

# **SISTEM MONITORING KEAMANAN RUANG BERBASIS SMS**

## **TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro



Disusun Oleh:

**Nama : JULIAN HAFIDZ ELZUL**

**NIM : 10524027**

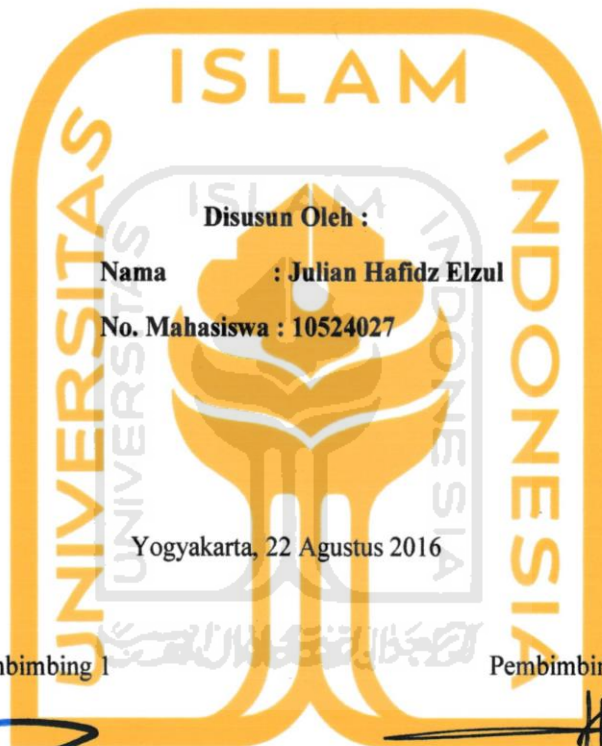
**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2016**

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

SISTEM *MONITORING* KEAMANAN RUANG MENGGUNAKAN SMS

### TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

Nama : Julian Hafidz Elzul

No. Mahasiswa : 10524027

Yogyakarta, 22 Agustus 2016

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Sisdarmanto Adinandra, ST, M.Sc, Ph.D.

Medilla Kusriyanto, ST, M.Eng.

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Julian Hafidz Elzul

No. Mahasiswa : 10524027

Menyatakan bahwa tugas akhir ini adalah hasil dari pekerjaan saya sendiri sebagai persyaratan penyelesaian studi jenjang S1 di Universitas Islam Indonesia. Adapun bagian-bagian tertentu dari sumber referensi, saya ambil sesuai dengan ketentuan dan tata tertib yang berlaku dalam tata cara penulis tugas akhir. Jika terdapat sesuatu hal yang melanggar, maka saya siap mempertanggung jawabkan sepenuhnya.

Yogyakarta, 22 Agustus 2016



Julian Hafidz Elzul

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**SISTEM MONITORING KEAMANAN RUANG MENGGUNAKAN SMS**

**TUGAS AKHIR**

Oleh :

Nama : Julian Hafidz Elzul

No. Mahasiswa : 10524027

**Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta, 31 agustus 2016**

Tim Penguji,

**Medilla Kusriyanto, ST., M.Eng.**

Ketua

**Tito Yuwono, ST., M.Sc.**

Anggota I

**Yusuf Aziz Amrullah, ST., M.Sc., Ph.D.**

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro  
Universitas Islam Indonesia



**Dr. Eng. Hendra Setiawan, ST., M.T.**

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

**Karya Tugas Akhir ini**

**Saya persembahkan**

**Kepada**

**"Allah S.W.T"**

**Dan**

**"Orang tua "**

**serta keluarga tercinta.**



## HALAMAN MOTTO

### MAN JADDA WAJADA

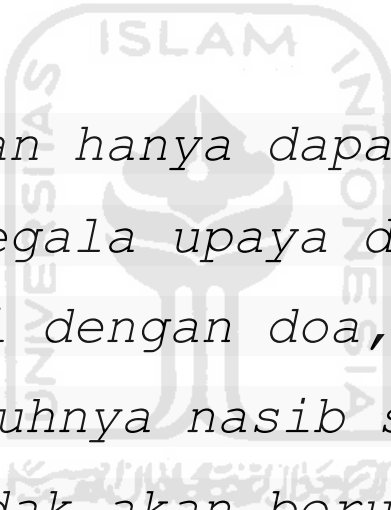
*Siapa bersungguh-sungguh pasti berhasil*

### MAN SHABARA ZAFIRA

*Siapa yang bersabar pasti beruntung*

### MAN SARA ALA DARBIWASHALA

*Siapa menapaki jalan-Nya akan sampai ke tujuan*



*Kesuksesan hanya dapat diraih  
dengan segala upaya dan usaha  
disertai dengan doa, karena  
sesungguhnya nasib seorang  
manusia tidak akan berubah dengan  
sendirinya tanpa berusaha.*

*Semangat !*

## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum wr.wb.,

Syukur Alhamdulillah tak henti - hentinya dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT yang mana telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Shalawat serta salam semoga tercurah kepada Junjungan Nabi Besar Nabi Muhammad SAW beserta para keluarganya, sahabat, dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Tugas Akhir berjudul “Sistem Monitoring Keamanan Ruang Berbasis SMS” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini, ungkapan rasa terima kasih yang sebesar - besarnya diucapkan kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, dukungan, kerjasama, fasilitas, dan kemudahan lainnya. Untuk itu, dengan ketulusan hati saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua yang telah memberikan semangat dan doa baik secara materil maupun moril, hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
2. Bapak Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.

3. Bapak Sisdamanto Adinandra, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Pembimbing I Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu mendampingi untuk memberikan bimbingan, solusi, serta nasehat sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini.
4. Bapak Medilla Kusriyanto, S.T., M. Eng. selaku Pembimbing II Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu mendampingi untuk memberikan bimbingan, solusi, serta nasehat sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini.
5. Mas Handri, Mas Heri, dan Mas Dian yang selalu menyediakan tempat, alat – alat, dan komponen di Lab. Ketenagaan, Lab. Elektronika, dan Lab. LG Corner.
6. Teman - teman Adit, Yudi, Dany, Azmi, Renald, Novel, dan Abdul yang selalu menemani di Lab, dan untuk semua teman- teman elektro terutama angkatan 2010 yang tidak bisa saya sebutkan namanya satu persatu, terima kasih telah membuat kuliah saya begitu berarti.
7. Kekasih yang berada di rumah impian yang selalu mendo'akan dan memberikan semangat serta dukungan, seseorang yang selalu menjadi penyemangat kedua setelah orang tua, Dedek. Terimakasih karena selalu percaya saat yang lain mulai bimbang.
8. Dan banyak pihak lain yang tidak dapat kami sebutkan seluruhnya yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran membangun dari semua pihak demi kemajuan penulis di masa mendatang.



