegangan yang Diharapkan	Tegangan yang Diukur
Kumparan Primer	220V	218,2V
Kumparan Sekunder	24V	22,2V

Persentase Kesalahan:

$$\text{Kumparan Primer} = \frac{(220-218,2)}{220} \times 100\% = 0,82\%$$

$$\text{Kumparan Sekunder} = \frac{(24-22,2)}{24} \times 100\% = 7,5\%$$

b Sesuah Ditambah Beban

Tabel 4: Pengujian Power Supply Sesudah Ditambah Beban

Keluaran	Tegangan yang Diharapkan	Tegangan yang Diukur
Kumparan Primer	220V	218,4V
Kumparan Sekunder	24V	22,8V

Persentase Kesalahan:

$$\text{Kumparan Primer} = \frac{(220-218,4)}{220} \times 100\% = 0,73\%$$

$$\text{Kumparan Sekunder} = \frac{(24-22,8)}{24} \times 100\% = 5\%$$

4.2 Pengujian On/Off Lampu

Tabel 5: Pengujian On/Off Lampu

Jenis Lampu	Jarak (m)	Ruang*	Hasil yang Diukur
LED Dimmable	4,5	Indoor	Berhasil
		Outdoor	Berhasil
	5,1	Indoor	Berhasil
		Outdoor	Berhasil
	7,2	Indoor	Berhasil
		Outdoor	Gagal
LED Non-Dimmable	4,5	Indoor	Gagal
		Outdoor	Gagal
	5,1	Indoor	Gagal
		Outdoor	Gagal
	7,2	Indoor	Gagal
		Outdoor	Gagal
Lampu Pijar	4,5	Indoor	Berhasil
		Outdoor	Berhasil
	5,1	Indoor	Berhasil
		Outdoor	Berhasil
	7,2	Indoor	Berhasil
		Outdoor	Gagal

*Indoor = *smartphone* dengan perangkat *prototype* berada di dalam satu ruangan
 Outdoor = *smartphone* dengan perangkat *prototype* berada di ruangan yang berbeda (dipisahkan oleh dinding)

4.3 Pengujian Dimming Lampu

Tabel 6: Pengujian Dimming Lampu

Jenis Lampu	Jarak (m)	Ruang*	Hasil yang Diukur
LED Dimmable	4,5	Indoor	Berhasil
		Outdoor	Berhasil
	5,1	Indoor	Berhasil
		Outdoor	Berhasil
	7,2	Indoor	Berhasil
		Outdoor	Gagal
LED Non-Dimmable	4,5	Indoor	Gagal
		Outdoor	Gagal
	5,1	Indoor	Gagal
		Outdoor	Gagal
	7,2	Indoor	Gagal
		Outdoor	Gagal
Lampu Pijar	4,5	Indoor	Berhasil
		Outdoor	Berhasil

5,1	Indoor	Berhasil
	Outdoor	Berhasil
7,2	Indoor	Berhasil
	Outdoor	Gagal

*Indoor = *smartphone* dengan perangkat *prototype* berada di dalam satu ruangan
 Outdoor = *smartphone* dengan perangkat *prototype* berada di ruangan yang berbeda (dipisahkan oleh dinding)

4.4 Pengujian Fungsi Extra

Tabel 7: Pengujian Fungsi Extra

Perangkat Elektronik	Jarak (m)	Ruang*	Hasil yang Diukur
Charger Handphone	4,5	Indoor	Berhasil
		Outdoor	Berhasil
	5,1	Indoor	Berhasil
		Outdoor	Berhasil
	7,2	Indoor	Berhasil
		Outdoor	Gagal
Charger Laptop	4,5	Indoor	Gagal
		Outdoor	Gagal
	5,1	Indoor	Gagal
		Outdoor	Gagal
	7,2	Indoor	Gagal
		Outdoor	Gagal
KipasLantai	4,5	Indoor	Berhasil
		Outdoor	Berhasil
	5,1	Indoor	Berhasil
		Outdoor	Berhasil
	7,2	Indoor	Berhasil
		Outdoor	Gagal

*Indoor = *smartphone* dengan perangkat *prototype* berada di dalam satu ruangan
 Outdoor = *smartphone* dengan perangkat *prototype* berada di ruangan yang berbeda (dipisahkan oleh dinding)

4.5 Pengujian Motion Sensor

Tabel 8: Pengujian Motion Sensor

Nilai x	Nilai y	Hasil yang Diukur
4,25	-4,13	p11_255
-4,67	-4,59	p12_255
4,52	4,44	p13_255
-4,29	5,13	p14_255

4.6 Pengujian *Light Sensor*

Tabel 9: Pengujian *Light Sensor*

Nilai <i>Lux</i>		Hasil yang Diukur	
<i>Indoor*</i>	<i>Outdoor*</i>	<i>Indoor*</i>	<i>Outdoor*</i>
203.12	2041.27	pla_052	pla_051
154.71	1527.62	pla_101	pla_103
103.66	1002.84	pla_152	pla_155
53.23	554.27	pla_202	pla_200
6.19	4.25	pla_249	pla_255

**Indoor* = *smartphone* dengan perangkat *prototype* berada di dalam satu ruangan

Outdoor = *smartphone* dengan perangkat *prototype* berada di ruangan yang berbeda (dipisahkan oleh dinding)

4.7 Tampilan Antarmuka Menu Utama

Pada tampilan menu utama, *user* akan dihadapi dengan menu-menu seperti menu Start, menu About Us, dan menu Exit.



