

Rancang bangun *smart door double lock* menggunakan sensor RFID dan piezoelektrik dengan *home security detector* berbasis IoT

Ningrum Ayu Cahyani, Hartono, Umi Pratiwi

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jenderal Soedirman,
Jl. DR. Soeparno No.61, Karangwangkal, Purwokerto Utara, Banyumas 53122

*email: ayucahyani086@gmail.com

Abstrak – Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, kunci konvensional dinilai semakin tidak efisien. Selain rentan terhadap pembobolan, kunci konvensional juga lebih mudah diduplikat dan kurang praktis. Kekurangan-kekurangan pada sistem kunci konvensional tersebut dapat diatasi dengan beralih ke sistem kunci digital. Peneliti merancang dan membangun sistem *smart door double lock* yang dapat diakses menggunakan irama ketukan dan NUID pada RFID tag. Kunci pintu ada sistem ini juga diakses menggunakan ponsel android berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT). Selain itu, *smart door double lock* ini juga dapat mendeteksi adanya tindakan pembobolan dan langsung mengirimkan notifikasi kondisi anomali ke ponsel pengguna. Penelitian dilakukan dalam empat tahapan, yaitu persiapan, perancangan sistem, pembangunan sistem, dan pengujian sistem untuk mendapatkan karakterisasi dari sistem yang dibuat. Untuk dapat menghasilkan sistem yang sesuai, tahap perancangan sistem dibagi menjadi beberapa jenis diagram dan desain sistem, meliputi diagram blok, diagram pengkabelan, diagram skematik, desain prototipe 3D, dan desain antarmuka teknologi IoT. Dalam penelitian ini, sistem telah berhasil dibangun dan dapat berjalan dengan karakteristik statik berupa *error* sebesar 0% dan akurasi serta presisi sebesar 100% sehingga dapat dikatakan bahwa sistem telah berjalan dengan baik. Kebutuhan daya listrik dalam kondisi aktif *stand by* sebesar 1,788 W – 2,652 W, dan kebutuhan daya listrik ketika sistem aktif bekerja selama ± 6 detik sebesar 6,960 W – 8,016 W.

Kata Kunci: piezoelektrik, RFID, IoT, kunci digital.

Abstract – As science and technology advance, traditional locks are increasingly considered inefficient. Traditional keys are not only vulnerable to break-ins, but also easy to copy and impractical. The shortcomings of traditional locking systems can be overcome by switching to digital locking systems. Researchers have designed and built a smart double locking system for doors that can be accessed via the rhythm of knocking and the NUID of the RFID tag. The door locking system can also be accessed through an Android smartphone based on Internet of Things (IoT) technology. In addition, this smart double door lock can also detect intrusion and instantly send notifications of abnormal situations to the user's mobile phone. The research was conducted in four stages: preparation, system design, system development, and system testing to characterize the system. To create a suitable system, the system design phase is divided into several types of diagrams and system designs, including block diagrams, circuit diagrams, schematics, 3D prototype design, and IoT technology interface design. In this research, the system was successfully built and can run with static characteristics of 0% error and 100% accuracy, so it can be said that the system is working well. The power requirement in the active standby state was 1.788W to 2.652W, and the electrical power demand when the system is actively working for ± 6 seconds is 6.960 W - 8.016 W.

Key words: piezoelectric, RFID, IoT, digital lock.

PENDAHULUAN

Sistem pengaman pada pintu rumah maupun toko terbagi menjadi dua jenis, yaitu sistem konvensional dan sistem digital [1]. Sistem kunci digital memiliki tingkat keamanan yang jauh lebih tinggi dibanding sistem konvensional karena sistem ini dapat digabungkan dengan berbagai macam sensor yang tidak dapat dengan mudah diduplikat serta diakses oleh sembarang orang. Terdapat beberapa literatur berupa penelitian terdahulu yang menggunakan

berbagai sensor untuk menghasilkan sebuah sistem keamanan digital, seperti sistem *smart door lock* dengan menggunakan *keypad* dan sensor ultrasonik. Sistem keamanan digital menggunakan sms *gateway* [2]. Penelitian hampir serupa menggunakan sensor RFID (*Radio Frequency Identification*) dan piezoelektrik dan menghasilkan sistem keamanan satu tingkat yang berarti pintu dapat langsung terbuka ketika masukan (sandi) dari salah satu sensor bernilai benar [1]. Penggunaan teknologi IoT pada sistem keamanan rumah

telah sangat mungkin diterapkan, seperti sistem *smart door lock* dengan menggunakan sensor RFID, *fingerprint*, dan *keypad* serta dihubungkan dengan teknologi IoT menggunakan aplikasi android yang dibuat menggunakan *website* bernama App Inventor [3].