Harapan penulis laporan tugas akhir ini dapat membantu mengembangkan ilmu pengetahuan penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, 22 Agustus 2016



Julian Hafidz Elzul

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
HALAMAN MOTTO .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
ABSTRAK .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan .....	2
1.4. Manfaat.....	2
1.5. Batasan Masalah.....	2
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Modul GSM <i>Wavecom</i> .....	5
2.2. Komunikasi Serial .....	7
2.3. Sensor PIR.....	9
2.4. Motor Servo .....	11

2.5. <i>Door Lock Solenoid</i> .....	12
2.6. <i>Buzzer</i> .....	12
2.7. Penelitian Sejenis .....	13
<b>BAB III PERANCANGAN SISTEM</b>	
3.1. Perancangan Desain <i>box</i> .....	19
3.2. Perancangan <i>Wiring Hardware</i> .....	19
3.3. Perancangan Software.....	22
<b>BAB IV PENGUJIAN, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Pengujian sub sistem.....	23
4.1.1. Pengujian sensor PIR.....	23
4.1.2. Pengujian modul RS232.....	24
4.1.3. Pengujian motor servo.....	25
4.1.4. Pengujian arus dan tegangan pada solenoid <i>door lock</i> .....	26
4.2. Pengujian pengiriman SMS rangkaian keseluruhan.....	27
4.3. Pengujian penerimaan SMS rangkaian keseluruhan.....	28
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1. Kesimpulan.....	32
5.2. Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA .....	34
LAMPIRAN .....	36

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Modul GSM Wavecom <i>Fastrack</i> 1306B.....	5
Gambar 2.2. Konfigurasi <i>port</i> pada modem <i>Wavecom</i> M1306B.....	9
Gambar 2.3. Sensor <i>PIR</i> .....	9
Gambar 2.4. Bagian sensor <i>PIR</i> .....	10
Gambar 2.5. Bagian motor servo .....	11
Gambar 2.6. Bagian dan prinsip kerja <i>door lock solenoid</i> .....	12
Gambar 2.7. Simbol <i>Buzzer</i> .....	13
Gambar 3.1. Diagram proses sistem.....	16
Gambar 3.2. <i>Flowchart</i> sistem keseluruhan.....	18
Gambar 3.3. Desain <i>box</i> .....	19
Gambar 3.4. Perancangan <i>Hardware</i> .....	20
Gambar 3.5. <i>Wiring</i> Arduino, motor servo, <i>driver</i> , dan solenoid <i>door lock</i> .....	21
Gambar 3.6. Skematik <i>Driver Solenoid</i> .....	21
Gambar 4.1. Hasil pengujian dan pengukuran sensor <i>PIR</i> .....	23
Gambar 4.2. Pengujian modul <i>RS232</i> .....	25
Gambar 4.3. Pengujian Motor servo .....	26
Gambar 4.4. Tampilan Pada Serial Monitor Saat Mengirim Pesan.....	27
Gambar 4.5. Tampilan Pada <i>Handphone</i> Saat Menerima Pesan.....	28
Gambar 4.6. Tampilan Pada Serial Monitor Saat Menerima Pesan untuk Meng - aktif - kan <i>Autolock</i> .....	29
Gambar 4.7. Tampilan Pada Serial Monitor Saat Menerima Pesan untuk Me - nonaktif - kan <i>Autolock</i> .....	30

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perintah <i>AT Command</i> .....	6
Tabel 4.1. Hasil pengujian sensor PIR .....	24
Tabel 4.2. Hasil pengujian arus dan tegangan pada solenoid .....	27



## ABSTRAK

Seiring berkembangnya zaman dan teknologi, kebutuhan informasi yang cepat sangat dibutuhkan dalam berbagai sektor kehidupan, sehingga menunjang kinerja sektor-sektor tersebut, salah satunya adalah aspek keamanan. Banyak sarana yang dirancang secara otomatis untuk membantu kegiatan manusia dalam mengatur keamanan lingkungan ataupun ruangan yang memerlukan tingkat pengamanan yang lebih ketat. Terutama pada rumah bila ingin terhindar dari kriminalitas seperti pencurian, perampokan, dan tindak kriminalitas lainnya. Telah banyak jenis sistem keamanan rumah yang dikembangkan untuk mempermudah mencegah aksi pencurian disaat rumah kosong. Sistem monitoring keamanan ruang menggunakan SMS (*Short Message Service*) semakin diminati saat ini. Pada penelitian ini akan merancang sebuah peringatan (*warning system*) yang akan diterapkan pada miniatur rumah dengan menggunakan SMS yang akan dikirimkan ke nomor telepon seluler (*handphone*). Dari hasil pengujian yang didapat, setelah sistem memberikan peringatan berupa pesan singkat atau SMS kepada *user*, kemudian *user* dapat melakukan tindakan untuk mengendalikan sistem *autolock* yang ada pada miniatur rumah melalui SMS. Kemudian setelah terasa aman, *user* bisa mengirimkan SMS kembali pada sistem untuk menonaktifkan *autolock*.

*Keyword : Autolock, miniatur rumah, SMS, dan warning system.*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Rumah merupakan sasaran utama bagi pencuri untuk melakukan aksi kejahatannya. Oknum – oknum tersebut tidak segan dalam melakukan aksinya, baik di kompleks perumahan sederhana, perumahan elit, maupun kompleks perumahan TNI atau Polisi. Saat rumah ditinggal penghuninya bepergian merupakan kasus yang paling banyak terjadi. Telah banyak orang yang memasang kamera CCTV pada rumahnya, tetapi itu saja belum cukup untuk mencegah atau mengurangi barang yang dicuri karena pemilik rumah kedatangan rumahnya kecurian pada saat kembali dari bepergian. Pada saat terjadi pencurian tidak ada yang mengetahui dan tidak ada tindakan untuk mencegahnya.

Telah banyak jenis sistem keamanan rumah yang dikembangkan untuk mempermudah mencegah aksi pencurian disaat rumah kosong. Sistem monitoring keamanan ruang menggunakan SMS dan kamera smartphone android mulai diminati saat ini, karena pada saat terjadi pencurian dapat langsung diketahui oleh pemilik ruangan dan dapat langsung mengambil tindakan seperti melapor kepada pihak yang berwajib kalau sedang terjadi pencurian di rumah atau di ruangnya. Jika sistem ini mendeteksi adanya unsur tindak kejahatan, maka sistem akan memberikan sebuah tanda berupa sebuah pesan singkat atau *Short Message Service (SMS)* yang akan

dikirimkan ke nomor telepon seluler (*handphone*) sehingga kita dapat mengetahui keadaan yang terjadi disekitar ruangan tersebut. Setelah menerima pesan peringatan tersebut, maka dapat melakukan tindakan balik untuk mengendalikan sesuatu (peralatan) yang ada di rumah melalui SMS. Kerja dari keseluruhan sistem dikendalikan oleh sebuah keping tunggal yang disebut mikrokontroller.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Bagaimana merancang sebuah sistem keamanan ruang dengan berbasis Arduino Uno R3 dan Modul GSM *Wavecom*.

## **1.3. Tujuan**

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah merancang sebuah sistem simulasi keamanan ruang berbasis SMS dan dapat diimplementasikan dalam bentuk miniatur.

## **1.4. Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Membantu proses memahami sistem keamanan ruang berbasis SMS dengan menggunakan modul GSM *Wavecom Fastrack 1306B*.
2. Sebagai perintis untuk pengembangan penelitian selanjutnya pada sistem keamanan ini.

## **1.5. Batasan Masalah**

Dengan adanya permasalahan yang harus diselesaikan pada rumusan masalah di atas, maka dalam penelitian ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:



1. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno Rev 3.
2. Menggunakan sensor PIR (*Passive InfraRed*) KC7783R sebagai pembaca keadaan.
3. Menggunakan Modul GSM Wavcom *Fastrack* 1306B.
4. Menggunakan motor servo sebagai penggerak pintu dan *lock door solenoid* sebagai pengunci pintu.

#### **1.6. Sistematika penulisan**

Sistematika penulisan dan pembahasan laporan tugas akhir ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan tentang judul, latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah dan tujuan serta pembahasan dari tugas akhir “Sistem *Monitoring* Keamanan Ruang Berbasis SMS”.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menguraikan teori – teori dan penelitian sejenis yang mendukung dalam pelaksanaan serta penyelesaian perancangan sistem keamanan ruang pada miniatur rumah.

