

IMPLEMENTASI KUNCI PINTU OTOMATIS DENGAN RFID BERBASIS RASPBERRY PI SEBAGAI SUB SISTEM DARI KUNCI OTOMATIS PADA RUANG DOSEN UNIVERSITAS TELKOM

IMPLEMENTATION OF AUTOMATIC DOOR LOCK WITH RFID BASED ON RASPBERRY PI AS A SUB SYSTEM OF AUTOMATIC DOOR LOCK AT TELKOM UNIVERSITY FACULTY ROOM

Mulki Syahputra Muharram¹, Agung Nugroho Jati², Umar Ali Ahmad³

^{1,2,3} Prodi S1 Sistem Komputer, Universitas Telkom Bandung

¹mulkisyahputra@hotmail.com, ²agungnj@telkomuniversity.ac.id, ³uaa@ypt.or.id

Abstrak

Home automation merupakan sistem kontrol dari perangkat elektrik yang berada dalam rumah.

Dimana penggunaannya dapat membantu kita mengontrol perangkat secara efisien dengan menggunakan remot kontrol. Pada penelitian ini mengacu pada studi kasus sebagai dosen-pengajar Telkom University program studi Sistem Komputer dan diimplementasikan suatu perangkat RFID reader untuk sistem keamanan ruangan. Sistem terdiri dari tag RFID dan RFID reader. RFID reader membaca tag RFID yang kemudian diotentikasi hak aksesnya di database server, lalu hasil otentikasi tersebut menjadi pemicu fungsi-fungsi yang terkait yaitu fungsi solenoid (buka/tutup kunci), fungsi buzzer (alarm), dan fungsi sensor magnetic (deteksi pergerakan pintu). Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan menunjukkan hasil yang cukup baik pada semua parameter uji. Pada pengimplementasian kunci pintu otomatis ini sudah berhasil untuk mendeteksi RFID tag yang telah terdaftar dan menyimpannya kedalam log sistem. Rangkaian pembuka pintu berjalan dengan baik dan ditandai dengan terbukanya pengunci pintu dalam hal ini solenoid sebagai pengunci yang sesuai dengan yang diharapkan.

Kata Kunci : Kunci pintu otomatis, RFID, Raspberry Pi

Abstract

Home automation is the control system of the electrical devices that are in the house. Where its use can help us efficiently control the device using the remote control. In this study refers to the case study as a lecturer Telkom University Computer Systems study program and implemented an RFID reader device for room's security systems. The system consists of RFID tags and RFID reader. RFID reader to read RFID tags then authenticated access rights on the database server, and the authentication result to trigger related functions ie solenoid function (open / close key), function the buzzer (alarm), and the function of the magnetic sensor. Based on test results and analysis have shown good results in all test parameters. In the implementation of the automatic door lock has been successful to detect RFID tags that have been registered and store it into the system log. Circuit door opener goes well and indicated with the opening of the door lock in this case as a solenoid lock as expected.

Keywords: Automatic door lock, RFID, Raspberry Pi.

1. Pendahuluan

Radio Frequency Identification (RFID) merupakan teknologi yang digunakan dalam suatu sistem identifikasi otomatis untuk pengenalan objek dan koleksi informasi. Dimana salah satu penggunaannya dalam Home Automation. Home automation merupakan kontrol sistem dari perangkat elektrik yang berada dalam rumah. Dimana penggunaannya dapat membantu kita mengontrol perangkat secara efisien dengan menggunakan remot kontrol.

Pada penelitian ini mengacu pada studi kasus sebagai dosen pengajar Telkom University program studi Sistem Komputer. Pekerjaan sebagai pengajar yang membutuhkan privacy termasuk dosen Sistem Komputer dalam mengerjakan tugasnya. Dikarenakan mahasiswa yang lalu lalang dalam ruangan dosen, hal ini membuat dosen merasa terganggu sehingga dalam mengerjakan tugasnya merasa tidak nyaman. Untuk itu diperlukan sistem

yang dapat membatasi orang-orang selain dosen pada ruangan tersebut untuk memasuki ruangan khususnya orang yang tidak mempunyai hak akses masuk. Sistem ini menggunakan RFID sebagai pemindai untuk orang yang memiliki akses masuk dan meng-update status dari orang tersebut yang kemudian akan membuka kunci pintu yang dikontrol oleh Raspberry Pi secara otomatis, dan untuk membuka pintu dari dalam dapat menggunakan push button yang telah disambungkan dengan sistem kunci pintu otomatis.

