

Evaluasi Keandalan Identifikasi RFID MFRC522 dengan *Barrier* Berbahan Dasar Plastik Berbasis Sistem Mikrokontroler

Kresna Wirawibawa¹, Ratna Susana², Hendi H. Rachmat³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional, Bandung
Jln. PH.H. Mustofa, Kota Bandung, 40124, Indonesia

E-mail¹: kwirawibawa3@gmail.com

Abstrak — Pada penelitian ini dilakukan evaluasi keandalan RFID (*Radio Frequency Identification*) pada sistem keamanan pintu ruangan berbasis sistem mikrokontroler. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana modul RFID dapat membaca RFID *Tag Card* yang terdapat *barrier* berbahan dasar plastik. Perancangan dan implementasi *prototype* sistem keamanan pintu ruangan terdiri dari modul RFID MFRC522, RFID *Tag Card*, mikrokontroler ATMEGA328, *liquid crystal display* (LCD), *solenoid door lock* dan *power supply*. Pengujian dilakukan dengan cara RFID *Tag Card* dilapisi dengan plastik mika. Terdapat 3 ukuran ketebalan plastik mika yang akan diuji yaitu 0,12 mm; 0,23 mm; 0,35 mm dimana ukuran ketebalan tersebut telah diukur menggunakan mikrometer sekrup. RFID *Tag Card* yang telah dilapisi oleh plastik mika tersebut akan di-scan oleh RFID *Reader* dengan jarak 1 cm dalam posisi sejajar. Pengambilan data dilakukan sebanyak 30 kali setiap 15 detik untuk RFID *Tag Card* yang terdaftar dan tidak terdaftar. Dari hasil evaluasi tersebut, diperoleh bahwa modul RFID MFRC522 dapat membaca RFID *Tag Card* meskipun terhalang oleh benda berbahan dasar plastik (plastik mika) dengan persentase keberhasilan sebesar 100%.

Kata kunci : ATMEGA328, *Barrier*, Plastik, RFID MFRC522, Sistem Keamanan

Abstract — *The reliability of RFID (Radio Frequency Identification) was evaluated for microcontroller based a room security system. Evaluation was performed how far RFID module can read RFID Tag Card contained barrier made from plastic. The design and implementation of prototype of room security system consists of RFID MFRC522 module, RFID Tag Card, ATMEGA328 microcontroller, liquid crystal display (LCD), solenoid door lock and power supply. Testing was performed by RFID Tag Card coated by mica plastic. There are 3 size of mica plastic thickness to be tested, 0.12 mm; 0.23 mm; 0.35 mm where the size of the thickness has been measured using a screw micrometer. RFID Tag Cards that have been coated by the mica plastic will be scanned by RFID Reader with a distance of 1 cm with parallel position. Data retrieval was performed 30 times every 15 seconds for registered and unregistered RFID Tag Cards. From the results of the evaluation, it was find that RFID MFRC522 module can read RFID Tag Card even though blocked by plastic based object (mica plastic) with success percentage of 100%.*

Keyword : ATMEGA328, *Barrier*, RFID MFRC522, Plastic, Security System

I. PENDAHULUAN

RFID (*Radio Frequency Identification*), berdasarkan namanya RFID merupakan suatu teknologi identifikasi yang menggunakan frekuensi radio. RFID adalah teknologi identifikasi *wireless* yang dapat digunakan untuk sistem akses kontrol atau sistem keamanan ruangan. RFID ini memiliki

banyak keunggulan dibandingkan dengan sistem identifikasi lainnya. Salah satu keunggulannya adalah dari gelombang radio yang digunakan pada sistem RFID di mana gelombang tersebut dapat merambat di udara sehingga membuat sistem ini bersifat *contactless* [1]. Namun jangkauan rambatan RFID bergantung pada modul *reader* dan RFID *Tag Card* yang digunakan pada sistem. Bila dibandingkan dengan instrumen lain seperti *barcode* atau *passcode*, identifikasi terhadap identitasnya tidak bersifat *contactless*.