### **BAB III PERANCANGAN SISTEM**

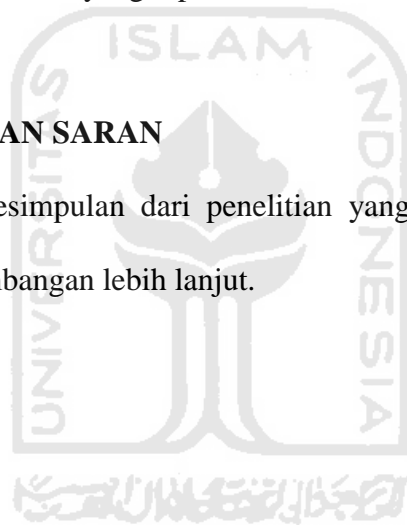
Bab ini menguraikan tentang perancangan serta langkah-langkah dalam pembuatan *hardware* untuk miniatur rumah.

### **BAB IV PENGUJIAN, ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi pengujian hasil desain dan implementasi sistem keamanan ruang pada miniatur kemudian dari data yang diperoleh akan di analisis.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini memuat kesimpulan dari penelitian yang telah dilaksanakan serta saran – saran untuk pengembangan lebih lanjut.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Modul GSM *Wavecom*

Modul GSM adalah peralatan yang didesain supaya dapat digunakan untuk aplikasi komunikasi dari mesin ke mesin atau dari manusia ke mesin. Modul GSM *Wavecom* merupakan peralatan yang digunakan sebagai mesin dalam suatu aplikasi. Dalam aplikasi yang dibuat harus terdapat mikrokontroler yang akan mengirimkan perintah kepada modul GSM berupa *AT command* melalui RS232 sebagai komponen penghubung (*communication links*).



Gambar 2.1 Modul GSM Wavecom *Fastrack 1306B*

*Wavecom* adalah pabrikan asal Perancis (bermarkas di kota Issy les Moulineaux, Perancis) yaitu *Wavecom SA* yang berdiri sejak 1993 bermula sebagai biro konsultan teknologi dan sistem jaringan nirkabel GSM, dan pada 1996 *Wavecom* mulai membuat desain daripada modul *wireless* GSM pertamanya dan diresmikan

pada 1997, bentuk modul GSM pertama berbasis GSM dan pengkodean khusus yang disebut *AT Command*.

*AT Command* merupakan perintah-perintah yang digunakan dalam komunikasi dengan *serial port*. Dengan *AT Command* kita dapat melihat vendor dari modem yang digunakan, kekuatan sinyal, membaca pesan yang ada pada *SIM card*, mengirim pesan, mendeteksi pesan SMS baru yang masuk secara otomatis, menghapus pesan pada *SIM card*, dan masih banyak lagi fungsi lainnya.

*AT Command* sebenarnya hampir sama dengan perintah *>* (*prompt*) pada DOS. Perintah-perintahnya digunakan untuk penulisan ke *port* komputer, dan diawali dengan kata AT, kemudian diikuti karakter lainnya yang memiliki fungsi masing-masing. Selain digunakan untuk penulisan ke *port*, *AT Command* juga dapat digunakan untuk penulisan ke modem.

Untuk penulisan data ke modem, maka modem terlebih dahulu harus dihubungkan dengan suatu kabel data yang tersedia *serial port* di komputer. *AT Command* yang digunakan pada modem mengikuti standar dari ETSI GSM 07.05. Beberapa *AT Command* yang dapat digunakan untuk menangani pesan SMS pada ponsel terdapat pada tabel :

Tabel 2.1. Perintah *AT Command*

Perintah	Fungsi	Tipe Perintah
AT	Mengecek apakah ponsel sudah terhubung	Pengecekan Ponsel

AT+CMGC	Mengirim perintah <i>Short Message Service</i>	Pengiriman dan Penulisan Pesan
AT+CMGD	Menghapus SMS di memori <i>Short Message Service</i>	Pengiriman dan Penulisan Pesan
AT+CMGF	Mengatur format mode <i>Short Message Service</i> dari terminal	Pengiriman dan Penulisan Pesan
AT+CMGL	Menampilkan daftar <i>Short Message Service</i> yang ada pada <i>Short Message Service card</i>	Pengiriman dan Penulisan Pesan
AT+CMGR	Membaca sebuah pesan <i>Short Message Service</i>	Pengiriman dan Penulisan Pesan
AT+CMGS	Mengirim sebuah pesan <i>Short Message Service</i>	Pengiriman dan Penulisan Pesan
AT+CMGW	Menulis SMS ke memori <i>Short Message Service</i>	Pengiriman dan Penulisan Pesan
AT+CNMA	Tanda terima dari keluaran langsung <i>Short Message Service</i>	Pengiriman dan Penulisan Pesan
AT+CNMI	Menampilkan <i>Short Message Service</i> baru yang masuk secara otomatis	Pengiriman dan Penulisan Pesan
AT+CPMS	Memilih penyimpanan pesan <i>Short Message Service</i>	Konfigurasi Umum
AT+CSCS	Menetapkan jenis <i>encoding</i>	Konfigurasi Umum
AT+CSCA	Alamat <i>Short Message Service Service Centre</i>	Konfigurasi Umum
AT+CSCB	Memilih pesan <i>Cell Broadcast</i>	Konfigurasi Umum
AT+CSMS	Pemilihan layanan pesan	Konfigurasi Umum

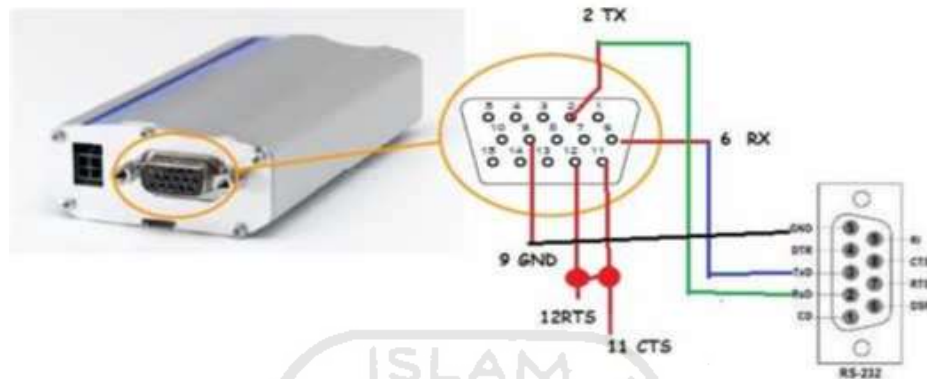
## 2.2.Komunikasi Serial

Komunikasi serial merupakan komunikasi data dengan pengiriman data secara satu persatu pada waktu tertentu. Sehingga komunikasi data serial hanya

menggunakan dua kabel yaitu kabel data untuk pengiriman yang disebut *transmit* (TX) dan kabel data untuk penerimaan yang disebut *receive* (RX). Kelebihan dari komunikasi serial adalah jarak pengiriman dan penerimaan dapat dilakukan dalam jarak yang cukup jauh dibandingkan dengan komunikasi paralel, tetapi kekurangannya kecepatannya lebih lambat dibandingkan komunikasi paralel. Dikenal dua cara komunikasi data secara serial, yaitu komunikasi data secara sinkron dan komunikasi data secara asinkron. Pada komunikasi data serial sinkron, clock dikirimkan bersama-sama dengan data serial, sedangkan komunikasi data serial asinkron, clock tidak dikirimkan bersama data serial, tetapi dibangkitkan secara masing-masing baik pada sisi pengirim (*transmitter*) maupun pada sisi penerima (*receiver*).