Dengan sistem ini user yang masuk kedalam ruangan adalah user yang mempunyai hak akses masuk. Hal ini dapat mempermudah kinerja dosen dan memberitahukan bahwa dosen yang bersangkutan tentang keberadaan dalam ruangan.

2. Material dan Metodologi

2.1 RFID (*Radio Frequency Identification*)

RFID adalah sebuah teknologi penangkapan data yang memanfaatkan frekuensi radio yang dapat digunakan secara elektronik untuk mengidentifikasi, melacak dan menyimpan informasi yang tersimpan dalam *tag* RFID[1]. RFID menggunakan frekuensi radio untuk membaca informasi dari sebuah devais yang bernama *tag* atau transponder[2]. *Tag* RFID akan mengenali diri sendiri ketika mendeteksi sinyal dari devais yang disebut pembaca RFID (*RFID reader*).

Fitur yang membuat RFID lebih unggul dibandingkan sensor wireless lainnya adalah kemampuan transmisi data secara wireless antara tag dan reader, ukuran tag yang lebih kecil dan konsumsi daya yang rendah[3]. Pada sistem RFID umumnya, tag atau transponder ditempelkan pada suatu objek. Setiap tag membawa informasi yang unik, diantaranya: serial number, model, warna, tempat perakitan, dan data lain dari objek tersebut. Ketika tag ini melalui medan yang dihasilkan oleh pembaca RFID yang kompatibel, tag akan mentransmisikan informasi yang ada pada tag kepada pembaca RFID, sehingga proses identifikasi objek dapat dilakukan[4].

Sistem RFID terdiri dari empat komponen, diantaranya[5] :

1. Tag adalah devais yang menyimpan informasi untuk identifikasi objek. Tag RFID sering juga disebut sebagai transponder.
2. Antena, untuk mentransmisikan sinyal frekuensi radio antara pembaca RFID dengan tag RFID.
3. Pembaca RFID adalah devais yang kompatibel dengan tag RFID yang akan berkomunikasi secara wireless dengan tag.
4. Software aplikasi adalah aplikasi pada sebuah workstation atau PC yang dapat membaca data dari tag melalui pembaca RFID. Baik tag dan pembaca RFID dilengkapi dengan antenna sehingga dapat menerima dan memancarkan gelombang elektromagnetik.

2.2 Raspberry Pi[6]

Raspberry Pi (atau Raspi) adalah sebuah komputer papan tunggal (SBC) berukuran kartu kredit yang dihubungkan ke TV (via HDMI) dan keyboard. Sebagai IoT (Internet of Things), seperti layaknya sebuah desktop. PC kecil ini mampu digunakan untuk menjalankan spreadsheet, pengolah kata dan permainan, terutama untuk memainkan video definisi tinggi.

Sistem operasi utama Raspberry Pi menggunakan Debian GNU/Linux, mengemas Iceweasel, kaligrafi Suite dan bahasa pemrograman Python. Sejumlah distro lainnya, termasuk distro buatan Indonesia BlankOn Linux yang juga telah menyediakan versi arsitektur ARM dan bisa dijalankan di Raspi.

Hardware Raspberry Pi tidak memiliki real-time clock, sehingga OS harus memanfaatkan timer jaringan server sebagai pengganti. Namun komputer yang mudah dikembangkan ini dapat ditambahkan dengan fungsi real-time (seperti DS1307) dan banyak lainnya, melalui saluran GPIO (General-purpose input/output) via antarmuka I²C (Inter-Integrated Circuit).