Konsep IoT telah banyak diterapkan di berbagai bidang, contohnya pada sistem *Smart Home* yang digunakan untuk memonitor serta mengontrol rumah dari manapun dan kapanpun [4]. Sistem kunci pintu digital yang telah banyak dibangun sebelumnya hanya memiliki satu tingkat keamanan dan belum banyak yang mengkombinasikan sistem kunci digital dengan sistem *home security detector* berbasis IoT. Guna menjawab masalah tersebut, peneliti merancang dan membangun sistem *Smart Door Double Lock* yang dapat otomatis membuka kunci pintu menggunakan irama ketukan dan ketika sistem berhasil mengenali identitas pengguna melalui *tap* RFID tag berupa E-KTP, kartu Mifare, ataupun *keychain* yang memiliki *chip* NUID di dalamnya. Pembacaan sensor pada sistem ini dilakukan secara berurut dimulai dari sensor piezoelektrik dan diakhiri dengan RFID *read* sehingga keamanan dari sistem ini menjadi bertingkat karena pengguna harus berhasil memasukkan kedua sandi tersebut secara berurut untuk dapat membuka akses kunci digital tersebut. Peneliti juga menambahkan teknologi *Internet of Things* sebagai *home security detector* dan sebagai tombol darurat ketika pengguna mengalami lupa kata sandi, sistem kunci digital mengalami masalah, atau ketika pengguna membutuhkan akses saat berada di tempat yang jauh.

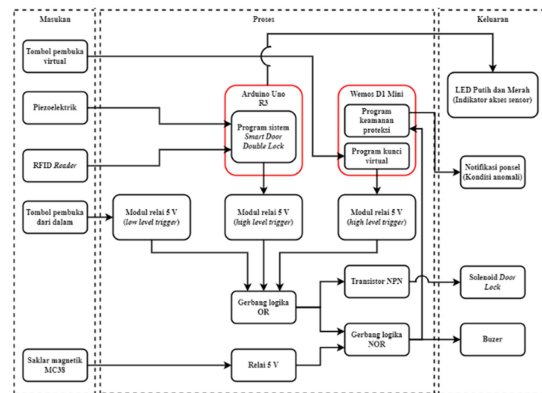
METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dalam tiga tahapan, perencanaan dan perancangan sistem, pembangunan prototipe, dan pengujian sistem.

A. Tahap Perancangan Sistem *Smart Door Double Lock*

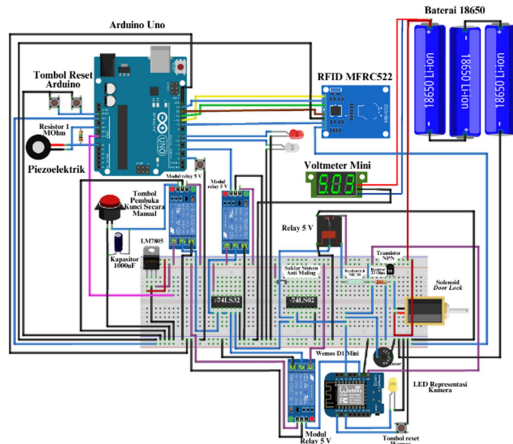
Sebelum melakukan penelitian, peneliti membuat desain sistem berdasarkan informasi yang telah didapatkan dari studi pustaka. Desain sistem yang dibuat mencakup diagram blok, diagram pengkabelan, desain prototipe 3D menggunakan *software* TinkerCAD, dan desain tampilan antarmuka teknologi IoT menggunakan *software* MIT App Inventor 2.

Diagram blok penelitian mencakup tiga bagian utama, yaitu masukan, proses, serta keluaran sistem *smart door double lock*. Pada **Gambar 1** terlihat bahwa bagian masukan memiliki lima komponen yang digunakan oleh sistem, yaitu sensor RFID, sensor piezoelektrik, tombol darurat secara virtual yang terhubung dengan teknologi IoT, tombol pembuka kunci manual, dan sensor *magnetic switch* dengan tipe saklar *normally open*. Masing-masing sinyal dari perangkat masukan diolah oleh mikrokontroler berupa Arduino Uno. Kemudian, hasil sinyal keluaran dari mikrokontroler akan masuk ke IC gerbang logika tipe TTL untuk dilakukan pengolahan logika dan diteruskan ke keluaran yang dibutuhkan. Terdapat beberapa keluaran yang digunakan dalam sistem ini, yaitu LED Hijau dan Merah sebagai indikator status masukan sensor (berhasil atau gagal menyimpan/membaca sandi pada mikrokontroler), aktuator berupa solenoid *door lock* 12 Volt sebagai pengunci pintu mekanik, *buzzer* sebagai alarm saat kondisi anomali (terjadi pembobolan), dan satu buah LED merah sebagai representasi kamera *home security detector*.