Komunikasi antara modem *Wavecom* dengan mikrokontroler yang digunakan ini adalah komunikasi serial secara asinkron yang bersifat *full-duplex*, artinya *port* serial bisa mengirim dan menerima pada waktu yang bersamaan. Perangkat yang digunakan yaitu kabel komunikasi serial RS232 yang biasa digunakan untuk menghubungkan periferal eksternal seperti modem dengan komputer. Modem memiliki level tegangan yang berbeda dengan level tegangan TTL ataupun RS232, tetapi untuk kompatibilitas modem agar bisa terkoneksi dengan PC guna berbagai keperluan maka disediakan kabel data yang *compatible* dengan standar RS232 sebagai *interface* untuk koneksi ke PC, untuk konfigurasi *port* data modem yang digunakan yaitu *Wavecom* M1306B diperlihatkan pada Gambar 2.2. Dengan alasan

inilah maka digunakan komunikasi serial standar RS232 sebagai dasar *interface* antara modem dengan mikrokontroler pada alat.



Gambar 2.2. Konfigurasi *port* pada modem Wavecom M1306B.

### 2.3. Sensor PIR

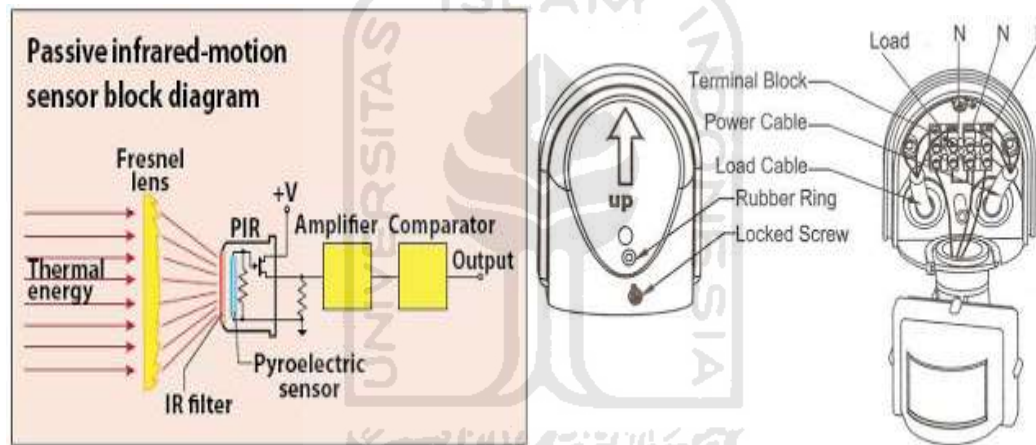
Sensor PIR ( *Passive InfraRed* ) adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi adanya pancaran sinar infra merah. Sensor PIR bersifat pasif, artinya sensor ini tidak memancarkan sinar infra merah tetapi hanya menerima radiasi sinar infra merah dari luar.



Gambar 2.3. Sensor *PIR*

Sensor ini biasanya digunakan dalam perancangan detektor gerakan berbasis *PIR*. Sensor *PIR* terdiri dari beberapa bagian, yaitu :

- Lensa *Fresnel*.
- Penyaring infra merah.
- Sensor *Pyroelektrik*.
- Penguat *Amplifier*.
- Komparator.



Gambar 2.4. Bagian Sensor *PIR*

Cara kerja pembacaan Sensor *PIR* yaitu pancaran infra merah melalui lensa *Fresnel* dan mengenai sensor *Pyroelektrik*, karena pancaran sinar infra merah pasif ini membawa energi panas, maka sensor *Pyroelektrik* akan menghasilkan arus listrik. Sensor *Pyroelektrik* terbuat dari bahan *Galium Nitrida* ( $\text{GaN}$ ), *Cesium Nitrat* ( $\text{CsNo}_3$ ) dan *Litium Tantalate* ( $\text{LiTaO}_3$ ). Arus listrik inilah yang akan menimbulkan tegangan dan dibaca secara analog oleh sensor. Kemudian sinyal ini akan dikuatkan oleh penguat dan dibandingkan oleh komparator dengan tegangan referensi tertentu



(keluaran berupa sinyal 1-bit). Jadi sensor *PIR* hanya akan mengeluarkan logika 0 dan 1, 0 saat sensor tidak aktif dan 1 apabila sensor aktif.

#### 2.4. Motor Servo

Penggunaan sistem kontrol *closeloop* pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Penjelasan sederhananya, posisi poros output akan di sensor untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang diinginkan atau belum, dan jika belum, maka kontrol input akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan.

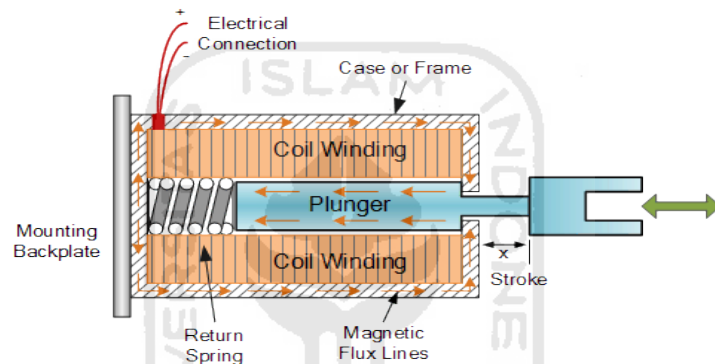


Gambar 2.5. Bagian motor servo

Prinsip kerja motor servo yaitu motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (*Pulse Wide Modulation / PWM*) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo.

## 2.5. Door Lock Solenoid

*Door lock solenoid* ini adalah salah satu solenoid pengunci otomatis yang difungsikan khusus sebagai solenoid untuk pengunci pintu. *Door lock solenoid* ini membutuhkan tegangan *supply* 12V, sistem kerja solenoid pengunci pintu ini adalah NC (*Normally Close*). Katup solenoid akan memanjang jika ada tegangan dan sebaliknya katup solenoid akan tertarik jika tidak ada tegangan.

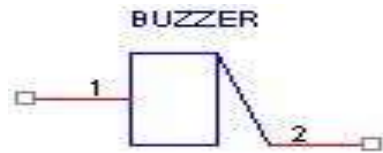


Gambar 2.6. Bagian dan prinsip kerja *Door Lock Solenoid*

## 2.6. Buzzer

*Buzzer* adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loud speaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik kedalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan

sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (*alarm*).



Gambar 2.7.Simbol *Buzzer*

## 2.7. Penelitian Sejenis

Pada penelitian sejenis yang dilakukan oleh Pratama [1] adalah merancang perangkat sistem pengendalian pintu rumah berbasis pesan singkat (SMS) menggunakan mikrokontroller Atmega 8535. Di sini dijelaskan sistem minimum mikrokontroller 8535 digunakan untuk mengambil dan mengirim data SMS dari ponsel Siemens C35 melalui kabel data yang menghubungkannya. SMS akan diterima oleh SMS *Center* (SMSC), dimana SMSC akan mengatur pengiriman ke ponsel yang dituju. Dengan menggunakan ponsel Siemens C35 SMS yang dari atau ke SMSC harus berbentuk PDU (*Protocol Data Unit*). PDU berisi bilangan-bilangan heksadesimal yang mencerminkan bahasa I/O (kode). PDU sendiri terdiri atas beberapa bagian yang berbeda antara mengirim dan menerima SMS dari SMSC. Format data PDU ini dikirimkan ke PC dalam bentuk teks (*string*) yang menunjukkan nilai heksadesimalnya. Jadi saat ponsel mengirim data heksadesimal F (0FH), maka yang diterima oleh PC adalah teks F. Hanya saja pembuatan aplikasi ini tidak membahas mengenai desain grafis dan antar muka pengguna.