2.3 Sensor Magnetic Switch [7]

Sensor Magnetik switch yang digunakan adalah sensor reed switch yang dibungkus dengan ABS plastic. Sensor ini dapat beroperasi dengan 3 mode yaitu :

1. Mode normally open

Pada mode ini ketika magnet didekatkan dengan reed switch, dua lempengan pada reed switch akan lengket (switch closed) dan sebaliknya ketika magnet dijauhkan dari reed switch dua lempengannya akan berjauhan (switch open).

2. Mode normally closed

Pada mode ini ketika magnet didekatkan dengan reed switch, dua lempengan pada reed switch akan berjauhan (switch open) dan sebaliknya ketika magnet dijauhkan dari reed switch dua lempengannya akan berdekatan (switch closed).

3. Mode latching

Pada mode ini reed switch bisa dalam keadaan tutup maupun buka. Ketika magnet didekatkan dengan reed switch, maka akan mengganti state tersebut. Jika reed switch dalam inisialisasinya terbuka (switch open), maka keadaannya akan tertutup (switch closed). Ketika magnet didekatkan kemabli dengan reed switch dengan kutub yang berbeda, maka keadaannya akan terbuka (switch open). Dalam mode digunakan sebagai sensor latching atau sensor bi-stable state.

2.4 Solenoid Door Lock[8]

Solenoid door lock merupakan alat pengunci elektrik yang bersifat elektromagnetik karena alat ini terdiri dari lilitan, besi dan magnet yang tersusun secara struktural. Ketika arus melewati lilitan akan terjadi induksi pada lilitan yang dapat menghasilkan gaya gerak megnetik. Gaya inilah yang akan menarik pelat angker dan mengakibatkan pintu terbuka.

2.5 Relay Elektromagnetik[9]

Relay adalah suatu peralatan elektronik yang berfungsi untuk memutuskan atau menghubungkan suatu rangkaian elektronik yang satu dengan yang lainnya. Relay adalah saklar elektromagnetik yang akan bekerja apabila arus mengalir melalui kumparan dan inti besi akan menjadi magnet sehingga menarik kontak-kontak relay. Kontak-kontak dapat ditarik apabila garis magnet dapat mengalahkan gaya pegas yang melawannya. Untuk memperbesar kuat medan magnet dibentuk suatu sirkuit.

2.6 Python [10]

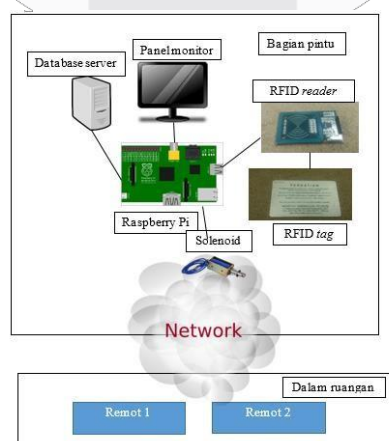
Python merupakan Bahasa pemrograman yang freeware atau perangkat bebas dalam arti yang sebenarnya, tidak ada batasan dalam penyalinannya atau mendistribusikannya. Lengkap dengan source code-nya, debugger dan profiler, antarmuka yang terkandung didalamnya untuk pelayanan antarmuka, fungsi sistem, GUI (antarmuka penggunaan grafis), dan berbasis datanya. Python menjadi Bahasa resmi yang terintegrasi dalam Raspberry Pi. Kata “Pi” pada Raspberry Pi merupakan slang yang merujuk pada “Python”. Oleh karenanya, tepat dikatakan bahwa Python adalah Bahasa natural Raspberry Pi.

Beberapa fitur yang dimiliki Python adalah:

1. Memiliki kepustakaan yang luas; dalam distribusi python telah disediakan modul-modul siap pakai untuk berbagai keperluan.
2. Memiliki tata Bahasa yang jernih dan mudah dipelajari.
3. Memiliki aturan layout kode sumber yang memudahkan pengecekan, pembacaan kembali, dan penulisan ulang kode sumber berorientasi objek.
4. Memiliki sistem pengelolaan memori otomatis (garbage collection seperti Java).
5. Modular, mudah dikembangkan dengan menciptakan modul-modul baru. Modul-modul tersebut dapat dibangun dengan Bahasa Python maupun C/C++.
6. Memiliki fasilitas pengumpulan sampah otomatis. Sperti halnya pada Bahasa pemrograman Java, Python memiliki fasilitas pengaturan penggunaan ingatan computer sehingga para pemrogram tidak perlu melakukan pengaturan ingatan computer secara langsung.