Keunggulan lain yang dimiliki oleh sistem RFID adalah terletak pada RFID *Tag Card*-nya. RFID *Tag Card* ini memiliki ketahanan yang sangat bagus seperti tahan air dan tahan gesekan atau pengaruh alam lainnya seperti debu, kotoran, ataupun pengaruh temperatur udara [2]. Hal ini dikarenakan pada umumnya RFID *Tag Card* telah terlindung oleh *casing* kartu yang telah di-*inject* data pada RFID *Tag Card* tersebut. Sehingga data pada RFID *Tag Card* tersebut tidak dapat hilang dengan mudah. RFID juga merupakan suatu alat identifikasi yang dapat digunakan untuk sistem keamanan dikarenakan RFID memiliki keunggulan lain yaitu kode identitas yang unik.

Berdasarkan keunggulan-keunggulan tersebut membuat teknologi RFID lebih baik jika dibandingkan dengan sistem identifikasi lainnya seperti *barcode* atau *passcode*. Namun keunggulan ini akan bersifat relatif karena akan tergantung dari bagaimana pemanfaatan suatu teknologi identifikasi tersebut direalisasikan. Pada penelitian sebelumnya, teknologi ini telah banyak dimanfaatkan pada berbagai aplikasi yang berhubungan dengan sistem identifikasi objek, seperti membuka pintu, mengakses Komputer, dan sebagainya [3].

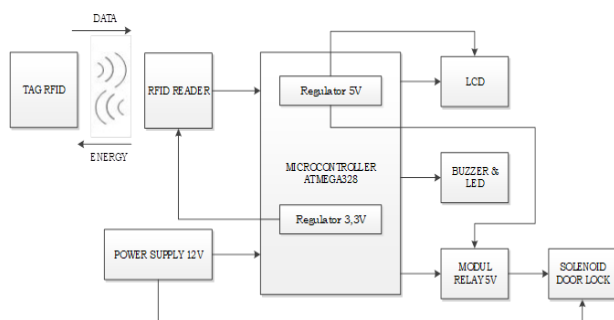
Pada penelitian sebelumnya dengan sepengetahuan penulis belum ada yang membahas mengenai evaluasi keandalan proses identifikasi RFID MFRC522 dengan *barrier* berbahan dasar plastik, karena penempatan RFID khususnya RFID *Tag Card* yang sering dalam penggunaannya disertai oleh *barrier* atau penghalang berbahan dasar plastik yang bertujuan untuk melindungi hasil cetakan pada *tag card* tersebut. *Barrier* tersebut misalnya plastik mika yang akan menghalangi proses identifikasi sehingga dibutuhkan suatu penelitian dalam meninjau keandalan identifikasi RFID tersebut. Untuk mengetahui keandalan RFID tersebut maka dilakukan penelitian mengenai evaluasi keandalan RFID MFRC522 dengan *barrier* berbahan dasar plastik dengan cara melakukan perancangan dan implementasi *prototype* sistem keamanan pintu ruangan menggunakan RFID MFRC522 berbasis sistem mikrokontroler. Sehingga melalui penelitian ini akan diketahui mengenai keandalan sistem RFID untuk meningkatkan tingkat keamanan dan privasi suatu ruangan tanpa mengurangi kenyamanan dan tidak menghambat pekerjaan.

II. METODE PENELITIAN

A. Gambaran Umum Sistem

Pada penelitian ini, untuk mengevaluasi keandalan identifikasi RFID MFRC522 dengan *barrier* berbahan dasar plastik, sistem tersebut diimplementasikan pada *prototype* sistem keamanan pintu ruangan dengan gambar blok diagram seperti yang terlihat pada Gambar 1. Sistem keamanan pintu ruangan ini secara umum memiliki fungsi untuk membatasi pengakses suatu ruangan, dalam artian hanya seseorang yang memiliki otoritas atau izin saja yang dapat masuk atau mengakses ruangan. Hal tersebut bertujuan untuk meningkatkan tingkat keamanan dan privasi suatu ruangan.

Sistem akses ruangan ini terbagi menjadi dua bagian yaitu perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*). Perangkat keras sistem ini terdiri dari RFID *Tag Card* dan RFID *Reader* (modul RFID), mikrokontroler, *solenoid door lock*, *Liquid Crystal Display* (LCD), modul *relay*, dan *buzzer*. Pada sistem ini diimplementasikan juga perangkat lunak (*software*) yaitu perangkat lunak pada sistem mikrokontroler.



