

## SISTEM PENGENDALI KUNCI PINTU RUMAH MENGGUNAKAN KONEKSI *BLUETOOTH* BERBASIS TEKNOLOGI ANDROID

Andriyan Gunnadi<sup>1)</sup>, Eki Hadi Saputra<sup>2)</sup>, Prasetyo Wibowo Yunanto<sup>3)</sup>  
<sup>1,2,3)</sup>DIII Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta  
 Email : [prasetyo.wy@unj.ac.id](mailto:prasetyo.wy@unj.ac.id)

### **Abstract**

*The main objective in this thesis is to facilitate people who often lose keys and also to monitor the door without the commute. Methods for designing experimental tools, starting with the concept of the system being designed, so that it can be seen how the instruments work tools and tool design has been tailored to the needs. In this system, the central lock is used to lock the door and controlled using a relay that is connected to the microcontroller ATmega 16. Making Home Door Lock Control System, using Bluetooth Connection Technology Based Android , has been through some process that has been carried out, including the manufacture of electronic circuits and manufacture of mechanical parts in the appliance. From the experimental results, it can be concluded that the tool has been working in accordance with the expected job description*

**Keywords:** *Door Lock, Microcontroller, Android , Bluetooth*

### **Abstrak**

Tujuan utama dalam tugas akhir ini adalah untuk memfasilitasi orang-orang yang sering kehilangan kunci dan juga untuk memantau keadaan pintu tanpa harus bolak-balik. Metode dalam merancang alat percobaan ini yang dimulai dengan konsep sistem yang akan dibuat, maka mengetahui bagaimana kerja instrumen alat dan alat desain yang telah disesuaikan dengan kebutuhan. Pembuatan Sistem Pengendali Kunci Pintu Rumah Menggunakan Koneksi *Bluetooth* Berbasis Teknologi Android telah melalui beberapa proses yang telah dilakukan, termasuk pembuatan sirkuit elektronik dan pembuatan bagian-bagian mekanik pada alat. Dari hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa alat ini telah bekerja sesuai dengan *job description* yang diharapkan.

**Kata Kunci:** *Door Lock, Mikrokontroler, Android , Bluetooth*

### **PENDAHULUAN**

Perkembangan teknologi pada zaman modern ini semakin pesat, banyak orang menuntut untuk melakukan aktivitas sehari-hari dengan satu teknologi yang memiliki banyak fungsi. Teknologi informasi dan komunikasi membuat manusia bagaikan tak terhalang oleh jarak ruang dan waktu. Semakin banyak perangkat teknologi tercipta, maka manusiapun menggabungkan

berbagai teknologi tersebut menjadi suatu sistem yang dapat menjalankan lebih dari satu fungsi untuk menunjang aktivitas dan produktivitas yang lebih efisien. Salah satu teknologi yang berkembang pesat saat ini adalah perangkat *mobile phone*. *Mobile phone* yang biasanya menjadi alat komunikasi jarak jauh, saat ini telah berkembang dengan memiliki banyak fungsi. Hal ini tidak lepas dari

adanya sistem operasi pada *mobile phone*, yang memungkinkan penggunaanya dapat menginstal berbagai aplikasi untuk digunakan berbagai keperluan.

Dalam kehidupan sehari-hari menjaga keamanan sangat dibutuhkan terutama keamanan dalam mengunci, baik itu rumah ataupun tempat-tempat penting lainnya. Namun terkadang orang lupa untuk mengecek apakah pintu tersebut sudah terkunci atau belum terkunci, atau malas untuk mengecek kembali keadaan pintu tersebut. Penggunaan kunci juga menjadi kurang efisien karena sering kali orang lupa menaruh kunci ataupun mengalami kehilangan kunci, dan masalah lainnya yang sering dijumpai adalah terjadi patah kunci di dalam lubang kunci yang akan sangat merepotkan dan membutuhkan waktu untuk memperbaikinya. Untuk mencegah hal-hal tersebut, maka perlu suatu sistem kunci dengan memanfaatkan aplikasi pada *mobile phone*. Karena *mobile phone* merupakan kebutuhan manusia modern dan orang-orang tidak pernah lupa membawa *mobile phone*.