3. Pembahasan

3.1 Gambaran Umum Sistem



Gambar 3.1 Gambaran Umum Sistem

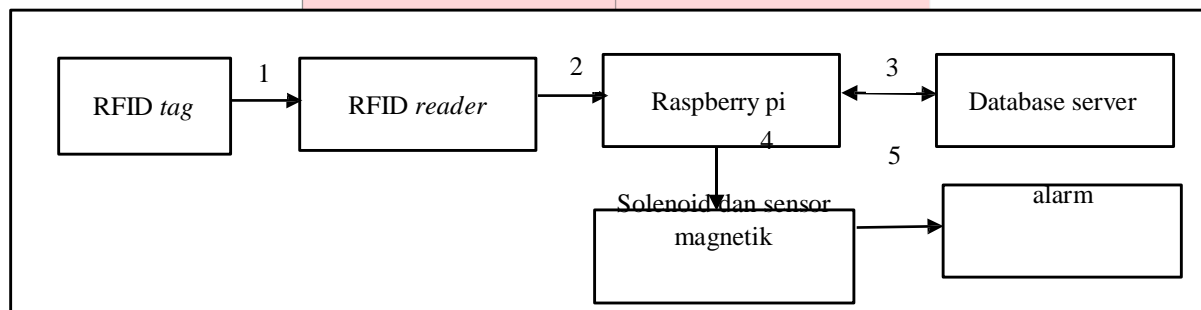
Secara umum, sistem kunci pintu otomatis pada ruang dosen Universitas Telkom ini terdiri dari door lock, panel pengunjung dan remot untuk menerima tamu dan sebuah server. Sistem ini terhubung dalam suatu jaringan nirkabel. Door lock sendiri terdiri dari dua buah komponen utama dalam membuka dan menutup pintu, yaitu pembukaan pintu dengan sistem RFID dari luar dan push button dan remot dari dalam ruangan.

Pada saat dosen masuk menggunakan RFID tag data akan di validasi oleh sistem. Kemudian data akan dicocokkan ke database jika data cocok maka status user akan berubah dari "Not Available" menjadi "Available" dan pintu akan terbuka dan jika tidak maka pintu tidak terbuka. Sensor magnetik akan mendeteksi dan memberi masukan ke sistem bahwa pintu sedang terbuka/tertutup. Buzzer akan berbunyi ketika pintu terbuka ≥ 30 detik. Pengunjung hanya bisa masuk dengan melakukan request ke user dengan menggunakan panel yang telah disediakan, datanya akan dikirimkan dan memberi notifikasi yang diterima oleh dosen yang bersangkutan melalui remot. Ketika request diterima pintu akan terbuka dan ketika request ditolak pintu tidak terbuka.

Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem kunci yang dibangun dari RFID reader dan Raspberry pi sebagai otak dari sistem yang terhubung dengan database server kemudian digunakan kunci RFID tag berupa kartu. Pada sistem ini, pengguna menggunakan kartu RFID tag yang sudah terdaftar hak aksesnya di database server untuk membuka pintu.

3.2 Blok Diagram Sistem

Blok diagram sistem yang akan dibangun dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.2 Blok Diagram sistem pintu otomatis

Beberapa penjelasan mengenai skema di atas adalah :

1. RFID tag digunakan sebagai kunci untuk masuk ruangan, RFID tag menyimpan informasi tentang pengguna dan mentransmisikan informasi tersebut ke RFID reader
2. Setelah melakukan tapping dengan RFID tag, RFID reader akan membaca informasi yang tersimpan pada RFID tag dan meneruskannya ke Raspberry pi,
3. Raspberry pi sebagai mikrokontroler meneruskan data tersebut dan mencocokkannya dengan data yang berada pada database server,
4. Jika data RFID tag cocok maka solenoid door lock akan aktif sehingga pintu dapat dibuka,
5. Ketika pintu dibuka sensor magnetik akan men-sensing dan mengirimkan informasi bahwa pintu terbuka, jika pintu masih terbuka dalam waktu 30 detik maka alarm akan aktif dan alarm akan mati ketika pintu ditutup kembali.