Penelitian berikutnya oleh Gifson [2] telah melakukan penelitian tentang sistem pemantau ruang dengan *Passive Infrared* (PIR) berbasis mikrokontroler AT 89S52. Pada penelitian ini output dari sensor PIR (*Passive Infrared*) pada alat, akan berlogika *low* jika belum menangkap adanya gelombang panas yang dideteksi pada tubuh manusia. Ketika Sensor PIR mendeteksi adanya manusia, maka keluaran sensor akan dihubungkan dengan mikrokontroler akan berlogika *high*, maka mikrokontroler yang sudah diprogram akan memproses data yang terdeteksi untuk memberikan perintah *buzzer* untuk berbunyi dan motor *stepper* untuk berhenti. Mikrokontroler akan mengirimkan data ke RS-232 kemudian akan memberi sinyal pada telepon seluler yang dipasang pada alat, selanjutnya akan mengirimkan pesan ke telepon seluler pemilik. Akan tetapi dalam penelitian ini belum ada tindak lanjut sementara untuk menahan sebelum pihak yang berwajib datang apabila sensor mendeteksi adanya hal yang mencurigakan yaitu adanya manusia yang memasuki ruangan tanpa izin.

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya oleh Siswoko [3] yang berjudul “Perancangan Sistem Kontrol Keamanan Ruang Berbasis SMS Menggunakan Modul GSM dan Mikrokontroler AT Mega 16”. Penelitian ini mencoba mengenalkan tentang sistem simulasi keamanan ruang menggunakan mikrokontroler AVR. Pada aplikasi, mikrokontroler bertugas mendeteksi dan mengamati perubahan sensor-sensor yang digunakan. Dalam perancangan ini menggunakan *limit switch* dan *PIR (Passive Infrared)* sebagai sensornya. *Wavecom* bertugas mengirimkan SMS kondisi sensor ke nomor pemilik rumah, sehingga dapat

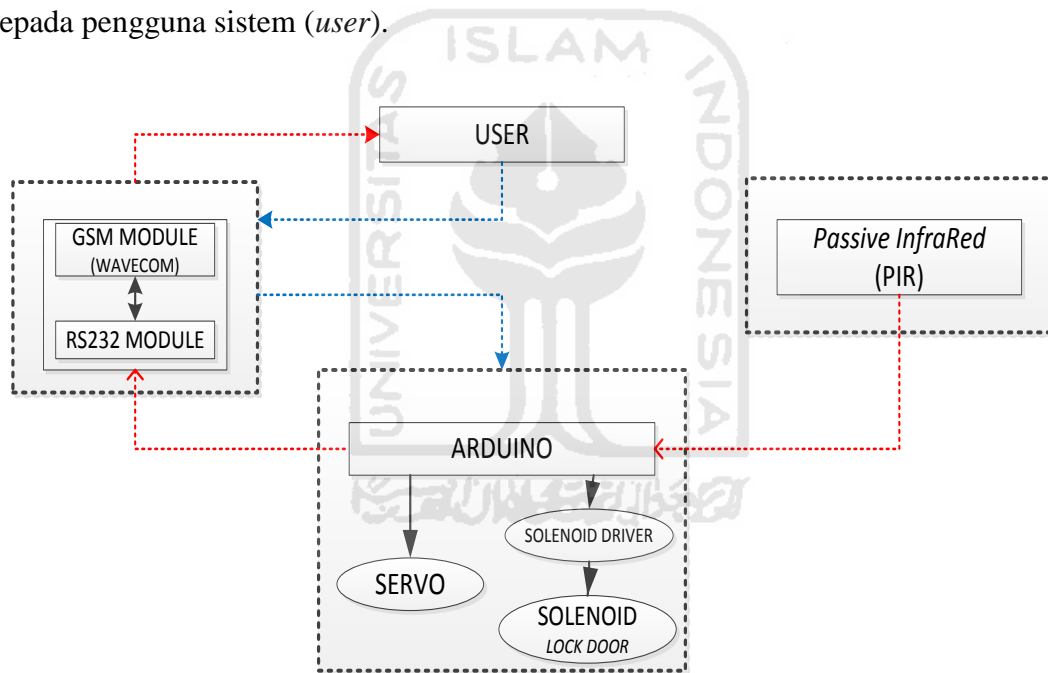
diketahui posisi pintu atau jendela yang terbuka. Pada saat pintu atau jendela dibuka, *limit switch* akan aktif menyebabkan wavecom GSM modul mengirimkan SMS ke handphone pemilik rumah. Kemudian sensor *PIR (Passive Infrared)* mendeteksi keberadaan orang di dalam ruangan rumah, wavecom GSM modul akan kembali mengirimkan laporan SMS. Pemilik rumah dapat mengirim SMS kepada sistem untuk mengaktifkan *autolock* yaitu menutup dan mengunci pintu atau jendela rumah. Apabila *autolock* telah bekerja maka sistem ini akan mengirimkan laporan SMS kepada pemilik rumah. Kamera untuk memonitoring keadaan rumah-lah yang menjadi permasalahan apabila ada hal yang mencurigakan di dalam rumah.

Penelitian selanjutnya oleh Setyawan [4] telah melakukan penelitian tentang proses *monitoring* dan pengendalian kerja peralatan elektronik di dalam rumah. Penelitian ini memanfaatkan jaringan internet agar jarak pengendalian dapat semakin luas. Sistem yang dibuat dilengkapi dengan sebuah monitoring secara online lewat *handphone* Android yang memudahkan penggunaanya dalam memantau peralatan elektronik di dalam rumah. Hanya saja perlu adanya pengembangan yang lebih lanjut lagi dari sisi keamanan data, sehingga hanya orang-orang yang memiliki akses saja yang dapat menggunakan peralatan ini.

## BAB III

### PERANCANGAN SISTEM

Proses perancangan sistem keamanan ruang meliputi perancangan *hardware* dan perancangan *software*. Sistem ini menggunakan sensor PIR (*Passive Infra Red*) sebagai pembaca keadaan suatu ruangan, dan modul GSM yang merupakan pengirim informasi/pesan singkat (SMS) yang dibaca oleh sensor PIR (*Passive Infra Red*) kepada pengguna sistem (*user*).

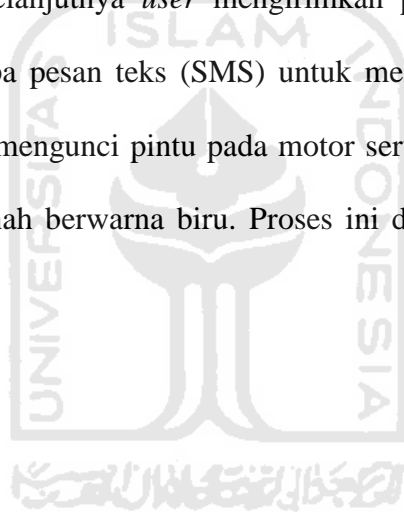


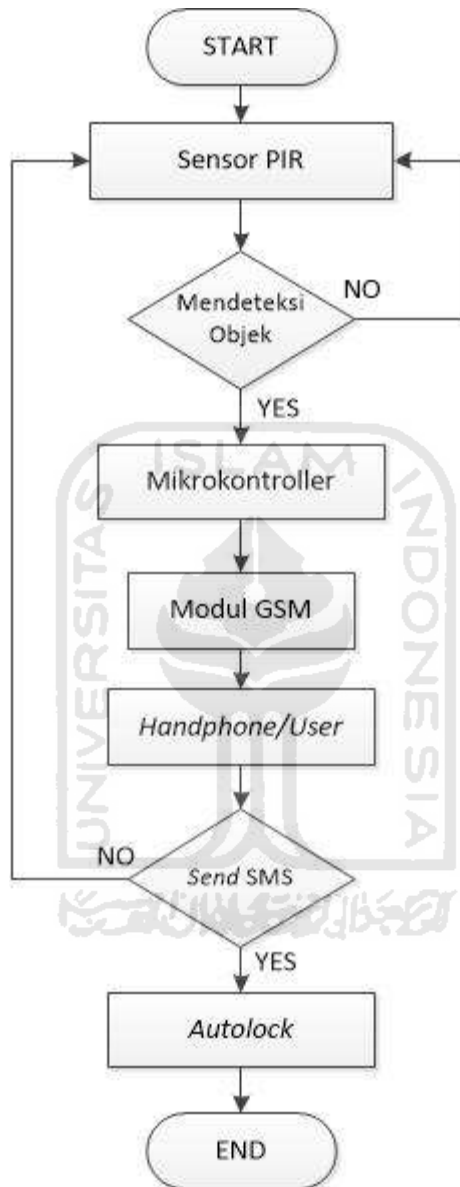
Gambar 3.1. Diagram proses sistem

Pada diagram proses diatas, sensor *Passive InfraRed* (PIR) merupakan pembaca keadaan pada saat komunikasi data input masukan dari sistem yang berlogika “0” apabila sensor tidak aktif dan berlogika “1” apabila sensor aktif, kemudian masuk ke mikrokontroler Arduino Uno sebagaimana yang terlihat pada