Gbr. 1 Blok Diagram Sistem Secara Umum

Blok diagram pada Gambar 1 menunjukkan hubungan kerja sistem secara umum. Pada blok diagram ini, terdapat *power supply*, satu perangkat masukan yaitu RFID *Tag Card*, satu *software* (Sistem Mikrokontroler) serta terdapat tiga buah perangkat keluaran yaitu LCD, *buzzer*, dan *solenoid door lock*. Semua komponen yang terdapat dalam diagram blok di atas, memerlukan spesifikasi yang sesuai agar perancangan alat yang dibuat dapat digabung menjadi sebuah sistem yang diinginkan. Perangkat *power supply* sebagai penyuplai tegangan terhadap komponen-komponen yang memerlukan tegangan masukan agar bekerja dengan baik. Modul (*Reader*) RFID digunakan untuk membaca kode unik dalam RFID *Tag Card* yang kemudian diproses sebagai data masukan yang akan diolah dan diproses oleh sistem mikrokontroler. Data hasil pengolahan sistem mikrokontroler tersebut akan dikirim ke *solenoid door lock* dan mengaturnya untuk aktif atau tidak dimana perangkat tersebut sebagai *output* atau aktuator yang berfungsi untuk mengunci ruangan. Status dari sistem akan ditampilkan ke LCD untuk *me-monitoring* kerja sistem. Setiap data hasil pengolahan sistem mikrokontroler yang telah dikirimkan ke *solenoid door lock* dan mengaturnya maka semua komponen pendukung akan kembali ke keadaan semula dan akan terjadi *looping* setiap RFID *Reader* membaca RFID *Tag Card*.

B. Perancangan dan Implementasi Hardware

Untuk perancangan dan implemementasi *hardware* yang digunakan beberapa komponen yaitu Mikrokontroler ATMEGA328, RFID *Tag Card* dan RFID *Reader*, LCD (*Liquid Crystal Display*), modul I2C (*Inter Integrated Circuit*), modul *relay*, *buzzer*, dan *solenoid door lock*.

1) Mikrokontroler ATMEGA328

Kontroler yang digunakan pada *prototype* sistem keamanan pintu ini dibuat berdasarkan sirkuit Arduino Uno dengan menggunakan mikrokontroler ATMEGA328P seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2. Arduino Uno akan mengolah dan memproses data masukan dan mengirimkan data hasil pengolahan atau pemrosesan tersebut ke *output* atau aktuator (*Solenoid Door Lock*) melalui modul *relay*. Data yang dikirim ke aktuator berupa data digital (*high or low*). Jika data keluaran berlogika *high* (1) maka aktuator akan aktif dan apabila data keluaran berlogika *low* (0) maka aktuator tidak akan aktif.

Arduino Uno memiliki 20 *port input-output* (I/O) dengan tegangan kerja 5 VDC. Kapasitas memori adalah 32 kByte *flash memory* untuk menyimpan sejumlah data identitas pengguna yang terdaftar. Terdapat 15 saluran pin I/O mikrokontroler yang digunakan pada sistem ini yaitu 2 pin *out* 5VDC untuk *supply* modul I2C, pin *out* 3,3VDC untuk *supply* RFID *Reader*, pin 13,12,11,10,9 untuk komunikasi antara mikrokontroler dan RFID *Reader* (masing-masing SCK, MISO, MOSI, SDA,RST), pin 7 sebagai *output* logika untuk modul *relay*, pin 6 untuk *buzzer*, pin SCL dan SDA untuk komunikasi antara mikrokontroler dengan modul I2C, dan 3 pin *ground* untuk modul I2C, RFID *Reader*, dan *buzzer*.

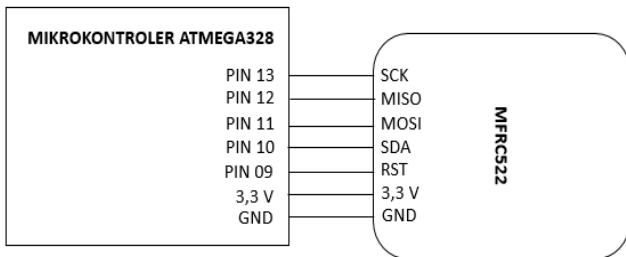


Gbr. 2 Mikrokontroler ATMEGA328 (Arduino Uno)