3.3 Perancangan Perangkat Keras(Hardware)

3.3.1. Raspberry Pi

Raspberry Pi digunakan sebagai otak pada sistem kunci pintu otomatis yang akan menjalankan instruksi yang diterima dari sensor maupun mengolah data RFID dan dikirimkan ke database sebagai log serta membuka/mengunci pintu.

Pada penelitian ini digunakan Raspberry Pi tipe B dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. CPU, 700MHz ARM1174JZFS
2. GPU, Dual Core VideoCore IV
3. Memory, 256MB SDRAM
4. Video, HDMI dan composite
5. Audio, HDMI dan stereo analog
6. USB, 2x USSB 2.0 (model B)
7. Storage, SD Card
8. Networking, 10/100 Ethernet
9. Power, 5V micro USB

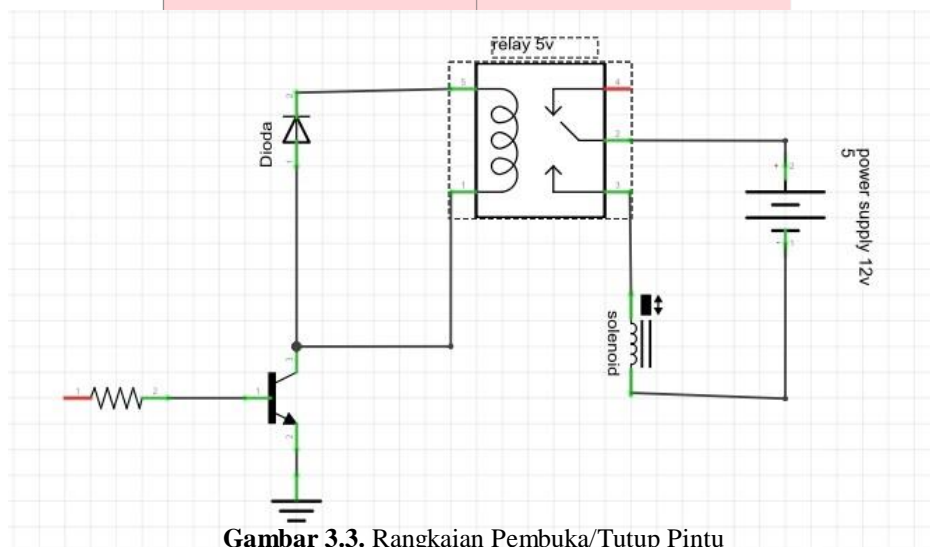
3.3.2. RFID reader dan tag

RFID tag digunakan sebagai identifikasi untuk dosen atau user yang berhak masuk kedalam ruangan. RFID tag yang digunakan adalah tag berjenis Mifare seri MF1ICS50. Tag ini merupakan kartu mahasiswa Universitas Telkom.

RFID reader yang digunakan MFRC522 bekerja pada pada frekuensi 13.56MHz dan bekerja pada tegangan 3.3V. Tag ini cocok untuk membaca RFID tag jenis MIFARE.

3.3.3. Rangkaian buka/kunci pintu

Rangkaian buka/kunci pintu ini terdiri dari relay, transistor, resistor, dioda dan solenoid door lock. Transistor berguna sebagai switch untuk arus yang mengalir ke komponen lainnya. Resistor digunakan agar tidak terjadi arus umpan balik yang mengakibatkan Raspberry Pi rusak. Ouput dari Raspberry Pi akan dikirimkan ke transistor yang melewati resistor terlebih dahulu, kemudian arus akan mengalir melewati dioda sehingga mengaktifkan relay. Kemudian relay akan berganti dari normally closed menjadi normally open dan mengaktifkan solenoid sehingga pintu bisa terbuka.



