

IMPLEMENTASI TEKNOLOGI RASPBERRY PI DAN RFID PADA PIRANTI PENYIMPANAN “DEPOSIT BOX”

Septiaji Tri Wibisono^{*)}, Darjat, Sudjadi

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}Email : septiajitriwibisono@gmail.com

Abstrak

Sistem akses kontrol saat ini merupakan salah satu aspek yang cukup penting dalam kehidupan sehari-hari. Seiring dengan kemajuan di bidang teknologi, sistem akses kontrol konvensional mulai dikembangkan menjadi sistem akses kontrol berbasis elektronik. Pada penelitian ini akan dirancang sistem akses kontrol dengan menggunakan Raspberry Pi model B yang diimplementasikan sebagai deposit box (kotak penyimpanan) dengan RFID sebagai media akses kontrol. Sistem ini akan bekerja ketika reader mendapatkan informasi kode unik dari tag kemudian memproses agar dapat menghasilkan keluaran sistem berupa led indikator dan akses diterima atau ditolak, dimana akses diterima kunci terbuka sedangkan untuk ditolak sebaliknya. Berdasarkan hasil pengujian sistem akses kontrol deposit box menggunakan Raspberry Pi dan RFID sudah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai yaitu. Hanya ID kartu tag yang terdapat pada sistem yang dapat mengakses.

Kata Kunci : Raspberry Pi tipe B, RFID, Deposit Box,

Abstract

Access control system today is one aspect that is important in everyday life. Along with advances in technology, the conventional access control system was developed into an electronic-based access control system. In this study will be designed access control system using Raspberry Pi model B which is implemented as a deposit box (with storage box) with RFID as a media access control. This system will work when readers get a unique code on the tag information and then process that can produce such a system output LED indicators and access is accepted or rejected, which received access key open while the transform and rejected otherwise. Based on test results deposit box access control system using RFID Raspberry Pi and is in conformity with the objectives to be achieved that. Only the ID card tag on the system can access.

Keywords : Raspberry Pi type B, RFID, Deposit Box,

1. Pendahuluan

Pekembangan teknologi komputer sudah dapat menghasilkan mini komputer dengan ukuran sebesar kartu kredit yang disebut dengan Raspberry Pi. Raspberry Pi model B merupakan salah satu mini komputer yang dikembangkan oleh Raspberry Pi Foundation, Inggris. Komputer *single board* ini dikembangkan dengan tujuan untuk mengajarkan dasar-dasar ilmu komputer dan pemrograman untuk siswa sekolah di seluruh dunia. Dengan memanfaatkan GPIO (*General Input output*) Raspberry Pi dapat dibuat aplikasi sistem kontrol elektronik.

Beberapa contoh sistem kontrol yang saat ini banyak digunakan, diantaranya kontrol on-off, kontrol putaran motor. sebagai pelacak buku pada perpustakaan[1], kartu

presensi dan kartu parkir[3], maupun sebagai kartu yang digunakan pada sistem transaksi gerbang tol[4].

Dengan menggunakan Raspberry Pi dan teknologi RFID (*Radio Frequency Identification*) diharapkan menjadi alternatif untuk aplikasi on-off otomatis yang lebih efisien. Teknologi RFID terdiri dari tag RFID dan reader RFID. Tag RFID terbuat dari *microchip* dengan dasar bahan dari silikon yang mempunyai kemampuan fungsi identifikasi sederhana yang disatukan dalam satu desain. Kemampuan tag RFID untuk dibaca dan ditulis (*read/write*) serta kemudian disimpan pada sarana penyimpanan mendukung proses enkripsi dan kontrol akses yang dilakukan. Sedangkan reader RFID adalah perangkat untuk membaca tag RFID. Kartu cerdas ini memiliki nomor seri berbeda satu dengan lainnya/unik yang ditanamkan pada IC memori.