2) RFID *Tag Card* dan RFID *Reader*

RFID *Tag Card* memiliki kode identifikasi yang bersifat unik yang tersimpan pada chip semikonduktor dan akan dikirimkan secara *wireless* dan *contactless* melalui antena dimana keduanya tertanam di dalam RFID *Tag Card* [2]. Jenis RFID *Tag Card* yang digunakan pada sistem ini bersifat pasif dan hanya dapat dibaca saja (*read only*) dengan tipe *Standard S50 Blank Card* yang memiliki frekuensi kerja sebesar 13,56 MHz dan kecepatan transfer data *up to* 10 Mbit/s. Kode unik yang tertanam pada RFID *Tag Card* tersimpan juga dalam program sistem mikrokontroler. Jumlah RFID *Tag Card* yang digunakan pada sistem ini adalah dua buah dimana satu buah RFID *Tag Card* yang terdaftar dan satu buah yang tidak terdaftar, dua buah RFID *Tag Card* tersebut akan ditambahkan *barrier* yang bertujuan untuk pengujian/evaluasi keandalan RFID MFRC522.

RFID modul (*reader*) yang digunakan memiliki tipe MFRC522, RFID ini merupakan produk dari NXP yang menggunakan *fully integrated 13,56 MHz non-contact communication card chip*. Frekuensi kerja dari RFID Reader ini adalah 13,56 MHz dengan jarak pembacaan RFID Tag Card up to 5 cm serta menggunakan *supply* tegangan sebesar 2,5 – 3,3 VDC [4]. Terdapat beberapa pin yang digunakan pada RFID modul ini yang digunakan untuk saluran komunikasi data dengan mikrokontroler seperti pada Gambar 3 di bawah ini.

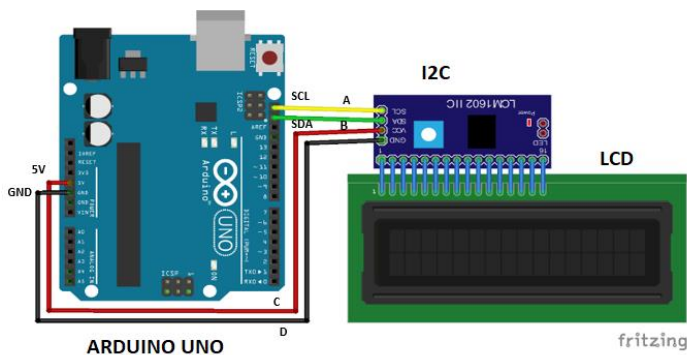


Gbr. 3 Komunikasi Diagram RFID Reader dan Mikrokontroler

3) *Liquid Crystal Display (LCD)* dan *Inter Integrated Circuit (I2C)*

LCD digunakan sebagai alat untuk *me-monitoring* kerja sistem secara umum. LCD ini berukuran 16x2 yang akan dapat menampilkan status dari sistem yang sedang digunakan. Dengan adanya LCD dapat memudahkan untuk dapat mengontrol sistem apakah masih berjalan dengan baik atau tidak. Untuk mempermudah komunikasi antara LCD dan mikrokontroler maka digunakan modul I2C seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.

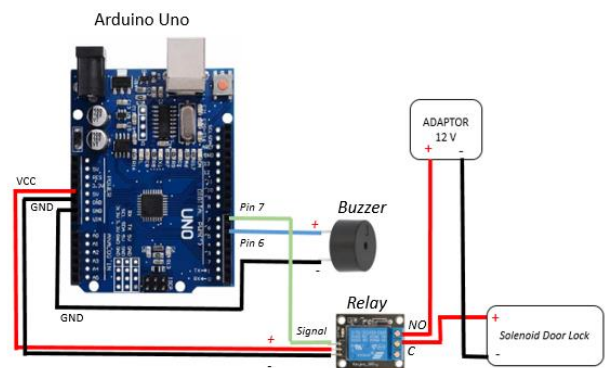
Pada umumnya pengendalian LCD dengan mikrokontroler dilakukan secara *parallel* dan membutuhkan sekitar 6-7 pin, jika Arduino memiliki 13 pin I/O digital maka separuh pin-pin tersebut yang digunakan hanya untuk mikrokontroler dapat dikatakan boros atau terlalu banyak. Dengan adanya modul I2C hubungan antara mikrokontroler dan LCD pin yang digunakan dilakukan secara *serial* dan untuk komunikasi dua perangkat tersebut hanya membutuhkan 4 pin dari modul I2C, yaitu VCC (5V), GND, SCL, SDA yang masing-masing dihubungkan dengan pin-pin yang sama pada mikrokontroler.