Android sebagai sistem operasi berbasis linux sekarang banyak digunakan untuk telepon pintar (*smart phone*) dan komputer *tablet* (PDA). Android menyediakan *platform* terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka sendiri dan juga Android menggunakan sistem antarmuka yang mudah digunakan untuk mengatur dan mengelola suatu aplikasi. Seiring dengan perkembangan zaman teknologi Android pun semakin ditingkatkan dari segi *hardware* maupun *software* untuk mencapai suatu kesempurnaan.

Sistem Pengendali Kunci Pintu Rumah Menggunakan Koneksi *Bluetooth* Berbasis Teknologi Android merupakan perancangan alat yang dibuat untuk memudahkan orang-orang yang sering kehilangan kunci dan juga untuk mengunci pintu dari jarak jauh tanpa harus mendatangi pintu. Selain itu, perancangan sistem ini juga dalam rangka menyelesaikan pelaksanaan tugas akhir yang dilaksanakan sebagai syarat dalam memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III Teknik Elektronika.

Berdasarkan identifikasi masalah dan pembatasan masalah diatas, maka permasalahan yang ada dirumuskan sebagai berikut: “*Bagaimanakah merancang bangun sebuah sistem kunci pintu rumah jarak jauh menggunakan koneksi Bluetooth pada mobile phone Android sebagai pengendalinya?*” Permasalahan dan pembahasan tulisan ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Sistem menggunakan modul *Bluetooth* dengan tipe Hc-07 dan dengan koneksi perangkat *mobile phone* bersistem operasi Android.
2. Jarak maksimum yang bisa terjangkau oleh *Bluetooth* adalah 9 meter.
3. Pada sistem ini hanya digunakan untuk mengendalikan kunci pada 1 pintu, yaitu pintu depan rumah.
4. Pada saat *supply* pada sistem mati, posisi kunci pada pintu akan menyesuaikan dari kondisi kunci pada saat terakhir dioperasikan.

Tujuan utama penulisan dari pembuatan tugas akhir ini adalah merealisasikan sistem pengendali kunci pintu rumah menggunakan koneksi *Bluetooth* berbasis teknologi Android.

1. Agar mengunci pintu menjadi lebih efisien, praktis dan mudah.
2. Sebagai sarana dalam pengaplikasian mata kuliah yang dipelajari.

Manfaat dari pembuatan sistem pengendali kunci pintu rumah menggunakan koneksi Bluetooth berbasis teknologi Android adalah:

1. Memberi kemudahan dalam mengunci dan membuka kunci pintu tanpa harus mendatanginya.
2. Memberi informasi bagaimana menghubungkan mikrokontroler dan Android dengan menggunakan *Bluetooth*.
3. Mengaplikasikan ilmu yang telah didapat diperkuliah.

## **METODE**

### **Perancangan Alat**

Pada perancangan Sistem Pengendali Kunci Pintu Rumah Menggunakan Koneksi *Bluetooth* Berbasis Teknologi Android terdapat beberapa tahapan yang akan dilakukan. Tahap pertama yaitu perancangan mekanik alat. Tahap kedua yaitu perancangan rangkaian elektronik. Tahap ketiga yaitu perancangan program pada mikrokontroler Atmega 16 yang meliputi program yang digunakan, penentuan alamat *input* dan *output* pada tiap-tiap *port* yang sudah tersedia pada sistem minimum yang dibuat. Tahap terakhir yaitu pengujian alat.

### **Tempat dan Waktu Pembuatan Alat**

Tempat pelaksanaan pembuatan Sistem Pengendali Kunci Pintu Rumah Menggunakan Koneksi Bluetooth Berbasis Teknologi

Android yaitu: di Bengkel Listrik Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Kegiatan dilakukan pada bulan Maret sampai dengan Juli tahun ajaran 2013/2014.

Metode yang digunakan dalam pembuatan alat adalah dengan menggunakan *data sheet IC*, tabel kebenaran, teori-teori dasar yang berasal dari buku primer maupun buku sekunder, *application note*.

Pengerjaan alat dibagi menjadi 3 bagian yaitu :

1. Pengerjaan *input* pada alat dimulai dengan membuat aplikasi pada Android lalu menghubungkan *Bluetooth Hc-07* dengan mikrokontroler.
2. Pengerjaan proses pada alat dilakukan dengan memprogram mikrokontroler ATmega-16 dan *Bluetooth*, ini dilakukan agar mikrokontroler dapat menerima sinyal yang diberikan oleh *Bluetooth Hc-07* melalui aplikasi pada Android.
3. Pengerjaan *output* dilakukan dengan menghubungkan *portout* dari mikrokontroler ke modul *relay*, lalu menghubungkan *central lock* ke modul *relay* sebagai saklarnya.