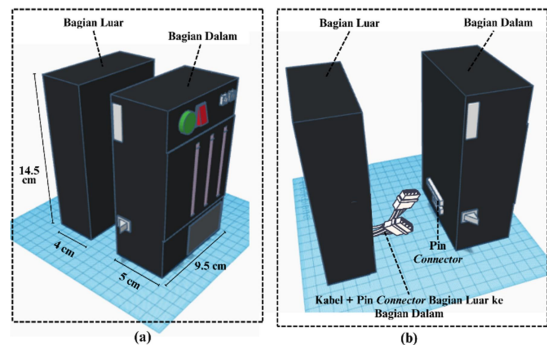
Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Diagram pengkabelan sistem *smart door double lock* dirancang untuk mempermudah melakukan pembangunan sistem. Kedua diagram tersebut memiliki fungsi yang hampir serupa, tetapi tetap ada perbedaan antara keduanya. Diagram pengkabelan sistem berfungsi untuk menunjukkan koneksi fisik antar komponen dalam rangkaian sistem, sedangkan diagram skematik berfungsi untuk menunjukkan koneksi antar komponen secara simbolis. Diagram pengkabelan sistem dapat dilihat pada **Gambar 2**.

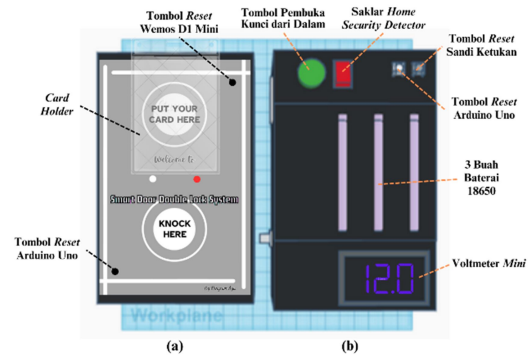


Gambar 2. Diagram Pengkabelan Sistem *Smart Door Double Lock*

Desain Prototipe 3D Sistem *Smart Door Double Lock*. Sistem *Smart Door Double Lock* dipasangkan pada prototipe berbentuk rumah dengan tipe 20/36 berskala 1:10. Satu buah LED merah yang digunakan sebagai representasi kamera diletakkan pada pintu bagian dalam rumah seperti pada. Dimensi sistem *smart door double lock* lebih detail dapat dilihat pada **Gambar 3**, sedangkan desain tampilan sistem dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 3. Dimensi Sistem *Smart Door Double Lock*, (a) Tampak Dalam Menyamping, (b) Tampak Menyamping



Gambar 4. Desain Tampilan *Smart Door Double Lock*, (a) Bagian Luar, (b) Bagian Dalam

Antarmuka teknologi IoT digunakan sebagai jembatan antara pengguna dengan sistem *smart door double lock*. Sistem ini dapat diatur atau digunakan menggunakan teknologi IoT melalui sebuah aplikasi pada *smartphone* yang dibuat melalui *website* MIT App Inventor 2. Basis data yang digunakan untuk keperluan IoT disimpan pada *webserver* berupa *cloud* Firebase. Teknologi IoT yang diterapkan memiliki beberapa bagian, seperti yang terlihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Diagram Blok Teknologi IoT *Smart Door Double Lock*

B. Tahap Pembangunan Prototipe Sistem *Smart Door Double Lock*

Pada tahap pembangunan prototipe, penelitian dapat dimulai dengan membuat sistem irama ketukan pada piezoelektrik, mengintegrasikan RFID tag (kartu Mifare Classic 1K), e-KTP, dan keychain) dengan RFID reader, sistem *home security detector*, dan teknologi IoT sebagai sistem *home security detector* dan tombol pembuka *emergency*. Setelah semua sistem dibuat, selanjutnya dilakukan penggabungan menjadi sistem akhir berupa prototipe *smart door double lock* berbasis IoT menggunakan sensor RFID dan piezoelektrik.

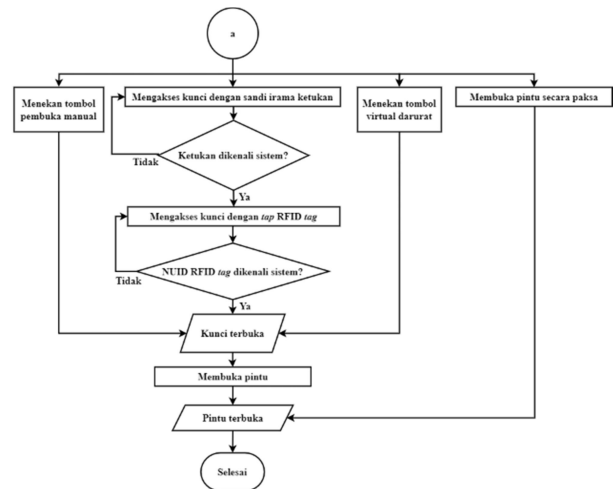
C. Tahap Pengujian Sistem *Smart Door Double Lock*