Gbr. 4 Komunikasi Diagram antara LCD, I2C dan Arduino Uno

4) Modul *Relay*, *Solenoid Door Lock* dan *Buzzer*

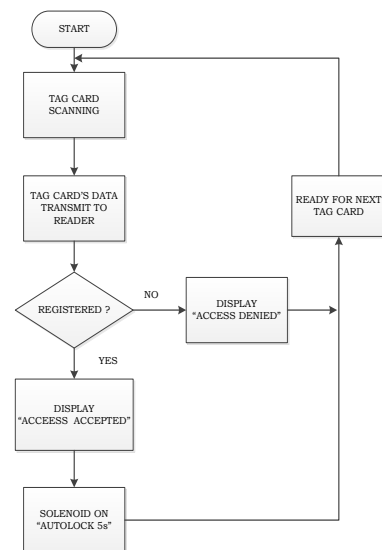
Modul *relay* yang digunakan memiliki tegangan operasi tegangan masukan sebesar 5V. *Relay* ini bersifat NO (*Normally Open*) dengan kata lain tidak terhubung (*open circuit*). *Relay* ini berfungsi untuk menyambungkan atau memutuskan tegangan atau arus yang masuk ke *solenoid door lock*. Tersambung putusnya *relay* tersebut tergantung dari data hasil pengolahan dari mikrokontroler. Jika data hasil pengolahannya berlogika 0 maka *relay* akan tetap dalam keadaan NO (*open circuit*) dan tidak akan mengaktifkan *solenoid door lock*. Sedangkan jika data hasil pengolahannya berlogika 1 maka *relay* akan berubah menjadi NC (*Normally Close*) dengan kata lain terhubung (*short circuit*) dan akan mengaktifkan *solenoid door lock*. Sedangkan *buzzer* berfungsi sebagai *output* yang akan membedakan saat data yang dikirimkan *solenoid door lock* melalui modul *relay* berlogika 1 atau 0. Adapun komunikasi diagram antara mikrokontroler, modul *relay*, *solenoid door lock*, dan *buzzer* yang diperlihatkan pada Gambar 5 di bawah ini.



Gbr. 5 Komunikasi Diagram antara Relay, Buzzer dan Arduino Uno

C. *Perancangan dan Implementasi Software*

Untuk perancangan perangkat lunak (*software*) dapat dilihat seperti pada Gambar 6 (*flowchart*) di bawah ini.



Gbr. 6 Diagram Alir Sistem

Pada *flowchart* (Gambar 6) diperlihatkan cara kerja sistem secara keseluruhan. Dimulai dari *start* yang menandakan sistem siap untuk digunakan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 7. Kemudian ketika data yang ada pada RFID *tag card* dibaca oleh modul RFID yang kemudian data dikirimkan ke mikrokontroler untuk diverifikasi. Teknik verifikasi pada mikrokontroler tersebut adalah dengan membandingkan data RFID *tag card* yang terbaca dengan data yang tersimpan pada mikrokontroler untuk dapat ditampilkan pada LCD dan mengendalikan *solenoid door lock*. LCD akan menampilkan tulisan berupa "Access Accepted" seperti yang diperlihatkan pada Gambar 8 apabila data RFID *tag card* sesuai dengan data yang ada di mikrokontroler, dan "Access denied" seperti yang diperlihatkan pada Gambar 10 apabila data RFID *tag card* tidak sesuai dengan data yang ada di mikrokontroler. Instruksi yang diberikan pada *solenoid door lock* tersebut akan diberikan sesuai dengan status verifikasi data pada mikrokontroler sehingga ON/OFFnya *solenoid door lock* diatur atau ditentukan oleh verifikasi data tersebut seperti yang diperlihatkan pada Gambar 9. Pada Gambar 9 ditampilkan "Autolock 5s", tampilan tersebut menunjukkan bahwa sistem telah ON dan membuka pintu selama 5 detik.