Dalam penelitian ini akan dipaparkan mengenai pemanfaatan teknologi Raspberry PI, RFID dan penggunaannya melalui kartu tag RFID pada prototipe kotak penyimpanan yang diaplikasikan sebagai *deposit box* seperti yang terdapat pada hotel dimana nantinya hanya dengan sebuah kartu *tag* dapat mengakses pintu dan *deposit box* sehingga memudahkan dan meningkatkan kenyamanan manusia sebagai penggunanya.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sebuah prototipe kontrol akses dengan menggunakan teknologi Raspberry Pi yang dipadukan dengan RFID kedalam bentuk kotak

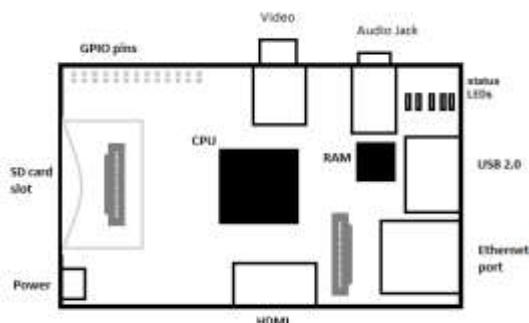
Dalam penelitian ini, pembahasan dibatasi pada :

1. Raspberry Pi yang digunakan adalah Raspberry Pi tipe B.
2. Sistem Operasi yang digunakan pada Raspberry Pi model B adalah Raspbian.
3. Tidak membahas secara mendalam rangkaian internal Raspberry Pi model B.
4. Pembahasan Raspberry Pi hanya pada penggunaannya dalam penelitian ini.
5. RFID yang digunakan adalah RFID RC 522.
6. Tidak membahas secara mendalam rangkaian internal RFID RC 522.
7. Tag RFID yang digunakan 4 buah.
8. Pembahasan perangkat keras hanya pada implementasi RFID dan Raspberry Pi pada prototipe kotak penyimpanan sebagai kontrol akses.
9. Tidak membahas keamanan terhadap penggunaan akses kotak penyimpanan.
10. Bahasa perograman yang digunakan adalah python.

2. Metode

2.1 Raspberry PI

Raspberry Pi memiliki dua versi Model A dan Model B. Model A memiliki harga yang lebih murah daripada model B, ada beberapa perbedaan lain dalam dua versi Raspberry Pi. Model A memiliki memori 256MB, dilengkapi dengan *port* USB tunggal dan tidak memiliki *port* ethernet sedangkan model B memiliki memori 512MB, 2 *port* USB, dan dan memiliki *port* Ethernet.



Gambar 1 Hardware dari Raspberry Pi Model B^[11]

Raspberry Pi terdiri dari banyak bagian perangkat keras yang penting dengan beberapa fungsi yang penting. Bagian utama dari Raspberry Pi adalah *processor* nya. Setiap Raspberry Pi memiliki BCM2835 *Chip Broadcom* yang mewujudkan suatu CPU inti ARM1176JZF-S. Chip ini memiliki *clock speed* 700MHz dan merupakan sistem 32-bit. A Raspberry Pi memiliki slot kartu SD untuk kartu SD yang bertindak sebagai media penyimpanan yang semuanya termasuk sistem operasi dan file lainnya disimpan dalam kartu SD. *Port* HDMI digunakan sebagai keluaran audio dan video. Sebuah HDMI ke DVI (*Digital Visual Interface*) *converter* dapat digunakan untuk mengkonversi sinyal HDMI ke DVI yang biasanya digunakan oleh monitor. Raspberry Pi memiliki LED Status yang menyediakan informasi visual. Misalnya, lampu hijau pertama (ditandai sebagai ACT pada Raspberry Pi board) menunjukkan bahwa kartu SD diakses, LED hijau kedua (ditandai sebagai FDX) menunjukkan jaringan *full duplex* dan LED hijau ketiga (ditandai sebagai LNK) menunjukkan Kegiatan *link*. Demikian pula, lampu merah (ditandai sebagai PWR) dengan daya 3.3V dan LED kuning (ditandai sebagai 100) merupakan petunjuk koneksi jaringan 100Mbps. Pada tegangan 5V DC melalui daya *micro* USB sampai Raspberry Pi. Perangkat ini juga memiliki konektor video komposit RCA untuk keluaran video serta *jack stereo* 3,5 mm untuk keluaran audio. Raspberry Pi memiliki 26 GPIO pin yang membantu untuk terhubung ke peripheral tingkat rendah dan *expansion boards*^[11].