Gambar 3.3. Rangkaian Pembuka/Tutup Pintu

3.3.4. Solenoid

Bagian ini berfungsi sebagai aktuator. Prinsip dari solenoid sendiri akan bekerja sebagai pengunci dan akan aktif ketika diberikan tegangan sebesar 12V. Didalam solenoid terdapat kawat yang melingkar pada inti besi. Ketika arus listrik mengalir melalui kawat ini, maka terjadi medan magnet untuk menghasilkan energi yang akan menarik inti besi ke dalam. Sensor magnetik

3.3.5. Sensor magnetik/reed switch

Sensor magnetic/reed switch memberikan inputan ke Raspberry Pi untuk mendeteksi adanya gerakan atau perubahan kondisi pintu antara terbuka dan tertutup.

3.3.6. LED (Light-Emitting Diode)

Penggunaan LED pada sistem yaitu sebagai indikator. Terdapat 3 buah LED sebagai indikator pada pembacaan RFID, ketika sistem sedang melakukan inisialisasi(idle) maka warna LED biru akan menyala. Warna LED hijau akan menyala ketika data dari RFID tag terdaftar sebagai dosen. Warna LED akan berubah menjadi merah ketika data RFID tag tidak terdaftar.

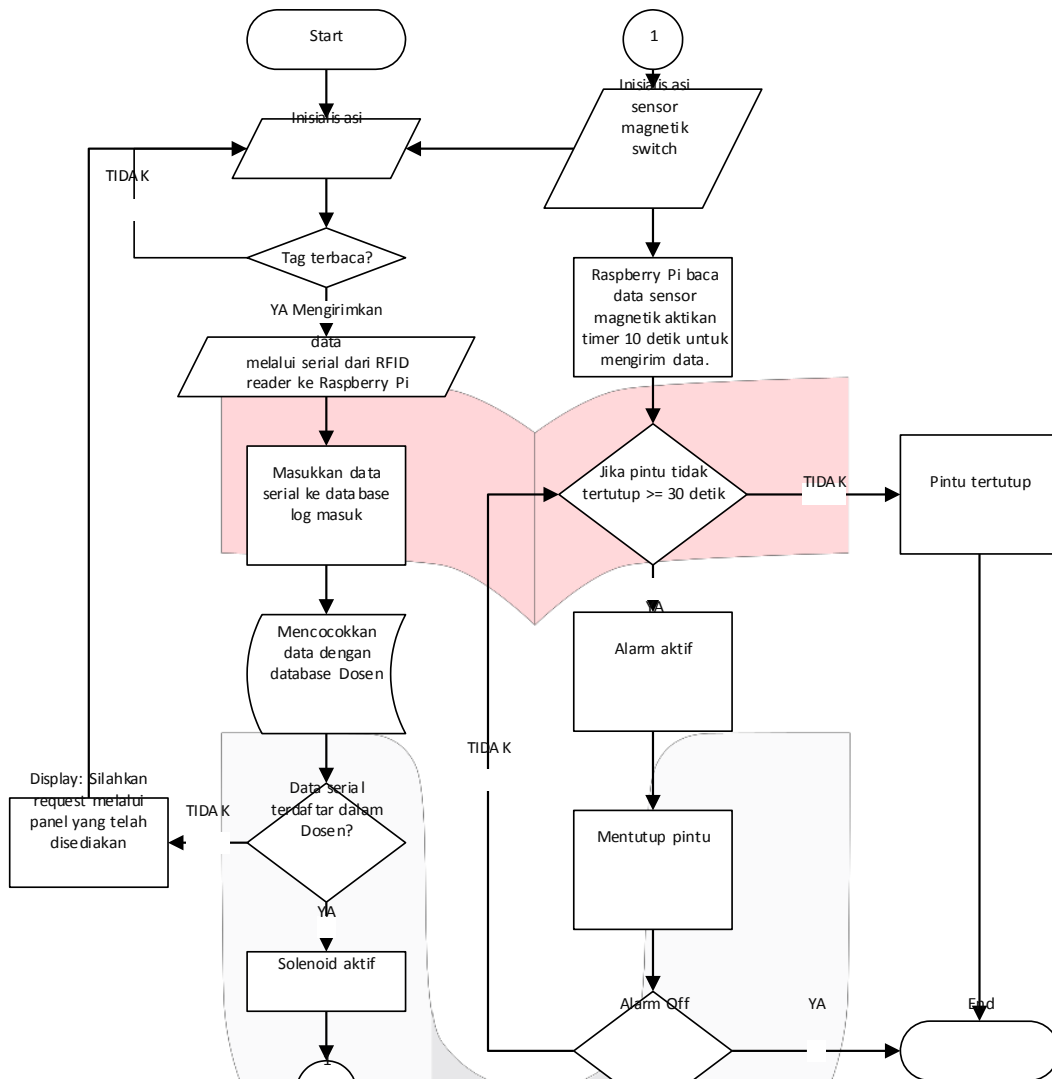
3.3.7. BUZZER

Dalam perancangan sistem pintu otomatis ini buzzer digunakan sebagai indicator bahwa RFID tag bisa terbaca oleh RFID reader dan berfungsi sebagai alarm bila pintu tidak tertutup.

3.4 Perancangan Perangkat Lunak(Software)

Perancangan program secara garis besar terdiri dari program baca RFID tag oleh RFID reader menggunakan Raspberry Pi, program memasukkan data melalui komunikasi SPI dari RFID reader ke Raspberry pi kemudian dikirimkan ke database MySQL dengan bahasa pemrograman Python dan program pengolahan database kemudian data disimpan ke dalam data log pada server. Ketika data serial cocok dengan database maka