Gbr. 7 Tampilan Awal Sistem



Gbr. 8 Tampilan ketika Scanning Tag Card yang Terdaftar



Gbr. 9 Tampilan ketika Solenoid Door Lock ON



Gbr. 10 Tampilan ketika Scanning Tag Card yang Tidak Terdaftar

D. Hasil Perancangan dan Implementasi Sistem

Hasil perancangan dan implementasi sistem dari *prototype* sistem keamanan pintu ruangan dengan menggunakan RFID MFRC522 berbasis sistem mikrokontroler ini dapat dilihat pada Gambar 11. Pemisahan perancangan dan realisasi sistem

dalam bentuk sub sistem ini bertujuan untuk mempermudah dalam melakukan pelacakan kerusakan sistem.



Gbr. 11 Hasil Perancangan dan Implementasi Sistem

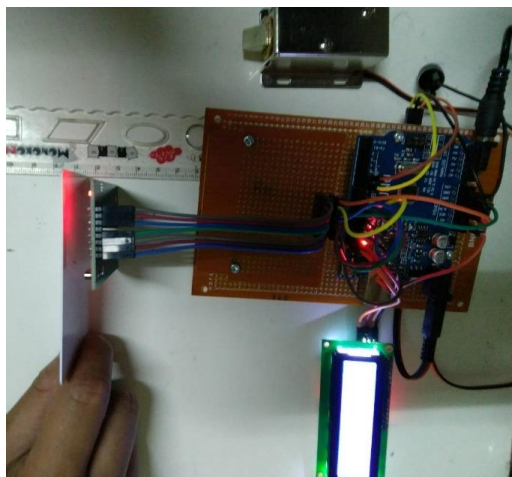
III. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

Adapun untuk mengetahui keandalan RFID MFRC522 pada proses identifikasi dengan *barrier* berbahan dasar plastik maka dilakukan pengujian pembacaan RFID *Tag Card* yang dilapisi dengan plastik mika (Gambar 12). Terdapat 3 ukuran ketebalan plastik mika yang diuji yaitu 0,12 mm; 0,23 mm; 0,35 mm dimana ukuran ketebalan tersebut telah diukur menggunakan mikrometer sekrup. RFID *Tag Card* yang telah dilapisi oleh plastik mika tersebut akan di-*scan* oleh RFID *Reader* setelah sistem *ready* jarak 1 cm (berdasarkan *datasheet* maksimum pembacaan sistem RFID MFRC522 adalah 5 cm, 1 cm merupakan salah satu jarak yang paling aman agar sistem RFID dapat terbaca) dan posisi sejajar antara RFID *Tag Card* dan RFID *Reader* yang dapat dilihat pada Gambar 13. Pengambilan data dilakukan sebanyak 30 kali setiap 15 detik (diasumsikan sistem bekerja secara ekstrim dengan rentang waktu yang relatif singkat) untuk RFID *Tag Card* yang terdaftar dan tidak terdaftar.

Selain itu juga dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh proses identifikasi dengan dan tanpa *barrier* terhadap kinerja *solenoid door lock* yang akan dilihat dari arus dan tegangan pada *solenoid door lock*. Pengujian akan dilakukan sebanyak 10 kali untuk masing-masing ketebalan *barrier* dengan jarak antara RFID *Reader* dan RFID *Tag Card* sama dengan pengujian sebelumnya.



Gbr. 12 RFID Tag Card yang dilapisi Plastik Mika



Gbr. 13 Teknik Pengujian Kenadalan RFID

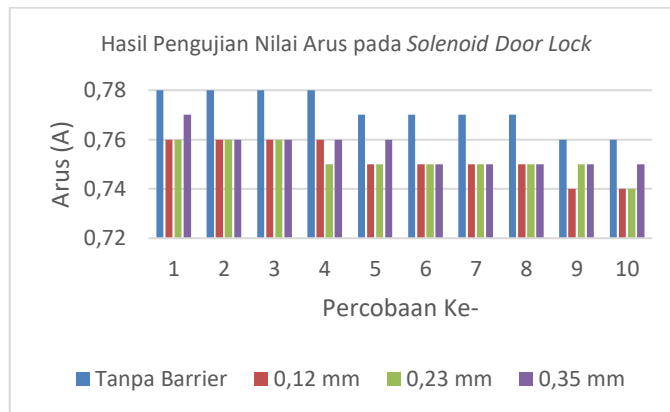
Adapun table hasil pengujian RFID Tag Card yang telah dilapisi plastik mika yang ditunjukkan di bawah ini.