Tabel 1 Spesifikasi Raspberry Pi Model B.

Fitur Teknis	Model B
SoC (System on Chip)	Broadcom BCM2835
CPU	700 MHz Low power ARM1176JZ-F
GPU	Dual Core VideoCore IV multimedia Co-processor
Memory	512MB SDRAM
USB2.0	2
Video Out	Composite RCA(PAL and NTSC), HDMI
Audio Out	3.5mm jack, HDMI
Storage	SD/MMC/SDIO card slot
Network	RJ45 Ethernet
Peripheral Connectors	8xGPIO, UART, I2C bus, SPI bus
Power Source	8xGPIO, UART, I2C bus, SPI bus



Gambar 2 Raspberry Pi Model B

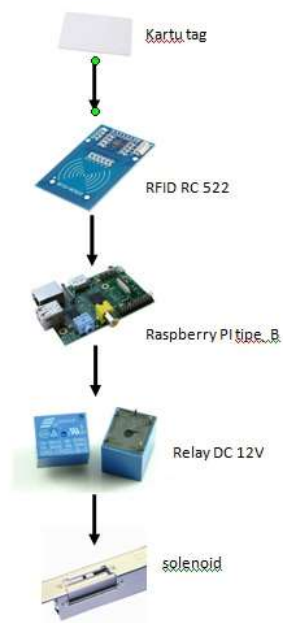
2.2 RFID (Radio Frequency Identification)

RFID (*Radio Frequency Identification*) merupakan salah satu bentuk perkembangan dari teknologi nirkabel

(wireless) yang digunakan sebagai pengganti teknologi barcode. Teknologi ini bekerja dengan memanfaatkan gelombang frekuensi transmisi radio untuk mengidentifikasi suatu objek berupa sebuah piranti kecil yang disebut tag atau transponder (transmitter + responder). Sistem identifikasi pada RFID merupakan tipe sistem identifikasi otomatis yang bertujuan untuk memungkinkan data yang ditransmisikan oleh tag RFID dapat dibaca oleh suatu reader RFID yang kemudian akan diproses sesuai dengan kebutuhan dari aplikasi yang dibuat. Data yang diterima oleh reader RFID merupakan data yang diperoleh dari proses pentransmisian data dari tag. Data tersebut merupakan suatu susunan nomor unik yang berisi informasi identifikasi yang dapat digunakan untuk aplikasi smart card, pencarian lokasi, maupun informasi spesifik yang terdapat pada suatu produk yang memiliki tag^[5]. Karena tiap tag memiliki susunan nomor unik yang berbeda, maka RFID digolongkan sebagai suatu teknologi yang sulit untuk dipalsukan. Sehingga, saat ini semakin banyak aplikasi yang dibuat dengan memanfaatkan teknologi RFID untuk dapat meningkatkan keandalan suatu sistem.

2.3 Gambaran Umum Perancangan Sistem

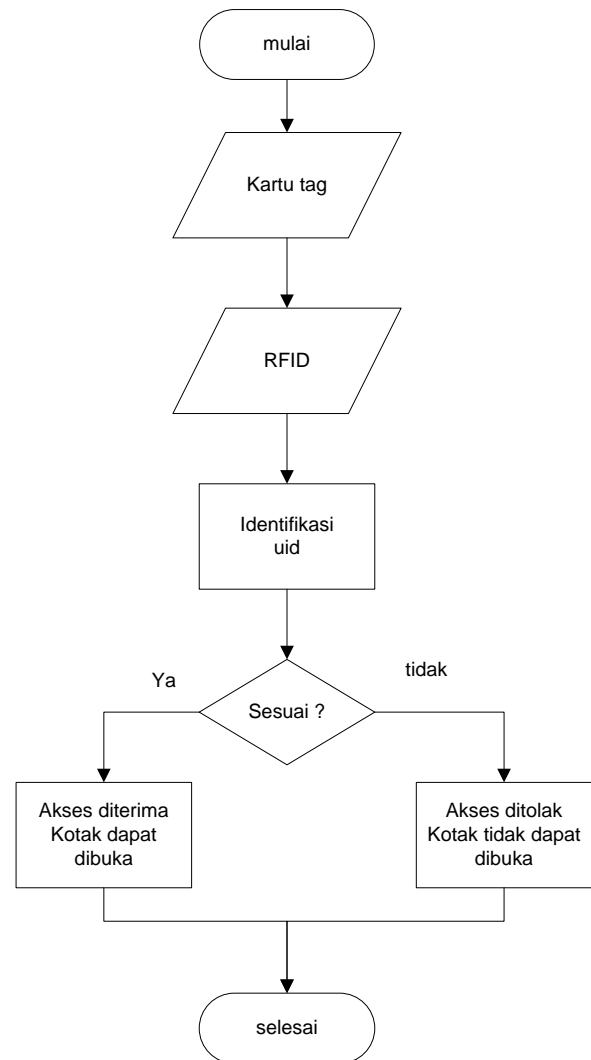
Aplikasi yang akan dibuat yaitu pengontrolan kotak penyimpanan menggunakan RFID dimana menggunakan Raspberry Pi untuk komunikasi antara RFID dengan sistem aplikasi yang akan dibuat melalui saluran SPI (Serial Peripheral Interface) dan mengontrol relay yang terhubung dengan solenoida. Berikut ini merupakan desain arsitektur aplikasi kotak penyimpanan:



Gambar 3 Desain arsitektur pengontrolan kotak penyimpanan

Pada intinya terdapat tiga hal yang dikerjakan oleh sistem ini. yaitu, menerima masukan , mengolah masukan tersebut, dan menghasilkan respon untuk sistem ini. Masukan pada sistem ini diperoleh dari kartu tag RFID sedangkan pengolahan dilakukan Raspberry Pi untuk menjalankan sistem seperti pembacaan masukan dan penentuan respon sistem dimana Raspberry Pi dapat mengaktifkan atau menonaktifkan GPIO (General Purpose Input Output) yang terhubung dengan rangkaian pada hardware.

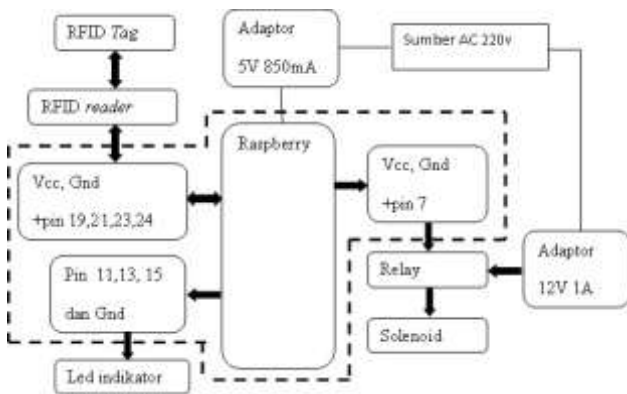
Keseluruhan pada sistem ini dapat juga dituliskan dalam bentuk flowchart di bawah ini.



Gambar 4 Flowchart kerja sistem

2.4 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras secara keseluruhan di tunjukan pada diagram blok, gambar 3.29. pada pembahasannya terbagi menjadi dua yaitu, masukan dan keluaran sistem.



Gambar 5 Block diagram implementasi perangkat keras

Dari diagram blok pada gambar 4 dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sumber daya yang digunakan adaptor 5V 850mA untuk raspberry dan adaptor 12V 1A untuk beban (solenoid)
2. Raspberry digunakan sebagai pemrogram dan pengontrol untuk sistem yang akan dibuat.
3. RFID reader digunakan sebagai pembaca informasi dari tag RFID.
4. Tag RFID digunakan sebagai media akses untuk mengakses sistem yang dibuat dengan cara mendekatkan ke reader RFID.
5. Led indikator digunakan sebagai tanda saat sistem bekerja.
6. Relay digunakan sebagai kontrol on-off dan sebagai penghubung antara sistem raspberry dengan solenoid.
7. Solenoid digunakan sebagai beban pada sistem dan sebagai kunci dari deposit box.