Setelah pengerjaan alat selesai selanjutnya dilakukan pembuatan mekanik alat dan menempatkan rangkaian elektronik pada mekanik lalu dilakukan uji coba alat.

### **Deskripsi Cara Kerja Alat**

1. Ketika *Bluetooth* yang ada di Android dihidupkan maka sinyal dapat dikirim melalui Android ke *Bluetooth Hc-07* dan diproses oleh mikrokontroler ATmega-16 untuk melakukan gerakan.

2. *Bluetooth* Hc-07 akan menerima sinyal yang dikirim melalui Android dan sinyal akan diproses oleh *Bluetooth* Hc-07 menjadi bentuk pulsa, lalu gelombang pulsa akan masuk ke *port input* mikrokontroler Atmega16.
3. Setelah gelombang pulsa yang diproses *Bluetooth* Hc-07 masuk ke mikrokontroler ATmega-16 lalu mikrokontroler akan memproses dan dikeluarkan melalui *portout* mikrokontroler sebagai tegangan/logika untuk menggerakkan *central lock* melalui *relay*.
4. *Relay* akan mendapat tegangan/logika lalu mengontak dan memberikan tegangan ke *central lock* untuk melakukan gerakan mekanik yang difungsikan untuk mengunci atau membuka kunci pintu.

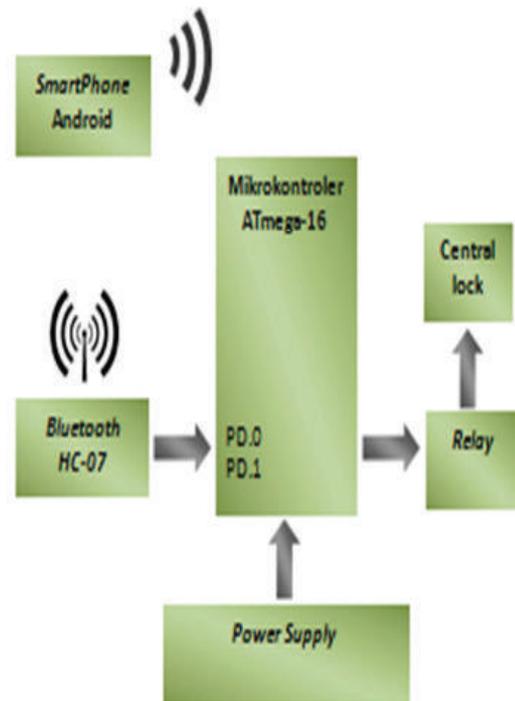
#### Deskripsi Aplikasi:

1. Langkah pertama untuk mengaktifkan sistem ini yaitu menghidupkan *Bluetooth* yang ada di Android lalu membuka aplikasi yang ada pada Android .
2. Masuk ke aplikasi dan akan tertera pilihan untuk menghubungkan *Bluetooth* pada Android ke *Bluetooth* Hc-07, pada saat *Bluetooth* sudah dihubungkan selanjutnya akan tertera menu untuk mengunci/buka kunci pintu.
3. Jika memilih kunci pintu maka *central lock* akan bergerak mengunci pintu.
4. Jika memilih buka kunci pintu maka *central lock* akan bergerak membuka kunci pintu.
5. Pada pintu terdapat indikator pembeda antara pintu yang sudah terkunci atau belum.

6. Jika sudah selesai mengunci/buka kunci maka keluar dari aplikasi, dan jika ingin menggunakan maka buka aplikasi kembali.

#### Blok Diagram Sistem

Blok diagram sistem akan menunjukkan konsep dasar dari alat yang akan dibuat. Pada Gambar 1 dapat dilihat blok diagram Sistem Pengendali Kunci Pintu Rumah Menggunakan Koneksi *Bluetooth* Berbasis Teknologi Android .