TABEL 1
Hasil Pengujian RFID Tag Card yang telah Dilapisi Plastik Mika

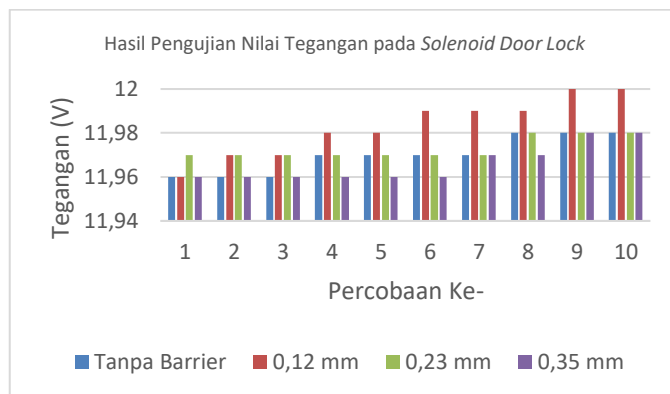
No.	Ukuran Ketebalan Plastik Mika	Sifat RFID Tag Card	Hasil Percobaan (Persentase)
1	0,12 mm	Terdaftar	Berhasil (100%)
2	0,23 mm	Terdaftar	Berhasil (100%)
3	0,35 mm	Terdaftar	Berhasil (100%)
4	0,12 mm	Tidak Terdaftar	Berhasil (100%)
5	0,23 mm	Tidak Terdaftar	Berhasil (100%)
6	0,35 mm	Tidak Terdaftar	Berhasil (100%)

Hasil yang didapat seperti pada Tabel 1 dengan RFID Tag Card yang terhalang plastik mika (ketebalan 0,12mm; 0,23mm; 0,35mm) tidak terdapat kesalahan dalam proses identifikasi sistem RFID. Dengan begitu, penggunaan plastik mika untuk RFID Tag Card yang bertujuan untuk melindungi hasil cetakan pada tag card tersebut dapat direalisasikan karena plastik mika tidak menghambat dalam proses identifikasi sistem RFID. Hasil pengujian ini pun menunjukkan bahwa program perangkat lunak pada mikrokontoler telah terintegrasi dengan baik dengan solenoid door lock, dimana hasil proses validasi sistem dapat ditampilkan secara visual pada LCD.

Untuk melihat hasil pengaruh proses identifikasi dengan dan tanpa barrier terhadap kinerja solenoid door lock dari segi arusnya dapat dilihat pada Gambar 14 dan untuk segi tegangannya dapat dilihat pada Gambar 15.



Gbr. 14 Hasil Pengujian Nilai Arus pada Solenoid Door Lock



Gbr. 15 Hasil Pengujian Nilai Tegangan pada Solenoid Door Lock

Hasil yang didapat pada Gambar 14 dan 15 menunjukkan besar nilai arus dan tegangan pada saat RFID Tag Card (terdaftar) dengan dan tanpa dilapisi barrier (plastik mika), nilai tersebut dapat dijadikan patokan apakah ada pengaruh untuk kinerja sistem saat RFID Tag Card dilapisi atau tidak dilapisi barrier. Untuk RFID Tag Card yang tidak terdaftar didapatkan hasil 0 untuk arus dan tegangan, hal tersebut dikarenakan pada saat sistem membaca RFID Tag Card yang tidak terdaftar maka logika output yang dikirimkan dari mikrokontroler ke solenoid door lock melalui modul relay adalah 0, sehingga modul relay masih dalam keadaan Normally Open (Open Circuit) yang menyebabkan tidak mengalirnya arus ke solenoid door lock dan solenoid tersebut tidak aktif.