3. Hasil dan Analisis

3.1 Pengujian Pembacaan Nomer Serial Tag RFID



Gambar 6 Rangkaian pengujian sistem RFID

Pengujian sistem RFID bertujuan untuk mengetahui tag yang digunakan dapat dibaca oleh reader sehingga nomer serial yang tersimpan dalam tag dapat diketahui dan meneruskannya ke raspberry pi untuk ditampilkan. Pengujian ini dilakukan dengan cara menghubungkan RFID RC 522 ke Raspberry Pi. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 6. Setelah reader dalam kondisi aktif ditandai dengan led merah pada RFID RC 522 menyala, maka proses selanjutnya mendekatkan tag pada reader sesuai dengan spesifikasi jarak pembacaan reader. Maka data nomer serial dari tiap tag akan terbaca pada raspberry seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengujian pembacaan nomer serial tag RFID

Penditeksian tag RFID	Nomer serial tag
Tag 1	199,117,228,190,232
Tag 2	148,252,66,48,26
Tag 3	3,125,216,53,147
Tag 4	195,173,59,170,255

Tabel 2 menjelaskan bahwa sistem RFID yang digunakan sudah berfungsi sesuai dengan tujuan yang akan dicapai. Semua tag yang digunakan dapat dikenali oleh reader serta dapat membaca nomer serial yang terdapat disetiap tag.

Proses komunikasi tag dengan reader dan reader dengan raspberry sebagai berikut :

1. Komunikasi tag dengan reader

Ketika reader mendapatkan daya, maka arus akan mengalir melalui coil antena pada reader dan membangkitkan medan elektro magnetik sehingga reader dapat memancarkan gelombang radio frekuensi secara terus menerus.

Ketika tag berada dalam jangkauan gelombang radio frekuensi yang dipancarkan oleh reader, maka antena tag akan mendapatkan induksi listrik dari gelombang elektromagnetik yang dihasilkan reader sehingga membuat microchip pada tag menjadi aktif dan tag dapat mengirimkan informasi berupa nomer serial ke reader melalui proses modulasi amplitudo.

2. Komunikasi reader dengan raspberry

Setelah reader menerima sinyal informasi yang dikirimkan oleh tag, maka menggunakan protokol SPI (Serial Peripheral Interface) informasi berupa nomer serial dari tag dapat dikirimkan dari reader ke raspberry jika reader sudah terhubung dengan raspberry.

3.2 Pengujian perangkat lunak (Software)

Pengujian perangkat lunak bertujuan untuk mengetahui apakah perangkat lunak yang dibuat sesuai dengan algoritma. Algoritma yang dimaksud adalah perangkat lunak dapat menghubungkan RFID pada raspberry, relay, dan solenoid untuk dapat melakukan fungsi akses kontrol. Dalam pengujian perangkat lunak terbagi dalam tiga bagian, yaitu pengujian sistem dengan satu tag akses, pengujian sistem dengan dua tag akses, dan pengujian sistem tiga tag akses. Pengujian dilakukan seperti pada gambar 7.



(A)



(B)

Gambar 7 (A) Proses mengakses dengan kartu tag (B) Tampilan dari program saat akses

Tabel 3 Pengujian perangkat lunak sistem satu tag akses

UID Tag	Ket.
199.117.228.190.232	Akses diterima
148.252.66.48.26	Akses ditolak
3.125.216.53.147	Akses ditolak
195.173.59.170.255	Akses ditolak

Tabel 4 Pengujian perangkat lunak sistem dua tag akses

UID Tag	Ket.
199.117.228.190.232	Akses ditolak
148.252.66.48.26	Akses ditolak
3.125.216.53.147	Akses diterima
195.173.59.170.255	Akses diterima

Tabel 5 Pengujian perangkat lunak sistem tiga tag akses

UID Tag	Ket.
199.117.228.190.232	Akses ditolak
148.252.66.48.26	Akses diterima
3.125.216.53.147	Akses diterima
195.173.59.170.255	Akses diterima

Dari tabel 3,4, dan 5 menjelaskan bahwa sistem perangkat yang dibuat sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai dimana hanya tag dengan nomer serial yang telah ditentukan yang dapat mengakses. Pada sistem akses dengan satu tag, tag dengan nomer serial 199.117.228.190.232 dapat mengakses dan tidak untuk yang lain. Sedangkan pada sistem akses dengan dua tag ,