Guna mengetahui tingkat keberhasilan sistem *smart door double lock*, dilakukan tahap pengujian atau karakterisasi. Karakterisasi yang dilakukan berupa karakterisasi statis. Hal ini dikarenakan sistem *smart door double lock*

memiliki masukan yang konstan dengan harus menyesuaikan kode ketukan sandi dan alamat RFID tag yang telah tersimpan pada sistem. Karakteristik statis terdiri atas kalibrasi, ketelitian (akurasi), ketepatan (presisi), kepekaan, jangkauan (*rangeability*), dan kesalahan (*error*) [5]. Karakterisasi sistem yang diuji pada penelitian ini meliputi akurasi, presisi, dan *error*.

Diagram Alir Sistem Smart Door Double Lock

Smart door double lock bekerja secara sistematis seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 6**. Ketika sistem diaktifkan, pengguna dapat mulai mengakses kunci dengan sandi irama ketukan. Jika sandi yang dimasukkan benar, pengguna dapat mengakses kunci kedua yaitu melakukan tap kartu NUID RFID pada RFID reader. Jika kartu yang di-tap pengguna telah terdaftar pada sistem, kunci pintu dapat otomatis terbuka dengan aman. *Smart door double lock* juga dilengkapi dengan sistem *smart home detector* yang dapat mendeteksi adanya pembobolan (terbuka, tetapi tidak melalui serangkaian cara akses) dan dapat mengirimkan notifikasi terjadinya pembobolan pada sistem kepada ponsel pengguna menggunakan teknologi IoT.



Gambar 6. Diagram Alir Sistem *Smart Door Double Lock*

HASIL DAN PEMBAHASAN

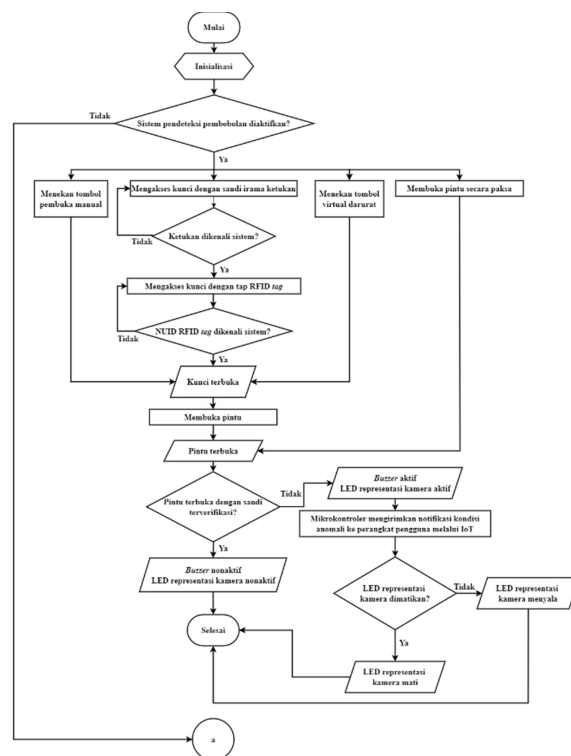
A. Hasil Fisik Sistem *Smart Door Double Lock* dan Prototipe Rumah

Sistem *smart door double lock* telah berhasil dibuat dalam dua bagian, yaitu bagian luar dan bagian dalam. Bagian luar sistem memiliki dimensi 14,5 cm × 4 cm × 9,5 cm, sedangkan bagian dalam sistem memiliki dimensi 14,5 cm × 5 cm × 9,5 cm. Masing-masing bagian sistem memiliki penampang sebagai antarmuka pada pengguna.