Data yang didapatkan dari percobaan 1 sampai 10 cenderung mengalami penurunan untuk besar nilai arus dan mengalami kenaikan untuk besar nilai tegangan. Hal ini dikarenakan solenoid door lock mengalami kenaikan suhu seiring digunakannya sistem tersebut dan mengirimkan logika 1 ke solenoid tersebut. Dengan kata lain solenoid door lock akan mengalami kenaikan suhu saat solenoid tersebut aktif secara terus menerus dalam rentang waktu yang singkat. Namun penurunan besar nilai arus dan kenaikan besar nilai tegangan pada Gambar 14 dan 15 dikarenakan oleh suhu itu sendiri, ketika suhu pada suatu komponen mengalami kenaikan

maka resistansinya pun akan naik (dengan kata lain suhu dan resistansi adalah berbanding lurus) berdasarkan rumus $R_t = R_0(1 + \alpha T)$ [5]. Karena resistansi suatu komponen mengalami kenaikan maka hal tersebut akan mempengaruhi besar nilai arus dan tegangan sesuai dengan Hukum Ohm $V = I \times R$ [6]. Arus berbanding terbalik dengan resistansi, semakin besar resistansi maka arus akan semakin kecil, sedangkan tegangan berbanding lurus dengan resistansi, semakin besar resistansi maka tegangan akan semakin besar.

Hasil di atas menunjukkan bahwa ada atau tidaknya *barrier* ataupun dengan beberapa ukuran ketebalan *barrier* (plastik mika) 0,12mm; 0,23mm; dan 0,35 mm tidaklah berpengaruh kepada nilai arus dan tegangan yang terukur di aktuator sistem (*solenoid door lock*).

IV. KESIMPULAN

Adapun hal-hal yang dapat disimpulkan dari hasil penelitian ini, diantaranya:

1. Pada jarak pembacaan 1 cm tanpa *barrier* RFID Reader dapat membaca RFID *Tag Card* dengan baik dan memiliki persentase sebesar 100%.
2. Persentase pembacaan identifikasi RFID *Tag Card* MFRC522 terhadap RFID Reader dengan terhalang plastik mika (ketebalan 0,12 mm; 0,23 mm; 0,35 mm) mencapai 100%.
3. *Prototype* sistem dapat dikatakan bekerja dengan baik meskipun tidak mencapai 100%, karena adanya kesalahan pembacaan pada saat pergantian dari *Tag Card* yang tidak terdaftar ke *Tag Card* yang terdaftar.

4. Berdasarkan Gambar 14 dan Gambar 15 didapatkan hasil bahwa ada atau tidaknya *barrier* ataupun dengan beberapa ukuran ketebalan *barrier* (plastik mika) 0,12 mm ; 0,23 mm; dan 0,35 mm tidaklah berpengaruh kepada nilai arus dan tegangan yang terukur di aktuator sistem

REFERENSI

- [1] Daniel, H., Albert P., Mike, P. (2007). *RFID A Guide to Radio Frequency Identification*. John Wiley & Sons. Inc., Publication.
- [2] Rachmat, H.H., Hutabarat, G.A. (2014). Pemanfaatan Sistem RFID sebagai Pembatas Akses Ruang. *Jurnal ELKOMIKA, Institut Teknologi Nasional Bandung*, 01(02), 27-39.
- [3] Graafstra, A. (2007). *How Radio-Frequency Identification and I Got Personal*. [Online], <http://spectrum.ieee.org/computing/hardware/hands-on>, tanggal akses: 20 November 2017.
- [4] COMPANY PUBLIC. (2016, April 27). [Online], www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MFRC522.pdf, tanggal akses: 24 Agustus 2017.
- [5] Bentley, John P. (2005). *Principles of Measurement Systems (Fourth Edition)*. England : Pearson Education Limited.
- [6] Ramdhani, Mohamad. (2005). *Rangkaian Listrik. Bandung : Sekolah Tinggi Teknologi TELKOM*.
- [7] Undala, F., Triyanto, D., & Brianorman, Y. (2015). Prototype Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Radio Frequency Identification (RFID) dengan Kata Sandi Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan*, 03(1), 22-31.
- [8] Yulius. (2014). *Radio Freuency Identification (RFID)*. [Online], <http://sis.binus.ac.id/2014/04/12/radio-frequency-identification-rfid/>, tanggal akses: 14 Agustus 2017.
- [9] Omersiar. (2015). *Arduino RC522 RFID Door Unlock*. [Online], <http://www.instructables.com/id/Arduino-RC522-RFID-Door-Unlock/>, tanggal akses: 14 Agustus 2017.