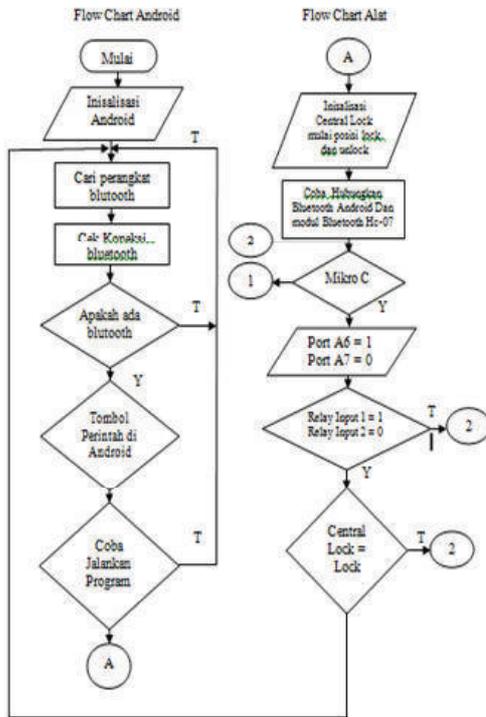


**Gambar 1.** Blok Diagram Sistem

Gambar 1. merupakan Blok Diagram Alat yang dimana *power supply* memberi tegangan pada semua komponen yang ada, Android dan *Bluetooth* merupakan *input* yang masuk ke mikrokontroler ATmega-16 dan sebagai *outputnya* yaitu *relay*, dan *central lock* sebagai penggerak utama alat.

**Flowchart Android**

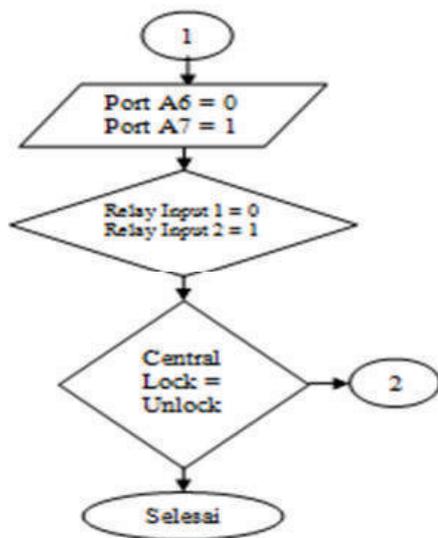
Flowchart pada Android dapat di jelaskan seperti pada gambar 2.dibawah ini.



Gambar 2. Flowchart Android

**Flowchart Alat**

Flowchart pada Alat dapat dijelaskan oleh gambar 3. dibawah ini:



Gambar 3. Flowchart Alat

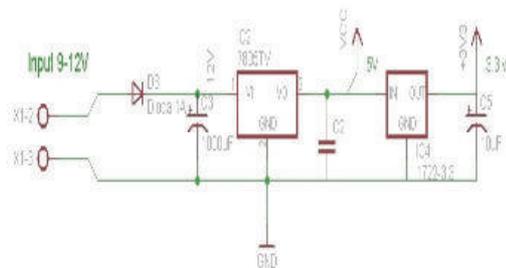
**Perancangan Alat Mekanik Alat**

Pada perancangan mekanik, bahan dasar yang digunakan adalah akrilik transparan 150x100cm dengan ketebalan 3mm dan aluminium hollow sepanjang 270cm.

Perancangan mekanik alat dibuat berbentuk rumah dengan ukuran miniatur, dengan luas rumah berukuran 50x50cm dan tinggi 50cm. Sistem Pengendali Kunci Pintu Rumah Menggunakan Koneksi Bluetooth Berbasis Teknologi Android mengendalikan kunci untuk 1 pintu, yaitu pintu depan rumah.

**Skema Rangkaian Power Supply Regulator**

Rangkaian power supply regulator digunakan sebagai pembagitegangan untuk semua rangkaian. Rangkaian regulator mendapat tegangan input 220 VAC dari trafo 1A yang kemudian disearahkan menggunakan dioda. Kemudian mengeluarkan tegangan output sebesar 12 VDC. Lalu IC regulator 7805 yang memberikan tegangan output sebesar 5 VDC yang digunakan untuk memberi input sistem minimum dan relay. Sedangkan IC 1772 digunakan untuk memberi tegangan pada Bluetooth hc-07 dengan tegangan output sebesar 3,3 VDC.