B. Pengujian Hardware Sistem Smart Door Double Lock

Pengujian Sensor Piezoelektrik

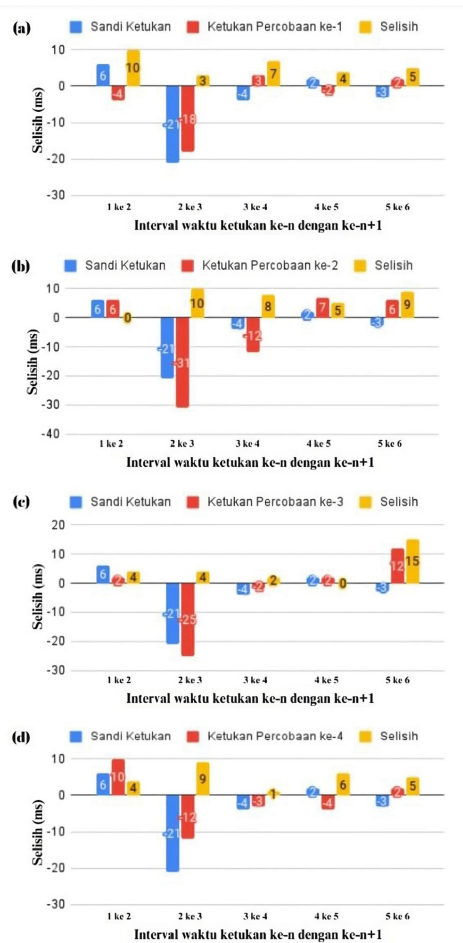
Pengujian batas toleransi tempo dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh toleransi selisih ketukan pada sistem. **Gambar 7** menunjukkan hasil pengujian selisih interval waktu antara ketukan pada setiap pengulangan percobaan. Data ketukan pada setiap pengulangan selanjutnya dicocokkan dengan ketukan pada sandi yang telah ditetapkan sebelumnya. Dari delapan kali percobaan, telah dilakukan dua macam variasi uji akses, yaitu memasukkan empat kali sandi ketukan dengan benar untuk mendapatkan hasil akses berhasil dan memasukkan empat kali sandi ketukan salah untuk mendapatkan hasil akses gagal.



		Interval Waktu Ketukan (ms)					Lampu Indikator Kunci	Kesimpulan Akses
		1 ke 2	2 ke 3	3 ke 4	4 ke 5	5 ke 6		
Sandi ketukan tersimpan		54	48	69	73	71	74	--
Ketukan percobaan 1	Benar	57	61	79	76	78	76	Menyala Berhasil
Ketukan percobaan 2	Benar	49	43	74	86	79	73	Menyala Berhasil
Ketukan percobaan 3	Benar	58	56	81	83	81	69	Menyala Berhasil
Ketukan percobaan 4	Benar	41	31	43	46	50	48	Menyala Berhasil
Ketukan percobaan 5	Salah	47	61	28	25	75	61	Mati Gagal
Ketukan percobaan 6	Salah	94	26	26	87	23	54	Mati Gagal
Ketukan percobaan 7	Salah	45	50	85	73	62	18	Mati Gagal
Ketukan percobaan 8	Salah	45	33	49	19	18	41	Mati Gagal

Gambar 7. Pengujian Batas Toleransi Tempo (Tempo Irama Balonku Ada Lima)

Masing-masing variasi uji akses selanjutnya dianalisis untuk mengetahui kesesuaian batas toleransi interval waktu ketukan yang telah ditetapkan pada pemrograman sistem dan realitas kerja sistem. Analisis toleransi tempo ketukan dilakukan dengan cara mencari terlebih dahulu jarak waktu dari masing-masing interval ketukan (ketukan 1 ke 2, 2 ke 3, dan seterusnya). Nilai pada perhitungan jarak waktu dapat berupa angka negatif karena tipe data yang digunakan pada pemrograman sistem untuk variabel waktu tersebut merupakan bilangan bulat. Setelah jarak interval ketukan sandi yang ditetapkan dan jarak interval ketukan pengulangan percobaan didapatkan, kedua rangkaian data tersebut dapat dihitung nilai selisihnya seperti pada seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan Selisih Interval Waktu Akses Berhasil antara Sandi Tersimpan dan Ketukan Percobaan ke-n, (a) Percobaan ke-1, (b) Percobaan ke-2, (c) Percobaan ke-3, (d) Percobaan ke-4

Grafik-grafik pada Gambar 8 menunjukkan nilai selisih untuk akses ‘Berhasil’ berada pada rentang 0-15 ms. Data tersebut menunjukkan bahwa sistem kunci sensor piezoelektrik sudah berjalan sesuai perintah yang ditetapkan pada pemrograman sebelumnya yang bernilai 25 ms seperti pada Gambar 9 sehingga semua variasi selisih dinyatakan gagal ketika terdapat selisih yang bernilai lebih dari atau sama dengan 25 ms.

```
const int rejectValue = 25;
```

Gambar 9. Batas Toleransi Interval Ketukan Sensor Piezoelektrik pada Pemrograman Arduino Uno

Hasil pengujian menunjukkan bahwa dari delapan kali percobaan, semua lampu indikator kunci berhasil menyala. Itu berarti tidak semua akses kunci dapat dinyatakan berhasil terbaca. Dengan demikian, persentase error, akurasi, dan presisi dari pengujian ini adalah 0%, 100%, dan

100% sehingga sensor piezoelektrik yang telah terintegrasi oleh program sandi ketukan pada mikrokontroler dapat masuk ke dalam kategori sangat baik.

