

Sistem Keamanan pada Loker Berbasis *Internet of Things*

Farhan Fajar Luthfi¹, Dwi Marisa Midyanti², dan Suhardi³

^{1,2,3} Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura

farhanfajarluthfi@student.untan.ac.id, dwi.marisa@siskom.untan.ac.id, suhardi@siskom.untan.ac.id

Correspondent Author : farhanfajarluthfi@student.untan.ac.id

Abstract — The locker security system made in this study can open and lock the locker door digitally with control through an Android application. The Android application is connected to the NodeMCU ESP32 via Firebase and the internet network. Based on the tests that have been carried out on The Internet of Things-Based Locker Security System, it was found that the system successfully opened and locked the locker door using a solenoid door lock through an Android application which was secured by a 4-digit PIN with an access distance of 15 meters and successfully send notifications on the application with an average lag time 23.52 seconds and activate the buzzer with an average lag time 20.76 seconds.

Keyword — Android, Internet of Things, Locker, NodeMCU ESP32, Solenoid Door Lock.

Abstrak — Sistem keamanan pada loker yang dibuat pada penelitian ini dapat membuka serta mengunci pintu loker secara digital dengan kendali melalui aplikasi Android. Aplikasi Android terhubung dengan NodeMCU ESP32 melalui Firebase dan jaringan internet. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap Sistem Keamanan pada Loker Berbasis *Internet of Things* ini, didapatkan sistem berhasil membuka dan mengunci pintu loker menggunakan *solenoid door lock* melalui aplikasi Android yang diamankan dengan 4 digit PIN dengan jarak akses 15 meter, serta berhasil mengirim notifikasi pada aplikasi dengan rata-rata jeda waktu 23,52 detik dan mengaktifkan *buzzer* dengan rata-rata jeda waktu 20,76 detik.

Kata kunci — Android, *Internet of Things*, Loker, NodeMCU ESP32, *Solenoid Door Lock*.

I. PENDAHULUAN

Loker merupakan lemari yang dilengkapi dengan kunci dan digunakan untuk keperluan penyimpanan. Loker juga merupakan fasilitas tempat penitipan barang yang biasanya ditempatkan pada tempat umum seperti pusat perbelanjaan, tempat berolahraga, sekolah, serta kampus maupun tempat umum lainnya. Sistem penitipan barang pada umumnya dilakukan dengan cara meminjam anak kunci pada loker yang akan digunakan dan bentuk dari anak kunci loker tersebut masih seperti kunci pintu atau lemari pada umumnya. Contoh lainnya yang sering dijumpai pada sistem penitipan barang adalah dengan mendapatkan sebuah kartu pengenalan yang berguna untuk mengambil barang yang akan dititipkan dan menitipkan barang kepada petugas yang kemudian barang titipan tersebut hanya diletakkan di rak terbuka.

Cara konvensional seperti ini sangat rentan keamanannya, dikarenakan adanya risiko penggandaan anak kunci pada loker tersebut oleh oknum yang tidak bertanggung jawab. Oleh karena itu, dilakukan penelitian serta pembuatan sistem yang diperlukan untuk pengamanan yang lebih baik.

Penelitian yang terkait dengan pengembangan sistem keamanan, pernah dilakukan dengan penerapan *smart lock door* [1]. Pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP12E, RFID, sensor magnetik MC38, *relay*, *solenoid door lock*, dan *buzzer* yang berfungsi dengan baik sebagai alat otentikasi untuk mengakses dan mendeteksi akses pintu *illegal* yang dibuka secara paksa tanpa otentikasi. *Monitoring* terhadap aktivitas pembukaan pintu dan peringatan terhadap akses pintu *illegal* dapat dilihat pada *website* yang dapat diakses dari mana saja dan kapan saja, dengan syarat telah terdaftar pada sistem dan melakukan *login* pada *website*. Peringatan terhadap akses *illegal* berupa bunyi dari *buzzer* berfungsi dengan baik. Begitu juga dengan peringatan melalui *email*, *email* peringatan terkirim dan berada pada kotak masuk secara *real time* atau pada saat itu juga.

Penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan sistem keamanan pernah dilakukan dengan menggunakan NodeMCU berbasis Android [2]. Penelitian ini dihasilkan alat yang dapat dikonfigurasi untuk mengontrol aktivasi sistem keamanan rumah berupa notifikasi dan mengirim data ke basis data yang dapat diakses melalui ponsel pintar berbasis Android jika terjadi sesuatu yang tidak terduga seperti pencurian maka *buzzer* akan berbunyi sebagai indikasi bahwa pintu telah dibuka paksa dan notifikasi akan muncul di aplikasi untuk memperingatkan. Sistem keamanan rumah ini menggunakan teknologi ponsel pintar berbasis Android, *buzzer* dan *magnetic door switch sensor* sebagai pendeteksinya. Sistem keamanan rumah ini diolah dalam sebuah mikrokontroler NodeMCU.

Penelitian lainnya yang berkaitan dengan sistem keamanan pada loker pernah dilakukan [3]. Penelitian ini berkaitan dengan pembuatan loker pengaman ganda dengan tujuan mengatasi masalah keamanan barang bagi pelanggan dan pemilik toko. Loker dengan sistem keamanan ganda menggunakan *keypad* dan RFID sebagai kode akses, layar LCD untuk menampilkan urutan penggunaan alat, LED sebagai indikator, dan Arduino UNO sebagai pengontrol

dan pengolah data. Sistem pengaman loker dibagi menjadi dua, yaitu sandi PIN dan sandi PIN dengan identifikasi RFID. *Prototype Smart Locker* dengan panjang 90 sentimeter, lebar 50 sentimeter, dan tinggi 45 sentimeter dapat terbuka secara otomatis jika kode akses PIN dan RFID teridentifikasi dengan basis data. RFID tag dapat dibaca oleh RFID reader pada jarak kurang dari 5 sentimeter dengan akurasi 90% dan akan diatur ulang jika kode akses PIN dan data RFID tidak cocok.

Sebagai solusi dari permasalahan yang ada, maka dilakukan pembuatan sistem penguncian loker ke arah digital dengan kendali melalui aplikasi Android. Sistem penguncian secara digital dapat meminimalisir risiko penggandaan anak kunci pada loker oleh oknum yang tidak bertanggung jawab. Berdasarkan hal tersebut dan merujuk dari hasil penelitian sebelumnya, maka dilakukan penelitian dengan judul "Sistem Keamanan pada Loker Berbasis *Internet of Things*". Sistem ini dapat meningkatkan keamanan yang lebih baik dibandingkan dengan tempat penitipan barang konvensional.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Internet of Things*

Internet of Things (IoT) adalah jaringan yang menghubungkan objek yang berbeda dengan pengenalan dan alamat IP, sehingga dapat berkomunikasi satu sama lain dan bertukar informasi tentang diri dirinya maupun dengan lingkungan yang diindranya. Objek dalam IoT dapat menggunakan atau menghasilkan layanan dan bekerja sama untuk mencapai tujuan bersama [4].

B. *Android*

Android merupakan sistem operasi dan platform pemrograman yang dikembangkan oleh Google untuk ponsel cerdas dan perangkat seluler lainnya (seperti tablet). Android dapat berjalan di beberapa macam perangkat dari banyak produsen yang berbeda. Android menyertakan kit pengembangan perangkat lunak untuk menulis kode asli dan merakit modul perangkat lunak untuk membuat aplikasi bagi pengguna Android. Android juga menyediakan pasar untuk distribusi aplikasi. Aplikasi Android dikembangkan untuk berbagai alasan yaitu, termasuk memenuhi kebutuhan bisnis, membuat layanan baru, membangun bisnis baru, dan menyediakan game dan jenis konten lainnya kepada pengguna. Pengembang memilih untuk mengembangkan Android agar dapat menjangkau sebagian besar pengguna seluler [5].

C. *Euclidean Distance*

Euclidean distance adalah perhitungan jarak antara dua titik dalam ruang *euclidean* untuk mempelajari hubungan antara sudut dan jarak. *Euclidean* terkait dengan teorema *pythagoras*. Perhitungan *euclidean distance* pada dua dimensi digunakan untuk mengukur jarak dalam garis lintang dan garis bujur [6]. Berikut adalah rumus

perhitungan *euclidean distance*, dapat dilihat pada Persamaan 1.