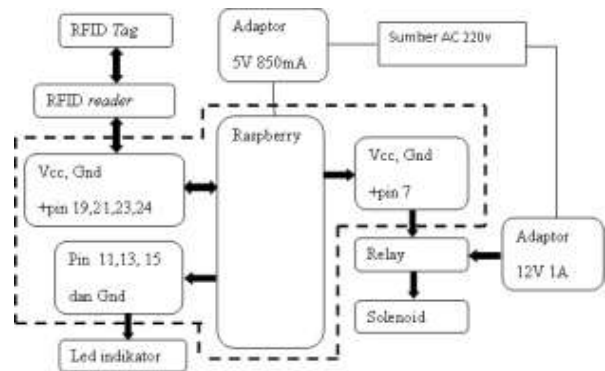
tag dengan nomer serial 3.125.216.53.147 dan 195.173.59.170.255 dapat mengakses serta tidak untuk yang lain. Untuk sistem akses dengan tiga tag , tag dengan nomer serial 148.252.66.48.26 , 3.125.216.53.147, dan 195.173.59.170.255 dapat mengakses dan tidak untuk yang lain.

3.3 Pengujian sistem secara keseluruhan

Pengujian secara keseluruhan bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat sudah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Dalam pengujian ini merupakan penggabungan pengujian perangkat keras dan pengujian perangkat lunak yang dimanfaatkan sebagai akses kontrol pada deposit box.

Pengujian dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Menyusun blok-blok rangkaian perangkat keras seperti pada gambar 4.7
2. Menyalakan sumber daya yang digunakan sistem
3. Memilih sistem yang akan di uji (sistem 1/2/3 tag)
4. Melakukan pengujian



Gambar 8 Block diagram perancangan perangkat keras



(A)



(B)



(C)



(D)

Gambar 9 (A) Tampilan *deposit box* tampak atas
(B) Tampilan saat menggunakan *tag* kartu
(C) Tampilan saat menggunakan *tag* gantungan
(D) Tampilan saat *deposit box* terbuka

Tabel 6 Pengujian keseluruhan sistem satu *tag* akses

Masukan tag RFID	Keluaran		
UID Tag	Bentuk tag	Indikator led	kotak
199.117.228.190.232	Kartu	Hijau	Terbuka
148.252.66.48.26	Kartu	Merah	Tidak Terbuka
3.125.216.53.147	Gantungan	Merah	Tidak Terbuka
195.173.59.170.255	Gantungan	Merah	Tidak Terbuka

Tabel 7 Pengujian keseluruhan sistem dua *tag* akses

Masukan tag RFID	Keluaran		
UID Tag	Bentuk tag	Indikator led	kotak
199.117.228.190.232	Kartu	Merah	Tidak Terbuka
148.252.66.48.26	Kartu	Merah	Tidak Terbuka
3.125.216.53.147	Gantungan	Hijau	Terbuka
195.173.59.170.255	Gantungan	Hijau	Terbuka

Tabel 8 Pengujian keseluruhan sistem tiga *tag* akses

Masukan tag RFID	Keluaran		
UID Tag	Bentuk tag	Indikator led	kotak
199.117.228.190.232	Kartu	Merah	Tidak Terbuka
148.252.66.48.26	Kartu	Hijau	Terbuka
3.125.216.53.147	Gantungan	Hijau	Terbuka
195.173.59.170.255	Gantungan	Hijau	Terbuka

Tabel 6,7 dan 8 menjelaskan bahwa sistem akses kontrol menggunakan RFID dan Raspberry Pi yang diimplementasikan pada *deposit box* secara keseluruhan memberikan hasil sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

Semua nomer serial *tag* yang terdapat pada sistem dapat mengakses. Sehingga menyalakan led indikator hijau dan dapat membuka kotak, jika tidak lampu indikator merah menyala.

Pada prosesnya ketika *tag* berda dalam jangkauan pancaran frekuensi radio dari *reader* sehingga menginduksi tegangan pada mikrochip yang kemudian merespon dengan mengirimkan nomer serial *tag* terbaca oleh *reader*. Nomer serial yang terbaca oleh *reader* kemudian menjadi masukan pada sistem yang dibuat, ketika nomer serial sesuai dengan sistem maka sistem akan mengeluarkan logika 1 untuk led indikator hijau dan relay sehingga led menyala dan relay menjadi on yang menyebabkan solenoid mendapatkan tegangan sehingga kotak dapat terbuka.