panah berwarna merah. Selanjutnya, Arduino Uno akan memproses logika tersebut kemudian mengirimkan perintah ke modul modem GSM untuk mengirimkan informasi/pesan singkat (SMS) berupa *AT command* melalui modul RS232 sebagai *interface* yang menghubungkan antara Arduino Uno dengan modul GSM.

Perintah tersebut merupakan perintah untuk mengirimkan pesan singkat kepada pengguna sistem (*User*) berupa pesan teks (SMS) bahwa sensor *PIR* menangkap pergerakan. Selanjutnya *user* mengirimkan perintah ke Arduino Uno melalui modul GSM berupa pesan teks (SMS) untuk melakukan perintah *autolock* yang berupa menutup dan mengunci pintu pada motor servo dan solenoid *lock door* yang ditunjukkan pada panah berwarna biru. Proses ini dapat dilihat dalam bentuk *flowchart* pada Gambar 3.2.





Gambar 3.2. Flowchart sistem keseluruhan



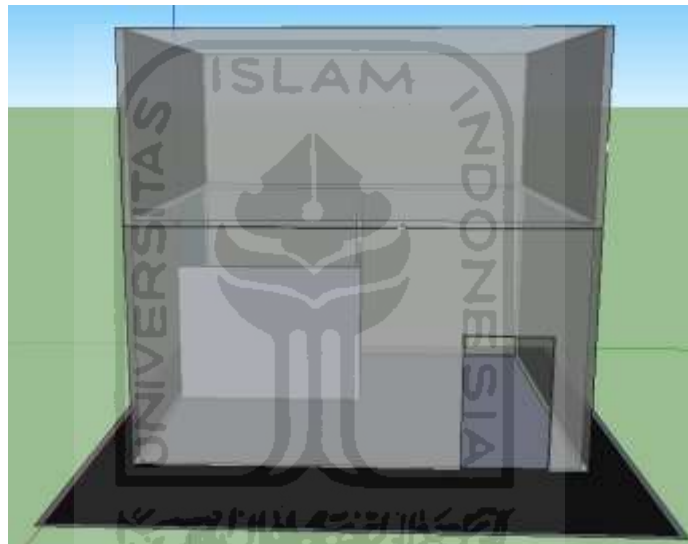
### 3.1. Perancangan Desain Box

Pembuatan *desain* alat ini menggunakan aplikasi *google sketchup*. Dalam aplikasi ini ukuran *desain* alat dapat diatur sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan *desain* alat ini yaitu dari akrilik dan aluminium siku. Dengan sketsa seperti yang terlihat pada Gambar 3.3.

Panjang : 21 cm.

Lebar : 21 cm.

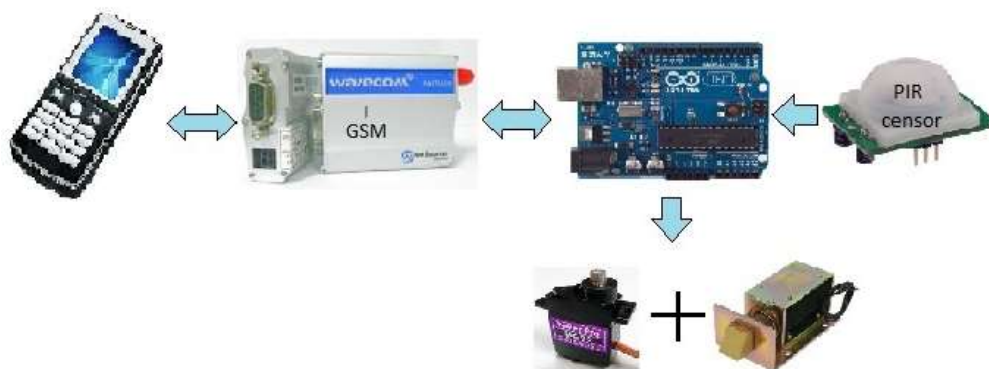
Tinggi : 25 cm.



Gambar 3.3. Desain *Box*

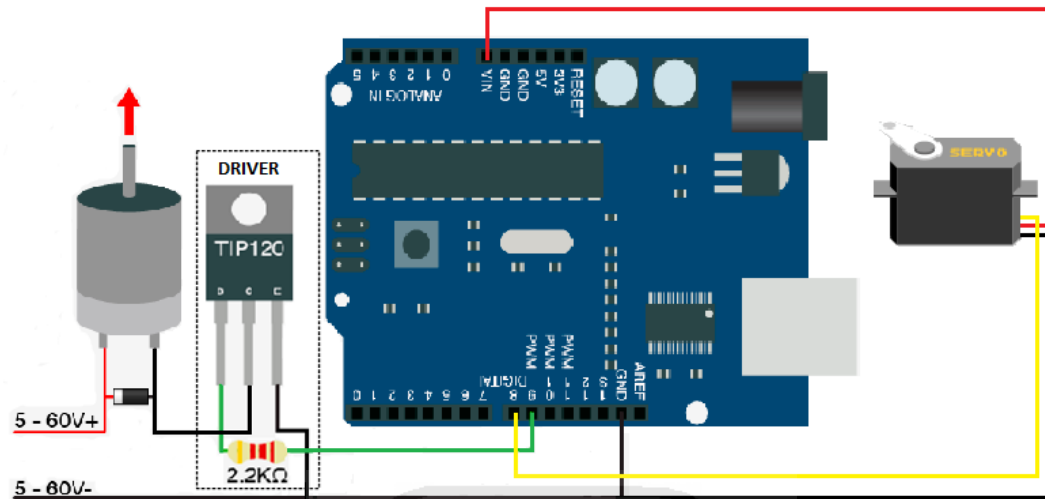
### 3.2. Perancangan *Wiring Hardware*

*Hardware* yang terdapat pada *prototype* terdiri atas beberapa bagian yaitu sensor PIR, Arduino Uno R3, modul GSM, motor servo, dan solenoid.