Pengujian Sensor RFID

Uji rentang pembacaan dilakukan untuk mengetahui apakah sensor RFID reader sudah dapat bekerja dengan baik dan seberapa jauh jangkauan pembacaan RFID reader. Pengujian dilakukan menggunakan tiga jenis RFID tag yang berbeda, yaitu *keychain*, kartu MiFare, dan E-KTP. Jarak pengujian yang ditetapkan adalah 0 cm sampai 5 cm dengan hasil berupa ketiga jenis RFID tag memiliki jarak maksimum pembacaan yang berbeda. Jarak terjauh yang dapat dibaca RFID reader jenis kartu Mifare sejauh 4,5 cm; *keychain* sejauh 2,5 cm; dan E-KTP sejauh 1 cm sehingga dapat disimpulkan bahwa agar sistem *smart door double lock* dapat berfungsi dengan baik menggunakan ketiga jenis RFID tag, jarak terbaik antara RFID reader dan tag dibuat kurang dari atau sama dengan 1 cm. Selanjutnya dilakukan uji validasi akses untuk mengetahui apakah sistem kunci digital menggunakan RFID sudah berjalan dengan baik Hasil pengujian validasi akses dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Uji Validasi Akses

Jarak Pembacaan = 1 cm						
No	Jenis Tag	Status Pendaftaran	Status Lampu Indikator		Keterangan Akses	Status Validasi Akses
			Merah	Putih		
1.	Mifare 1	Terdaftar	Mati	Menyal	Berhasil	Valid
2.	E-KTP 1 (D*S*)	Terdaftar	Mati	Menyal	Berhasil	Valid
3.	E-KTP 3 (F*I**H)	Terdaftar	Mati	Menyal	Berhasil	Valid
4.	<i>Keychain</i>	Tidak Terdaftar	Menyal	Mati	Gagal	Valid
5.	Mifare 2	Tidak Terdaftar	Menyal	Mati	Gagal	Valid
6.	E-KTP 2 (A*T***A)	Tidak Terdaftar	Menyal	Mati	Gagal	Valid
7.	E-KTP 4 (H*S*I)	Tidak Terdaftar	Menyal	Mati	Gagal	Valid
8.	E-KTP 5 (W*N*I)	Tidak Terdaftar	Menyal	Mati	Gagal	Valid
Error						0%
Akurasi						100%
Presisi						100%

Ketika digunakan RFID tag dengan NUID (*Number Unique ID*) yang tidak terdaftar, sistem akan menolak akses yang ditandai dengan menyalanya LED berwarna merah, sedangkan ketika digunakan RFID tag dengan NUID yang telah terdaftar sebelumnya, sistem akan menerima akses yang ditandai dengan menyalanya LED putih. Dari delapan kali percobaan telah didapatkan hasil yang sesuai. RFID reader dapat merespon seluruh sampel tag

dengan baik dan sistem dapat merespon seluruh sampel tag sesuai dengan program yang ditanamkan pada mikrokontroler sehingga sensor RFID yang telah terintegrasi oleh program RFID pada mikrokontroler dapat masuk ke dalam kategori sangat baik.

Pengujian Saklar Magnetik (MC38)

Pengujian saklar MC38 dilakukan untuk mengetahui jenis saklar pada MC38 dan memastikan bahwa saklar dapat bekerja dengan baik. Total sebanyak 8 kali dengan dua macam variasi, yaitu pengujian dari jarak 0 cm sampai dengan 2 cm dan pengujian dari jarak 2 cm ke 0 cm.

Pengujian Akhir Sistem Smart Door Double Lock

Pengujian akhir akses sistem kunci digital dilakukan untuk mengetahui besar karakteristik statis sistem dalam membaca masukan berupa kombinasi dari sandi ketukan dan tap RFID tag. Pengujian dilakukan dengan cara mengetukkan sandi ketukan dan melakukan tap RFID tag pada sistem dengan pengulangan sebanyak sepuluh kali. Uji akses ini dilakukan dengan dua macam variasi, yaitu uji tanpa menekan tombol reset sistem setiap kali akan melakukan pengulangan pembacaan, dan uji dengan selalu menekan tombol reset sistem ketika akan melakukan pengulangan pembacaan. Dari hasil percobaan didapatkan persentase akurasi dan presisi sistem *smart door double lock* sebesar 100% pada kedua variasi.