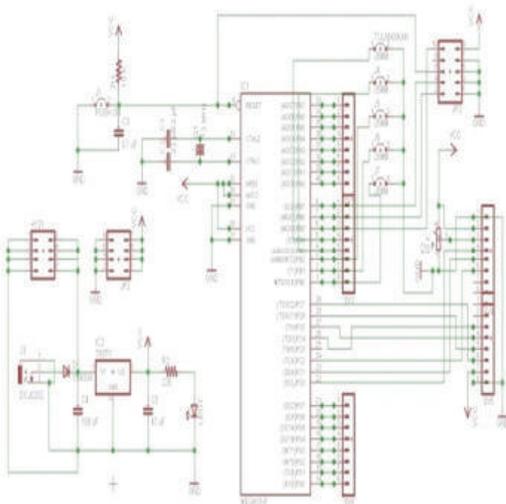


Gambar 4. Skematik Rangkaian Supply Regulator

**Skema Rangkaian Sistem minimum AVR ATmega-16**

Sistem minimum (sismin) mikrokontroler adalah rangkaian elektronik *minimum* yang diperlukan untuk beroperasinya IC mikrokontroler. Sismin kemudian bisa dihubungkan dengan rangkaian lain untuk menjalankan fungsi tertentu. Pada Gambar 5. adalah skematik dari rangkaian sistem minimum ATmega-16.

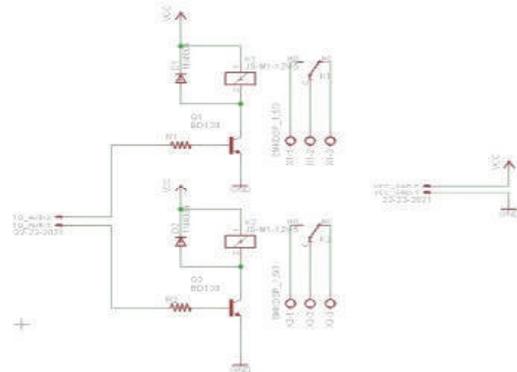
Penentuan *port* yang akan di pakai sangat penting sebelum membuat program, yang bertujuan sebagai keluaranyang digunakan pada mikrokontroler dan juga masukan dari Android dan *Bluetooth* . Jumlah *port* yang dipakai pada mikrokontroler ATmega-16 sebanyak 4 *port*.



**Gambar 5.** Skematik Rangkaian Sistem Minimum AVR ATmega-16

**Skema Rangkaian Relay**

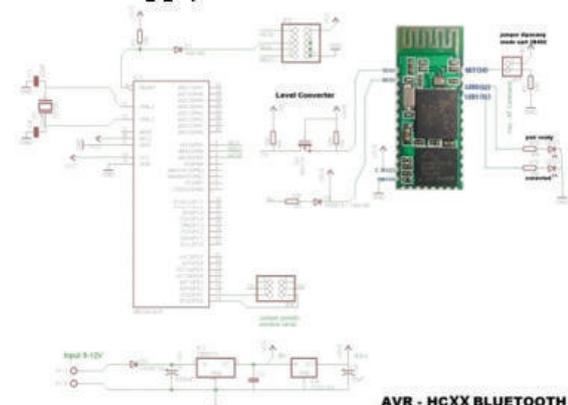
*Relay* digunakan sebagai saklar/kontak untuk mengunci dan buka kunci pada pintu. Rangkaian *relay* pada *software* ini terdiri dari beberapa komponen yaitu diode, transistor dan *relay*. Rangkaian *relay* dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Rangkaian Relay

Pada saat rangkaian mendapat tegangan 5 VDC pada salah satu koil pada *relay*, apabila input mikrokontroler dalam kondisi ambang dimana belum ada masukan berupa perintah eksekusi dari program maka common *relay* belum bisa bekerja mengalirkan arus listrik pada central lock. Jika perintah eksekusi berupa button lock dan unlock yang telah diaktifkan maka rangkaian mendapat ground dari mikrokontroler maka koil *relay* bekerja sehingga common *relay* dapat bekerja mengalirkan arus listrik pada central lock.

**Skema Rangkaian ARV ATmega-16 terhubung ke Modul Bluetooth dan Power Supply**



**Gambar 7.** Rangkaian ARV ATmega-16 Terhubung ke Modul Bluetooth dan PowerSupply

## Pemrograman

Pemrograman mikrokontroler ATmega-16 pada Sistem Pengendali Kunci Pintu Rumah Menggunakan Koneksi *Bluetooth* Berbasis Teknologi Android menggunakan program aplikasi *Basic4 Android*, dimana proses pembuatan program tersebut terdiri dari:

### Inisialisasi

Inisialisasi merupakan bagian dari program utama yang berfungsi untuk melakukan persiapan penggunaan *port-port* yang akan dipakai agar program yang dibuat dapat menggerakkan suatu sistem yang dirancang untuk penginisialisasian *port* masukan dan *port* keluaran.