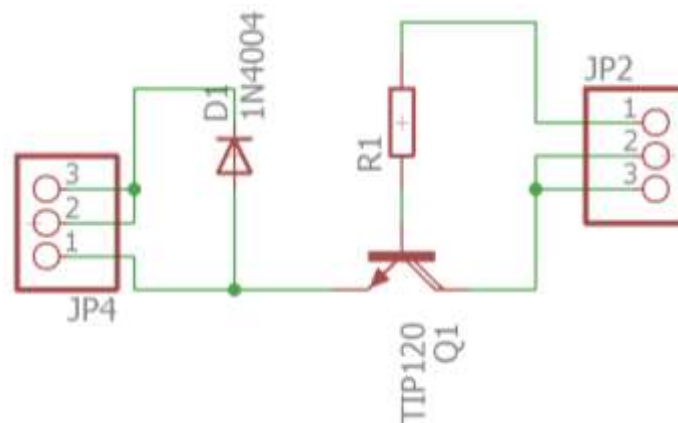
Gambar 3.4. Perancangan *hardware*

Sensor yang digunakan pada sistem ini adalah sensor *PIR* (*Passive InfraRed*) dan mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno R3. Karena inputan dari sistem ini menggunakan sensor PIR, maka data akan dikirim ke Arduino Uno apabila sensor menangkap pergerakan atau radiasi panas tubuh manusia saja. Selanjutnya data yang diterima oleh Arduino Uno akan diproses kemudian Arduino Uno akan mengirimkan data yang sebelumnya sudah diproses oleh modul RS232 melalui jalur serial UART TTL (TX & RX) berupa data serial kepada modul GSM Wavecom. Kemudian modul GSM Wavecom mengirimkan pesan dari input-an yang ditangkap oleh sensor PIR berupa pesan teks/SMS kepada *handphone/user*. Kemudian *user* mengirimkan perintah kepada Arduino Uno melalui modul GSM Wavecom dan modul RS232 untuk mengaktifkan *autolock* yaitu menggerakkan motor servo dengan memberi sinyal PWM dan tegangan untuk menggerakkan solenoid *door lock*. *Wiring* antara Arduino Uno, motor servo, dan solenoid *door lock* dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. *Wiring* Arduino, motor servo, dan solenoid *door lock*.

Untuk dapat menggerakkan motor servo dan solenoid *door lock*, dibutuhkan beberapa pin dari Arduino yang salah satunya terhubung dengan *driver* solenoid sebagai masukan untuk *driver* dan solenoid *door lock* yang terhubung dengan *driver* sebagai keluaran dari *driver*. Pin-pin yang digunakan disini yaitu pin 8 yang terhubung pada servo yang berfungsi untuk memberikan sinyal PWM.



Gambar 3.6. Skematik *Driver* Solenoid.

Pada Gambar 3.6. diatas merupakan skematik *driver* solenoid yang terhubung langsung dengan pin-pin pada arduino. Pin 9 arduino terhubung ke kaki B (*Basic*) IC TIP120 yang dilalui resistor (tahanan)  $2.2k\Omega$  dari pin 1 JP2 pada *driver* sebagai masukan pada solenoid yang berfungsi untuk memberikan sinyal logika 0 dan 1 (*Low* dan *High*) ke *driver*. Pin 2 terhubung dengan pin *ground* arduino dan pin 3 terhubung dengan *ground power supply*. Sedangkan pin 1 dan 2 pada JP4 merupakan keluaran yang terhubung langsung dengan solenoid, dan pin 3 terhubung dengan *vcc power supply*.

### 3.3. Perancangan *Software*

*Software* yang digunakan pada sistem ini yaitu Arduino sebagai *software* untuk membuat program yang akan ditanamkan pada Arduino Uno. Tipe Arduino yang digunakan pada sistem ini adalah Arduino Uno R3 yang diprogram menggunakan *software* Arduino dengan bahasa C Arduino sebagai bahasa pemrogramannya.

## **BAB IV**

### **PENGUJIAN, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN**

Proses pengujian, analisis, dan pembahasan ini dilakukan untuk mengetahui perangkat yang telah direncanakan bekerja dengan baik atau tidak dan pengujian dilakukan dengan beberapa cara sesuai dengan kebutuhan.

#### **4.1. Pengujian Sub Sistem.**

##### **4.1.1. Pengujian Sensor PIR.**

Pengujian Sensor PIR dilakukan agar dapat mengetahui apakah sensor PIR dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Sensor PIR disini sebagai masukan untuk mendeteksi gerakan. Hasil pengujian sensor PIR dapat dilihat dibawah ini :



Gambar 4.1. Hasil Pengujian dan Pengukuran Sensor PIR.

Dari hasil pengujian dan pengukuran sensor PIR dapat disimpulkan bahwa apabila tidak mendeteksi objek, maka tegangan pada sensor PIR 0 V. Sedangkan jika mendeteksi suatu objek, maka tegangan pada sensor PIR 3,27 V.

Tabel 4.1. Hasil pengujian sensor PIR.

Jarak sensor ke objek	Waktu Sensor mendeteksi	Kondisi <i>buzzer</i>
1 meter	0,62 detik	Bunyi
2 meter	0,62 detik	Bunyi
3 meter	0,65 detik	Bunyi
4 meter	0,67 detik	Bunyi
5 meter	0,68 detik	Bunyi
5,3 meter	0,68 detik	Bunyi
5,4 meter	0	Tidak bunyi

Keterangan : Kepekaan jarak maksimum sensor PIR terhadap objek harus *Line Of Sight*.

Dari hasil tabel pengujian diatas dapat dilihat bahwa sensor PIR tidak dapat mendeteksi objek pada jarak 5.4 meter, ini disebabkan batas jangkauan dari sensor PIR hanya sekitar  $\pm 5$  meter.

#### 4.1.2. Pengujian Modul RS232.

Pengujian modul RS232 dilakukan agar dapat mengetahui bahwa modul RS232 dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Modul RS232 berfungsi sebagai pengubah data dari Arduino Uno R3 agar dapat dibaca oleh modul GSM. Modul RS232 disini mengirim pesan berbentuk karakter dari Arduino Uno R3 ke modul GSM, kemudian dari modul GSM dikirim ke HP atau *user*. Berikut tampilan pengujian modul RS232 dapat dilihat pada Gambar 4.2 dibawah ini :



Gambar 4.2. Pengujian Modul RS232.

Pada hasil pengujian modul RS232 diatas dapat disimpulkan bahwa modul RS232 dapat berfungsi dengan baik dalam sistem pengiriman ataupun penerimaan data.

#### 4.1.3. Pengujian Motor Servo.

Pengujian motor servo dilakukan untuk mengetahui keakuratan pergerakan motor servo yang dilakukan dan juga dapat mengetahui apakah antara pergerakan yang diinginkan dengan pergerakan sebenarnya benar – benar sesuai. Pergerakan servo dikatakan baik apabila perbedaan atau *error* besar derajat pergerakan masih kecil dan bisa ditolerir. Berikut pada Gambar 4.3 pengujian motor servo :



Gambar 4.3. Pengujian Motor Servo.

Pengujian dilakukan dengan mengatur PWM pada program arduino agar pintu menutup sejajar dengan dinding dan membuka pintu tidak mengenai dinding miniatur rumah.

#### 4.1.4. Pengujian Arus dan Tegangan Pada Solenoid *Door Lock*.

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan dan arus pada solenoid *door lock*, berikut adalah hasil dari pengujian tegangan dan arus pada solenoid :



Tabel 4.2. Hasil pengujian arus dan tegangan pada solenoid.

Kondisi solenoid	Tegangan (volt)	Arus (mA)
OFF	0	0
ON	8,8	500

#### 4.2. Pengujian Pengiriman SMS Rangkaian Keseluruhan.

Pengujian dilakukan untuk mengamati yang terjadi pada serial monitor arduino pada saat pengiriman sms via serial dan via *handphone*. Dari hasil pengamatan, setelah arduino mendapat sinyal yang berlogika *high* dari sensor PIR kemudian memberikan perintah kepada modul GSM untuk mengirimkan pesan singkat/SMS peringatan ke *handphone/user*. Berikut tampilan serial monitor pada pengiriman SMS dari modul GSM ke *handphone* :



Gambar 4.4. Tampilan Pada Serial Monitor Saat mengirim SMS.

Setelah modul GSM mengirim pesan peringatan kemudian diterima oleh *handphone*. Berikut tampilan pesan yang masuk pada *handphone* yang dikirim oleh modul GSM :



Gambar 4.5. Tampilan Pada *Handphone* Saat Menerima Pesan.