Des	Masukan					Keluaran		
	A	B	C	D	A + B + C (OR) X	Hasil Kondisi Nyata Kunci Digital	Y + D (NOR) Z	Hasil Kondisi Nyata Home Security Detector
					X	Z	Home Security Detector	
0	0	0	0	0	0	Tertutup	1	Aktif
1	0	0	0	1	0	Tertutup	0	Tidak Aktif
2	0	0	1	0	1	Terbuka	0	Tidak Aktif
3	0	0	1	1	1	Terbuka	0	Tidak Aktif
4	0	1	0	0	1	Terbuka	0	Tidak Aktif
5	0	1	0	1	1	Terbuka	0	Tidak Aktif
6	0	1	1	0	1	Terbuka	0	Tidak Aktif
7	0	1	1	1	1	Terbuka	0	Tidak Aktif
8	1	0	0	0	1	Terbuka	0	Tidak Aktif
9	1	0	0	1	1	Terbuka	0	Tidak Aktif
10	1	0	1	0	1	Terbuka	0	Tidak Aktif
11	1	0	1	1	1	Terbuka	0	Tidak Aktif
12	1	1	0	0	1	Terbuka	0	Tidak Aktif
13	1	1	0	1	1	Terbuka	0	Tidak Aktif
14	1	1	1	0	1	Terbuka	0	Tidak Aktif
15	1	1	1	1	1	Terbuka	0	Tidak Aktif
Error						0%		
Akurasi						100%		
Presisi						100%		

Gambar 10. Pengujian Tabel Kebenaran Sistem *Smart Door Double Lock* Gambar 10 terlihat bahwa kunci digital dapat terbuka ketika salah satu atau ketiga jenis pembuka kunci berhasil diakses (berlogika 1). Ketika tidak ada satupun pembuka kunci yang terakses, maka kunci pintu

tidak dapat terbuka, sedangkan sistem *home security detector* dapat aktif jika dan hanya jika saklar MC38 mendeteksi adanya pergerakan pintu dari tertutup menjadi terbuka (berlogika 1).

Pengujian Tegangan dan Daya Sistem Smart Door Double Lock

Pengujian rentang tegangan kerja sistem dilakukan untuk mengetahui rentang tegangan dari maksimum hingga minimum agar sistem dapat bekerja. Tegangan kerja pada solenoid *door lock* sangat penting untuk dijadikan batas maksimum tegangan dari sistem *smart door double lock* agar sistem dapat tetap aman dalam bekerja. Hal tersebut dikarenakan komponen solenoid *door lock* merupakan komponen yang membutuhkan tegangan terbesar pada sistem yaitu sebesar 12 V, sehingga tegangan tertinggi pada sistem ini ditetapkan di batas 12 V, sedangkan tegangan minimum sistem dapat didapatkan dari hasil pengujian rentang tegangan sistem yang telah dilakukan yaitu sebesar 10,5 V.

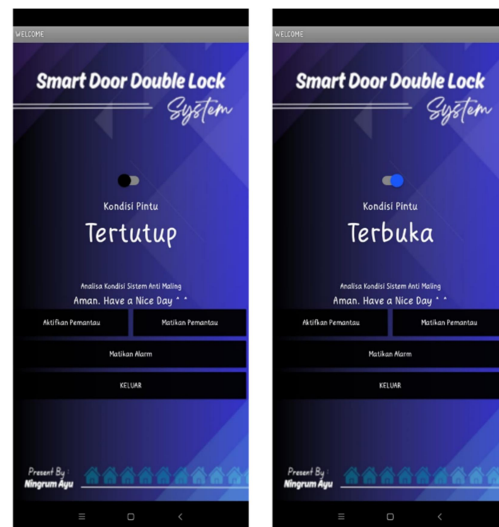
Selanjutnya dilakukan pengujian daya listrik sistem. Pengujian ini dilakukan untuk dapat mengetahui besarnya konsumsi daya yang digunakan oleh sistem ketika sedang aktif dengan cara mencatu daya sistem menggunakan *power supply* 12 V, lalu mengukur nilai arus dan tegangan menggunakan voltmeter dan amperemeter. Agar mendapatkan data yang lebih spesifik, pengujian diklasifikasikan menjadi empat skema kondisi berbeda, yaitu kondisi ketika sistem *home security detector* aktif dan pintu tertutup, ketika *sistem home security detector* aktif dan pintu terbuka, ketika *sistem home security detector* tidak aktif dan pintu tertutup, dan ketika *sistem home security detector* tidak aktif dan pintu terbuka. Masing-masing skema diuji berdasarkan tiga jenis akses kunci, yaitu akses melalui rangkaian sensor, melalui tombol virtual, dan melalui tombol manual.

Pengujian arus dan tegangan sistem dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya listrik yang dibutuhkan oleh sistem agar dapat aktif bekerja. Dari data hasil pengujian ketika kondisi solenoid *door lock* aktif, diketahui bahwa daya listrik yang dibutuhkan oleh sistem ketika sedang membuka kunci selama ± 6 detik berada pada rentang 6,960 W sampai 8,016 W, sedangkan ketika sistem berada pada kondisi aktif *stand by* (sistem aktif,

tetapi solenoid *door lock* tidak dalam kondisi aktif), sistem membutuhkan daya listrik pada rentang 1,788 W sampai 2,652 W.