Sedangkan saat nomer serial dari *tag* yang menjadi masukan sistem tidak sesuai dengan sistem, maka yang akan mendapatkan logika 1 hanya pada led indikator merah sehingga led merah menyala dan kotak tidak terbuka.

Untuk mengetahui keberhasilan dari sistem yang telah dibuat secara keseluruhan maka sistem di uji sebanyak 15 kali . dan data yang didapatkan pada tabel 9.

Tabel 9 keberhasilan pengujian sistem secara keseluruhan

Sistem akses	Presentase keberhasilan	
	Fungsi led indikator	Fungsi akses kotak
1 tag	100%	100%
2 tag	100%	100%
3 tag	100%	100%

Tabel 9 menunjukan setelah pengujian sebanyak 15 kali, ketiga macam sistem akses yang dirancang berjalan dengan baik karena semua fungsi dari sistem 100% bekerja.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang dilakukan didapatkan hal-hal penting sebagai berikut :

1. Fungsi dari *reader* dalam pembacaan terhadap *tag* , berfungsi dengan baik dimana semua *tag* yang digunakan dapat terbaca.

2. Jarak pembacaan reader terhadap tag berbeda antara tag berbentuk kartu dan berbentuk gantungan dimana dengan bentuk kartu dapat sejauh 2.5 cm sedangkan bentuk gantungan hanya 1.5 cm
3. Pengujian perangkat lunak menunjukkan sistem yang dibuat dapat bekerja sesuai dengan tujuan dimana hanya tag dengan nomer serial yang terdapat pada sistem yang dapat mengakses.
4. Pada pengujian secara keseluruhan sistem yang dibuat sudah sesuai dengan algoritma yang diinginkan. Saat tag sesuai dengan sistem maka sistem akan merespon dengan memberikan logika 1 pada relay sehingga relay dalam keadaan on dan solenoid mendapatkan daya yang menyebabkan solenoid bekerja dan kotak dapat terbuka.
5. Pada pengujian keberhasilan sistem yang dilakukan sebanyak 15 kali pengujian, sistem yang telah dibuat (sistem akses 1/2/3 tag) bekerja menjalankan fungsi led indikator dan fungsi kontrol akses dengan tingkat keberhasilan 100%.

Referensi

- [1]. Adhitama. Mohammad, *Implementasi RFID Untuk Pelacak Buku Pada Perpustakaan Teknik Elektro Universitas Diponegoro*, Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2012.
- [2]. Alief. Ridwan, *Pemanfaatan Teknologi RFID Melalui Kartu Identitas Dosen Pada Prototipe Sistem Ruang Kelas Cerdas*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2014
- [3]. Anthadi Putera. Arief, *Pemanfaatan Teknologi RFID Untuk Sistem Multi Akses Mahasiswa*, Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2013.
- [4]. Eridani. Dania, *Simulasi Gerbang Tol Menggunakan RFID (Radio Frequency Identification)*, Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2011.
- [5]. F.S. Joanna, *Implementasi Teknologi RFID pada Sistem Pintu Geser Otomatis Sebagai Akses Masuk Laboratorium dalam Sistem Multi Akses Kartu Mahasiswa*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2013
- [6]. F.S. Ridwan, *Belajar Pemrograman Python dasar*, POSS-UPI, Bandung, 2013.
- [7]. Kilian, Christopher T, "Modern Control Technology" 1996.
- [8]. L.A.S, Ashri, *Sistem Antrian Dengan Pemanggilan Nama pada Pemungutan Suara Menggunakan RFID*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Malang, 2013
- [9]. GAO (United States Government Accountability Office), *Information Security : Radio Frequency Identification Technology in the Federal Government*, GAO-05-551, May 2005.
- [10]. M. Shelvian, Belgardo, *Pengaturan Lampu dan Pintu Garasi pada Miniatur Rumah Dengan Menggunakan Wifi*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2011.
- [11]. _____, Raspberry Pi, <<http://raspberrypi.org/forums/viewtopic.php>> [diakses 13 Oktober 2014].