Pada gambar 4.5 merupakan tampilan pada *handphone* saat menerima pesan peringatan dari modul GSM.

#### 4.3. Pengujian Penerimaan SMS Rangkaian Keseluruhan.

Pengujian dilakukan untuk mengamati yang terjadi pada serial monitor arduino pada saat penerimaan SMS via serial. Setelah *user* menerima pesan dari modem GSM, kemudian *user* mengirim pesan balik ke modem berupa karakter “tutup” untuk mengaktifkan *autolock* pada miniatur rumah. Berikut tampilan serial monitor arduino pada saat penerimaan pesan *autolock* :





di rumah melalui SMS kemudian sistem akan mengaktifkan *autolock*. Kemudian setelah rumah terasa aman, *user* bisa menonaktifkan *autolock* dengan mengirimkan SMS kembali pada sistem.



# BAB V

## PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

1. Berdasarkan pengujian alat baik perbagian maupun secara keseluruhan sistem, sistem monitoring keamanan ruang berbasis SMS menggunakan modul GSM wavecom yang memanfaatkan mikrokontroler Arduino Uno sebagai komponen utama ini telah dibuat dan dapat bekerja dengan baik seperti yang diharapkan yaitu sebagai peringatan (*warning system*) untuk memberikan sebuah peringatan jika ada sesuatu mencurigakan yang terjadi didalam rumah.
2. Sistem akan memberikan laporan peringatan berupa pesan singkat atau *Short Message Service* (SMS) yang akan dikirimkan ke *handphone user*.
3. Setelah menerima pesan peringatan tersebut maka *user* dapat melakukan tindakan untuk mengendalikan sistem *autolock* yang ada di rumah melalui SMS kemudian sistem akan mengaktifkan *autolock*.
4. Batas jangkauan dari sensor PIR untuk mendeteksi suatu objek hanya sekitar  $\pm 5$  meter.
5. Kemudian setelah rumah terasa aman, *user* bisa menonaktifkan *autolock* dengan mengirimkan SMS kembali pada sistem.

## 5.2. Saran

Sistem yang telah dibuat ini dapat dikembangkan pada penelitian-penelitian lain seperti :

1. Penggunaan *software LabVIEW* atau *software* monitoring lainnya.
2. Perlu adanya aplikasi android dan kamera agar semua aktivitas bisa terekam.
3. Dapat menambah sistem *security* seperti alarm dll untuk meningkatkan keamanan.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Pratama, “Perancangan Perangkat Sistem pengendalian Keamanan Pintu Rumah Berbasis Pesan Singkat (SMS) Menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535”, Tugas Akhir Fakultas Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2008.
- [2] A. Gifson, “Sistem Pemantau Ruang Dengan Passive Infrared Berbasis Mikrokontroler AT 89S52”, Program Studi Teknik Elektro Universitas Budi Luhur, Jakarta, 2009.
- [3] H. Siswoko, “Perancangan Sistem Kontrol Keamanan Ruang Berbasis SMS Menggunakan Modul GSM dan Mikrokontroler ATmega 16”. Tugas Akhir Fakultas Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2006.
- [4] B. Setyawan, “Android Smart Home System Berbasis ATmega16”, Tugas Akhir Fakultas Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2014.
- [5] Rozidi, Romzi Imron, Membuat Sendiri SMS Gateway Berbasis Protokol SMPP, Penerbit: Andi. Yogyakarta, 2004.
- [6] Song; B. , Choi, H. And Lee, H.S. “Surveillance Tracking System Using Passive Infrared Motion Sensors in Wireless Sensor Network”, International Conference on Information Networking, 2012, Page : 1-5.



- [7] E. Yulianto, “Aplikasi Monitoring Keamanan Rumah Melalui Media SMS Menggunakan Visual Basic 6.0, Tugas akhir Fakultas Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2004.
- [8] Khang, Bustam, Trik Pemrograman Aplikasi Berbasis SMS, PT Elek media Komputindo, Jakarta, 2002.



## LAMPIRAN

### Program Arduino

```

#include <SerialGSM.h>

#include <SoftwareSerial.h>

#include <Servo.h>

SoftwareSerial mySerial(2, 3);

int pir = 9;

int led = 13;

SerialGSM cell(2,3);

boolean sendonce=true;

boolean status_lock=false;

Servo myservo;

int ValveControl = 11;

int pos = 0;

void setup()
{
  mySerial.begin(9600);

  pinMode(pir, INPUT);

  digitalWrite(pir, LOW);

  pinMode(led, OUTPUT);

  pinMode(ValveControl, OUTPUT);

  myservo.attach(10); // attaches the servo on pin 10 to the servo object

  Serial.begin(9600);

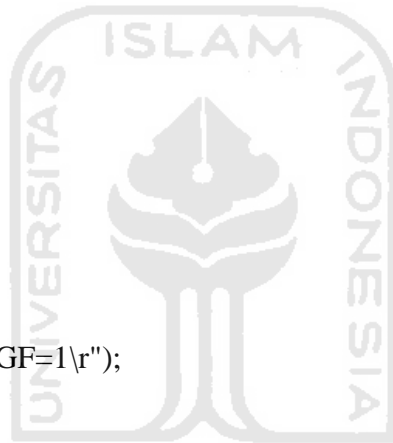
  cell.begin(9600);

  cell.Verbose(true);

```



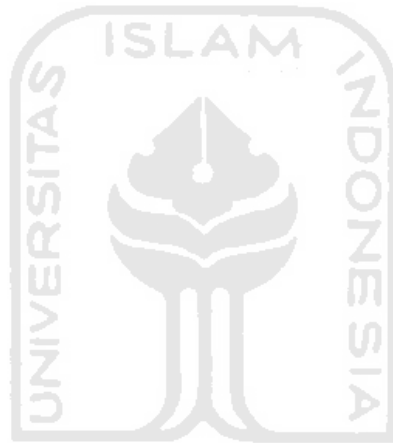
```
cell.Boot();
cell.DeleteAllSMS();
cell.FwdSMS2Serial();
}
void loop()
{
int tombol = digitalRead(pir);
if (tombol == HIGH) {
    digitalWrite(led, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(led, LOW);
    delay(200);
    mySerial.print("\r");
    delay(200);
    mySerial.print("AT+CMGF=1\r");
    delay(200);
    mySerial.print("AT+CMGS=\"+6282157825806\"\r");
    delay(200);
    mySerial.print("CAUTION!!\r");
    delay(200);
    mySerial.write(0x1A);
    delay (100);
    digitalWrite(led, HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(led, LOW);
    delay(100);
    digitalWrite(led, HIGH);
```



```

delay(100);
digitalWrite(led, LOW);
delay (100);
digitalWrite(led, HIGH);
delay(100);
digitalWrite(led, LOW);
delay(100);
digitalWrite(led, HIGH);
delay(100);
digitalWrite(led, LOW);
delay(2000);
}
else
digitalWrite(led, LOW);
if (cell.ReceiveSMS())
{
Serial.println("ada data masuk");
delay(500);
Serial.print("Sender: ");
Serial.println(cell.Sender());
Serial.print("message: ");
Serial.println(cell.Message()); //data sms ada disini
if(strstr(cell.Message(), "tutup")) // "Y" huruf yg dipakai aktifasi
{
status_lock=true;
}
if(strstr(cell.Message(), "buka"))

```



```
{
  status_lock=false;
}
if(status_lock==true)
{
  myservo.write(46);          //tutup pintu
  delay(500);
  digitalWrite(ValveControl,HIGH); // lock
}
if(status_lock==false)
{
  digitalWrite(ValveControl,LOW); // unlock
  myservo.write(145);          //buka pintu
}
cell.DeleteAllSMS();
delay(10000);
}
else
{
  Serial.println("tidak terima data");
  delay(900);
}
}
```