Pengujian Software Sistem Smart Door Double Lock

Aktuator pengunci berupa solenoid *door lock* pada sistem dapat juga dikontrol menggunakan aplikasi berbasis android yang dibuat melalui *website* MIT App Inventor 2. Pada aplikasi ini, terdapat beberapa tombol yang dapat diakses oleh pengguna, di antaranya yaitu saklar pembuka kunci secara virtual, tombol untuk mengaktifkan dan mematikan LED representasi kamera, dan juga tombol mematikan alarm seperti pada **Gambar 11**. Selain itu, pengguna juga dapat mengetahui hasil *home security detector* melalui aplikasi ini. Ketika kondisi anomali terjadi, aplikasi berhasil membunyikan alarm berupa suara peringatan bahwa sedang terjadi kondisi anomali dan memunculkan notifikasi kondisi anomali yang terdapat tombol bertuliskan “Tindakan Lanjut” seperti pada **Gambar 12** dan memunculkan suara alarm peringatan pada ponsel pengguna. Ketika tombol tersebut ditekan, aplikasi akan otomatis terbuka dan pengguna dapat memutuskan tindakan lebih lanjut seperti mematikan alarm atau mematikan LED representasi kamera.



Gambar 11. Antarmuka Aplikasi *Smart Door Double Lock System*



Gambar 12. Notifikasi Kondisi Anomali

Berdasarkan **Gambar 10** dapat diketahui data hasil pengujian sistem akhir dengan menggunakan total 16 kombinasi dari 4 masukan, 8 di antaranya merupakan data akses ketika menggunakan tombol virtual IoT (masukan B). Dari data tersebut dapat dilihat bahwa seluruh kondisi nyata pada kunci digital dapat terbuka ketika masukan B berlogika 1 atau aktif. **Gambar 13** menunjukkan percobaan ketika beberapa kombinasi masukan dilakukan pengujian.



Gambar 13. Pengujian Kombinasi Masukan (a) Logika 0000, (b) Logika 0100, (c) Logika 0001

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian rancang bangun *smart door double lock* dengan *home security detector* berbasis IoT menggunakan sensor RFID dan piezoelektrik didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Rancang bangun sistem *smart door double lock* menggunakan sensor RFID dan piezoelektrik dengan *home security detector* berbasis IoT telah berhasil dibuat dan dapat berfungsi dengan baik karena hasil pengujian akurasi dan presisi masuk ke dalam kategori sangat baik.
2. Sistem *smart door double lock* menggunakan sensor RFID dan piezoelektrik dengan *home security detector* berbasis IoT memiliki karakteristik berupa: nilai *error* sistem ketika dijalankan tanpa menekan tombol reset dan ketika dengan menekan tombol reset sebelum mengakses kunci sebesar 0% sedangkan nilai akurasi dan presisinya didapatkan nilai sebesar 100%. Kebutuhan daya listrik dalam kondisi aktif *stand by* sebesar 1,788 W – 2,652 W, dan kebutuhan daya listrik ketika sistem aktif bekerja selama ± 6 detik sebesar 6,960 W – 8,016 W.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada seluruh dosen dan staf jurusan Fisika Universitas Jenderal Soedirman yang telah membantu peneliti dalam melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. A. Putra and E. Fitriani, "Rancang Bangun pengaman Pintu Otomatis Dengan RFID (Radio Frequency Identification) Dan Sensor Piezoelektrik Menggunakan Arduino Uno," *Bina Darma Conference on Engineering Science*, vol. 2, no. 1, pp. 92–102, 2020.
- [2] R. M. E. Tama, H. Hermawan, and H. Pratiwi, "Rancang Bangun Sistem Kunci Pintu Digital Berbasis Arduino Mega 2560," *Widyakala*, vol. 5, no. 2, pp. 137–145, 2018, doi: <https://doi.org/10.36262/widyakala.v5i2.83>.
- [3] S. Kaya, E. A. Ayyıldız, and M. Ayyıldız, "SMART DOOR LOCK DESIGN WITH

- INTERNET OF THINGS,” *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, vol. 6, no. 2, pp. 201–206, 2022, doi: 10.46519/ij3dptdi.1074468.
- [4] C. Gunawan and T. N. Nizar, “Perancangan Sistem Kontrol dan Monitor Kunci Pintu Cerdas (Smart Lock) menggunakan Internet,” *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, vol. 8, no. 1, pp. 1–7, 2019.
- [5] A. Nugraha and M. N. Ramadhan, *Buku Ajar Pengukuran Teknik dan Instrumentasi HMKK314*. 2018. [Online]. Available: https://mesin.ulm.ac.id/assets/dist/bahan/Pengukuran_Teknik_dan_Instrumentasi1.pdf