solenoid akan aktif kemudian sensor magnetic melakukan inialisasi. Pada saat pintu terbuka program akan menghitung waktu hingga 30 detik kemudian mengirimkan data ke Raspberry Pi untuk membunyikan alarm yang menandakan pintu terbuka.



Gambar 3.4 Diagram Alir pintu otomatis

3.5. Pengujian Jarak Baca RFID

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui performansi pembacaan RFID tag oleh reader.

Tabel 3.1 Pengujian pembacaan RFID tag oleh Reader

No.	ID RFID tag	Jarak baca (cm)	Penghalang	Keterangan
1	E4F37DC6	5,5	tidak ada	Tidak terbaca
2	E4F37DC6	5	tidak ada	Terbaca
3	E4F37DC6	4,5	tidak ada	Terbaca
4	E4F37DC6	4	tidak ada	Terbaca
5	E4F37DC6	3,5	tidak ada	Terbaca
6	E4F37DC6	3	tidak ada	Terbaca
7	E4F37DC6	2,5	tidak ada	Terbaca
8	E4F37DC6	2	tidak ada	Terbaca
9	E4F37DC6	1,5	tidak ada	Terbaca
10	E4F37DC6	1	tidak ada	Terbaca
11	E4F37DC6	0,5	tidak ada	Terbaca

Berdasarkan Tabel 3.1 dapat disimpulkan bahwa jarak baca RFID reader MFRC522 terhadap RFID tag MF1ICS50 pada jarak maksimum 5cm dan tidak terbaca pada jarak 3cm. Hal ini sesuai dengan *datasheet* dari RFID reader yang digunakan.

3.6. Pengujian Hak Akses

Pada tahap ini dilakukan pengujian berupa pengujian RFID tag yang telah terdaftar dan yang tidak terdaftar pada server.

3.6.1. Pengujian hak akses dengan RFID tag yang telah terdaftar

Pengujian ini dilakukan untuk melihat fungsi dari solenoid, buzzer dan LED sebagai indikator, yang dimana RFID tag telah didaftarkan pada server. Buzzer akan aktif apabila RFID tag dapat di baca oleh reader dan mengaktifkan LED hijau sebagai indikator benar, dan Solenoid aktif apabila data pada RFID tag cocok dengan data pada server.