Gambar 9: Tampilan Menu Utama

Pada menu Start, setelah aplikasi berhasil tersambung dengan perangkat *prototype*, maka tampilan yang akan dihadapi oleh *user* adalah menu *switch* lampu, *switchextra*, cek status, *timer* dan fitur lainnya.



Gambar 10: Tampilan Menu Start

Pada menu About Us, *user* akan disajikan tampilan informasi tentang versi aplikasi dan informasi data penulis.



Gambar 11: Tampilan Menu About Us

User dapat keluar aplikasi melalui tombol exit.



Gambar 12: Tampilan Menu Exit

5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari perancangan dan pengujian yang telah kami laksanakan maka disimpulkan bahwa:

- Total daya (Watt) yang dapat dipakai adalah 440W pada perangkat ini. Apabila lebih dari batas tersebut maka *fuse* pada perangkat akan putus.
- Lampu yang dipakai adalah lampu LED yang *dimmable*. Namun, dapat juga memakai lampu pijar. Jika menggunakan lampu LED *non dimmable*, lampu tersebut akan mengalami *flickering* apabila diturunkan pada tegangan tertentu.
- Jarak terjauh untuk mengatur lampu menggunakan aplikasi ini adalah 5,1m dengan kondisi di luar ruangan (*outdoor*) dan 7,2m untuk kondisi di dalam ruangan (*indoor*)

- d Seluruh gelombang sinus listrik AC dapat diatur dengan *firing angle* di setiap sudutnya. Untuk mengaturnya, diperlukan *timer CTCmode (Clear Timer on Compare Mode)* agar sinyal dari pin mikrokontroler dapat disesuaikan dengan frekuensi tegangan listrik (50Hz).

5.2 Saran

Adapun saran yang kami berikan adalah sebagai berikut:

- a Diharapkan agar lampu LED yang dipakai memiliki fitur tambahan yakni, warna lampu dan pada aplikasinya ditambahkan fungsi untuk mengatur perubahan warna pada lampu.
- b Diharapkan aplikasi ini dapat dipakai pada bangunan yang memiliki sistem jaringan *multi router* (sebuah jaringan antar *routeryang* saling berhubungan) dan jaringan Wi-Fi perlu diperluas.
- c Diharapkan jumlah lampu dan jumlah *relay* ditambah agar pengguna dapat mengatur lebih banyak lampu dan perangkat listrik dengan menggunakan perangkat dan aplikasi ini.
- d Diharapkan pengaturan intensitas cahaya pada lampu LED dapat lebih halus dan stabil tanpa *flickering*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Putra, Eko Agfianto 2010, *Tip dan Trik Mikrokontroler AVR*, Gaya Media, Yogyakarta.
- [2] Suyadhi, Taufiq Dwi Septian 2010, *Buku Pintar: Robotika*, Andi Offset, Yogyakarta.
- [3] Bishop, Owen 2004, *Understand Electronics*, Newnes, Oxford.
- [4] Purnama, Agus 2012, *Optoisolator MOC302x*. Diakses 5 September 2013, dari <http://elektronika-dasar.web.id/komponen/optoisolator-moc30/>
- [5] SparkFun Electronics 2013, *WIZnet Serial-to-Ethernet Gateway - WIZ110SR*. Diakses 6 September 2013, dari <https://www.sparkfun.com/products/9476>
- [6] Sukmaaji, Anjik 2008, *Jaringan Komputer: Konsep Dasar Pengembangan Jaringan &Keamanan Jaringan*, Andi Offset, Yogyakarta.
- [7] Matic, Nebojsa 2013, *mikroC PRO for AVR - C compiler for Atmel AVR microcontrollers*. Diakses 6 September 2013, dari <http://www.mikroe.com/mikroc/avr/>
- [8] Chandra, Ariadie, Ali, Muhammad, Hartoyo, Asmara, Andik, Kurniawan, Aditia Putra & Negoro, Setyo 2012, *Module Proteus Professional 7.5 ISIS Digital Simulation*. Diakses 5 September 2013, dari <http://staff.uny.ac.id>
- [9] DiMarzio, J.F 2008, *Programmer's Guide*, The McGraw-Hill Companies, New York.
- [10] Safaat, H. Nazruddin 2012, *Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone dan Tablet PC Berbasis Android*, Biobses, Bandung.