### Program menggunakan *Basic 4 Android*

*Basic 4 Android* adalah *development tool* sederhana yang *powerful* untuk membangun aplikasi Android. Bahasa *Basic4 Android* mirip dengan *Visual Basic* dengan tambahan dukungan untuk objek. Aplikasi Android (APK) yang *dcompile* oleh *Basic4 Android* adalah aplikasi *Android native/asli* dan tidak ada *extra runtime* seperti di *Visual Basic* yang ketergantungan *filemsvbvm60* dan lain-lain, yang pasti aplikasi yang *dcompile* oleh *Basic4 Android* adalah *NO DEPENDENCIES* (tidak ketergantungan *file* lain). IDE *Basic4 Android* hanya fokus pada *development* Android.

*Basic4 Android* dapat dijalankan pada sistem operasi *Microsoft Windows, Linus, dan XP*. Selain sebagai IDE untuk pengembangan aplikasi, *Basic4 Android* pun bisa digunakan untuk aktivitas dalam

siklus pengembangan perangkat lunak, seperti dokumentasi, *test* perangkat lunak, pengembangan web, dan lain sebagainya.

## Instrumen Pengukuran

*Instrumen* yang digunakan dalam pengukuran alat ini diantaranya adalah alat ukur AVO meter.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengukuran dan Pengujian

Pengukuran dan pengujian dilakukan untuk mengukur keluaran dari catu daya dan mengukur jarak jangkauan *Bluetooth*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan multimeter analog, multimeter digital dan meteran.

### Hasil pengukuran catu daya

Catu daya berfungsi untuk *supply* tegangan ke semua rangkaian. Sumber tegangan menggunakan Transformator 1A dengan tegangan sekunder 12 VAC yang digunakan untuk *supply regulator* 5 VDC, dan *regulator* 5 VDC akan *supply level converter* DC to DC. Untuk pengukuran catu daya dapat dilihat pada tabel 1 sedangkan pengukuran tegangan level *converter* dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 1.** Pengukuran Tegangan *Regulator*

<i>Input</i> VAC	<i>Output</i> VDC
10,5	4,9

**Tabel 2.** Pengukuran Tegangan *Level Converter*

<i>Level Converter</i> DV to DC	
<i>Input</i> VDC	<i>Output</i> VDC
4,9	3,4

### Pengukuran Jarak *Bluetooth*

*Bluetooth* mendapat tegangan dari *outputlevel converter* sebesar 3,4 VDC. Pengukuran jarak *Bluetooth* dilakukan dengan cara mengukur jarak jangkauan antara *Bluetooth* Android dengan *Bluetooth* Hc-07. Hasil pengukuran jarak *Bluetooth* dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Pengukuran Jarak *Bluetooth*

No	Jarak (meter)	Ouput Pengkondisian
1.	0	ON
2.	1	ON
3.	2	ON
4.	3	ON
5.	4	ON
6.	5	ON
7.	6	ON
8.	7	ON
9.	8	ON
10.	9	ON
11.	10	OFF
12.	11	OFF
13.	12	OFF
14.	13	OFF
15.	14	OFF

### Pengujian *Relay*



**Gambar 8.** Pengujian *relay* saat di beri *input* 4,8 VDC dan modul *Bluetooth* Hc-07 pada saat diberi *input* 3,4VDC

Pengujian rangkaian *relay* adalah sebuah pengujian yang dilakukan untuk menguji rangkaian *relay*. Pengujian dilakukan untuk menguji cara kerja *relay*, apakah *relay* yang di gunakan sesuai dengan yang diinginkan.

### Pengujian sistem

Sebagai bahan pengujian digunakan metode sebagai berikut: Rangkaian disesuaikan secara fungsinya antara *central lock* dengan *relay*. Kemudian dilakukan pengamatan terhadap keluaran dari pada *port* mikrokontroler yang masuk ke *inputrelay*.

### Hasil Analisis Sistem

Analisa sistem berguna untuk menguji kerja alat sesuai dengan fungsi yang telah dirancang serta bekerja secara maksimal dan lebih efisien dalam penggunaan alat tersebut. Sistem penempatan *central lock* sebagai kunci pintu berfungsi agar penempatan kunci bisa disesuaikan dengan tujuan alatnya.