Tabel 3.2 Pengujian Hak Akses yang telah terdaftar

No.	ID RFID tag	Koneksi ke Server	Solenoid	Buzzer	LED
1	ed006de4	Terhubung	Aktif	Aktif	hijau aktif
2	ed006de4	Terhubung	Aktif	Aktif	hijau aktif
3	ed006de4	Terhubung	Aktif	Aktif	hijau aktif
4	ed006de4	Terhubung	Aktif	Aktif	hijau aktif
5	ed006de4	Terhubung	Aktif	Aktif	hijau aktif

3.6.2. Pengujian hak akses dengan RFID tag yang tidak terdaftar (tidak mempunyai hak akses)

Pengujian ini dilakukan untuk melihat fungsi dari buzzer dan LED sebagai indikator, yang dimana RFID tag tidak terdaftar pada server. Buzzer akan aktif apabila RFID tag dapat di baca oleh reader dan mengaktifkan LED merah sebagai indikator tidak ditemukan, dan Solenoid tidak aktif yang menandakan data pada RFID tag tidak cocok dengan data pada server.

Tabel 3.3 Pengujian Hak Akses yang tidak terdaftar

No.	ID RFID tag	Koneksi	Solenoid	buzzer	LED
1	e4f37dc6	terhubung	tidak aktif	aktif	merah aktif
2	e4f37dc6	terhubung	tidak aktif	aktif	merah aktif
3	e4f37dc6	terhubung	tidak aktif	aktif	merah aktif
4	e4f37dc6	terhubung	tidak aktif	aktif	merah aktif
5	e4f37dc6	terhubung	tidak aktif	aktif	merah aktif

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa implementasi kunci pintu otomatis dengan RFID reader sebagai pembaca dan RFID tag sebagai otentikasi dengan RFID tag yang telah terhubung dengan server berbasis Raspberry Pi telah berhasil dibuat dengan perincian sebagai berikut :

1. RFID dapat digunakan untuk mengakses masuk kedalam ruangan. Kartu RFID tag dapat terbaca oleh reader pada jarak maksimal 5 cm baik dengan halangan maupun tanpa halangan. RFID tag tetap dapat terbaca jika diberi halangan apapun kecuali bahan logam.
2. Secara keseluruhan system ini dapat melakukan pemindaian RFID tag melalui RFID reader dan meneruskannya ke server melalui jaringan LAN serta melakukan fungsi-fungsi yang terkait pada Raspberry Pi dengan baik.
3. Jarak RFID tag dapat terbaca sesuai dengan daya yang dipancarkan oleh tag itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Christiyono, Y., Rizal. dan M. Azwar. (2009). Pengendali Suara Penjelasan Objek Museum Berbasis RFID (*Radio Frequency Identification*). Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [2]. Hamzah, Fitriani. (2014). Perancangan dan Implementasi Alarm Rumah Sakit dan *Medical Record* Berbasis RFID dan Mikrokontroler secara *Wireless*. Skripsi. Bandung : Universitas Telkom
- [3]. Rotter, P. (2009). *Security and Privacy in RFID application. Automatic Department, AGH-University of Science and Technology*. Poland. Pp. (1-2).
- [4]. Erwin. (2004). *Radio Frequency Identification*. Bandung. ITB
- [5]. Diredja., D.D., M. Ramdhani. dan M. Ary M. (2010). Perancangan Sistem Pengaman Pintu Menggunakan *RFID Tag Card* dan *Pin* Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega 8535. IT Telkom. Hal. 1-3

- [6]. Monk, Simon.(2014). *Raspberry Cook Book*. Amerika serikat.
- [7]. Electronic, Meeder. *How reed switch are user with a permanent magnet*. Dipetik 4 Juni 2015 dari standelexelectronics.com: <https://standelexelectronics.com/resources/technical-library/technical-papers/reed-switch-used-with-a-permanent-magnet.pdf>
- [8]. Web, support akses control. Kunci magnetic(Elektromagnetic Locks). Dipetik 5 Juni 2015 dari : <http://akseskontrolpintu.com/kunci-magenetik-electromagnetic-lock/>
- [9]. Maryandika, A. Iswan.(2012). Sistem proteksi brankas berpassword menggunakan magnetic doorlock sebagai penggerak doorstrike berbasis mikrokontroler.
- [10]. Rakhman, Edi. Faisal candrasyah. dan Fajar D. Sutera.(2014). *Raspberry Pi: Mikrokontroler Mungil yang Serba Bisa*. Yogyakarta.