### Keunggulan Alat

Keunggulan dari Sistem Pengendali Kunci Pintu Rumah Menggunakan Koneksi *Bluetooth* Berbasis Teknologi *Android* ini adalah bisa mengendalikan kunci pintu pada sebuah pintu dari jarak jauh dengan menggunakan aplikasi pada *Android* serta bisa sebagai pengganti kunci pintu.

### Kelemahan Alat

Kelemahan dari Sistem Pengendali Kunci Pintu Rumah Menggunakan Koneksi *Bluetooth* Berbasis Teknologi *Android* adalah jangkauan *Bluetooth* yang tidak bisa melebihi dari 9 meter ke atas di

karenakan *Bluetooth* tidak dapat terdeteksi jika jarak melebihi kapasitas yang sudah ditentukan, dan jika terjadi mati listrik maka sumber tegangan dari alat ini harus diganti menggunakan baterai, dan penggantian sumber tegangan masih dilakukan secara manual menggunakan saklar tukar.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Setelah melakukan perencanaan dan pembuatan sistem, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Pembuatan Sistem Pengendali Kunci Pintu Rumah Menggunakan Koneksi *Bluetooth* Berbasis Teknologi Android telah melalui beberapa proses yang sudah dikerjakan, diantaranya pembuatan rangkaian elektronik dan pembuatan bagian mekanik pada alat.
2. Melakukan pengujian pada setiap rangkaian dari sistem yang dikerjakan, mulai dari *power supply*, sistem minimum, *Bluetooth* , dan *relay*.
3. Pada Hasil percobaan dapat diperoleh bahwa alat bekerja sesuai dengan deskripsi kerja dari alat yang akan dikendalikan menggunakan mikrokontroler melalui Android .

### Implikasi

Dalam perancangan Sistem Pengendali Kunci Pintu Rumah Menggunakan Koneksi *Bluetooth* Berbasis Teknologi Android terlebih dahulu pematangan konsep untuk perancangan, sebab dengan adanya konsep perancangan, kesalahan dalam pengerjaan alat maupun pada saat

pengujian alat dapat diminimalisir untuk menghindari kesalahan pada perhitungan dan pengukuran, sehingga hasil pengerjaan akan lebih presisi sesuai konsep awal.

### Saran

Kelemahan masih banyak dijumpai pada Tugas Akhir. Untuk itu peneliti memberikan beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya antara lain:

1. Sebelum menggunakan aplikasi pada Android , pengguna harus menghidupkan *Bluetooth* terlebih dahulu secara manual.
2. Jika terjadi mati listrik, maka *power supply* untuk menyuplai semua rangkaian harus diganti dengan baterai.
3. Untuk mengukur jarak pada *Bluetooth* tidak bisa melebihi dari 9 meter ke atas dikarenakan *Bluetooth* sudah memiliki jarak yang ditentukan.
4. Mikrokontroler tidak bisa bekerja secara bersamaan pada waktu yang bersamaan.
5. Agar penggunaan modul *Bluetooth* berjalan dengan sempurna sebaiknya rangkaian *Bluetooth* dibuat sesuai dengan apa yang disarankan oleh *datasheet* modul *Bluetooth* .

## DAFTAR RUJUKAN

- Bishop, Owen. 2004. *Dasar-dasar Elektronika*. Jakarta: Erlangga.
- Blocher, Richard. 2004. *Dasar Elektronika*. Yogyakarta: Andi.
- Budiharto, Widodo. 2006. *Membuat Robot Cerdas*. Jakarta: Elex Media Komputindo.

Buku Pedoman Tugas Akhir Diploma Tiga. 2009. Jakarta. FT UNJ Press.

*Datasheet modul Bluetooth .*

<http://www.fairchildsemi.com/ds/hc-05.pdf>(Diakses pada tanggal 17 Maret 2014)

*Datasheet*

*Atmega16.*<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/atmel/2466SS.pdf>(Diakses pada tanggal 17 Maret 2014)

Gunawan, Malvino Hanapi. 1981. *Prinsip Elektronik, Edisi kedua.* Jakarta: Erlangga.

M. Ary Heryanto & Wisnu Adi P. *Pemrograman Bahasa java untuk Mikrokontroler,* Yogyakarta: Andi.

Petruzella, Frank D. 1996. *Elektronik Industri.* Yogyakarta: Andi.

Suryana, D. 2002. *Belajar Aktif Fisika untuk Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama Kelas 3.* Jakarta: Pusat perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.