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (1)$$

Keterangan:

d_{ij} = jarak antara lokasi i ke lokasi j

x_i = koordinat lintang ke-i

x_j = koordinat lintang ke-j

y_i = koordinat bujur ke-i

y_j = koordinat bujur ke-j

D. *NodeMCU ESP32*

NodeMCU merupakan sebuah mikrokontrol yang memiliki fungsi yang lebih lengkap dibandingkan dengan mikrokontrol lain seperti Arduino maupun NodeMCU ESP8266. Mikrokontrol ini memiliki lebih banyak pin input dan output yang dapat digunakan dan mempermudah untuk membuat sebuah sistem yang menggunakan banyak pin. Selain itu juga dilengkapi dengan *wi-fi* yang memiliki kecepatan lebih dan sebuah Bluetooth *low energy dual mode*, sehingga untuk membuat alat yang memerlukan adanya peran *wi-fi* atau Bluetooth tidak perlu menggunakan komponen tambahan sehingga tidak memakan banyak ruang dan tentunya hemat biaya [7].

E. *Solenoid Door Lock*

Solenoid door lock adalah sebuah pengaman pintu yang memanfaatkan solenoid untuk membuka dan mengunci pintu secara elektronik. Solenoid adalah sebuah kumparan elektromagnet yang dirancang secara khusus yang bekerja pada tegangan 12Vdc. Sistem kerja solenoid yaitu pada saat arus mengalir kawat pada solenoid, disekitar kawat akan menghasilkan medan magnet yang difungsikan untuk penggerak kunci otomatis [3].

F. *Sensor Magnetic Switch*

Sensor magnet juga dikenal sebagai *relay* buluh, adalah perangkat yang akan terpengaruh oleh medan magnet dan mengubah keadaan output. Layaknya seperti sakelar dua kondisi (*on/off*) yang dikendalikan oleh adanya medan magnet di sekitarnya. Biasanya sensor ini dikemas secara vakum dan bebas dari debu, kelembaban, asap atau uap [8].

G. *Buzzer*

Buzzer adalah komponen elektronik yang mengubah osilasi listrik menjadi osilasi akustik. Pada dasarnya prinsip pengoperasian *buzzer* hampir sama dengan *loud speaker*. *Buzzer* terdiri dari kumparan yang dipasang pada diafragma, kemudian kumparan tersebut diberi arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan akan tertarik ke dalam atau ke luar, tergantung arah arus dan polaritas magnet, karena kumparan dipasang pada diafragma sehingga setiap gerakan kumparan akan menyebabkan diafragma bergerak secara bolak-balik sehingga udara yang beresilasi akan menimbulkan suara. [9].

H. Modul GPS

Modul GPS adalah modul untuk mendeteksi lokasi dengan menerima dan memproses sinyal satelit. Modul ini dapat digunakan untuk membuat suatu sistem navigasi dan juga dapat digunakan untuk *tracking* lokasi.

GPS (*Global Positioning System*) itu sendiri merupakan sistem penentuan posisi di permukaan bumi dengan menggunakan sinkronisasi sinyal satelit. Sistem ini menggunakan 24 satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro ke Bumi. Sinyal ini diterima oleh alat penerima di permukaan dan digunakan untuk menentukan posisi, kecepatan, arah, dan waktu. Satelit ini milik Departemen Pertahanan Amerika Serikat, pertama kali diperkenalkan pada tahun 1978 dan pada tahun 1994 menggunakan 24 satelit. Untuk dapat mengetahui lokasi seseorang, diperlukan suatu alat yang disebut *GPS receiver*. *GPS receiver* berfungsi untuk menerima sinyal yang dikirim oleh satelit GPS. Lokasi diubah menjadi titik yang disebut *Way-point*, yang kemudian ditampilkan sebagai titik koordinat lintang dan bujur dari suatu lokasi atau lokasi seseorang dan kemudian ditampilkan pada layar peta elektronik [10].

I. Modul Relay

Relay merupakan rangkaian yang bersifat elektronik sederhana dan tersusun oleh saklar, medan elektromagnet (kawat koil), dan poros besi. Fungsi dari *relay* yaitu untuk memutuskan atau menghubungkan suatu rangkaian elektronika yang satu dengan rangkaian elektronika yang lainnya atau merupakan jenis saklar elektromagnetik. *Relay* terdiri dari *coil* dan *contact*. *Coil* adalah kumparan kawat yang menerima arus listrik, sedangkan *contact* adalah serupa sakelar yang gerakannya bergantung pada ada tidaknya arus listrik dalam kumparan. Ada 2 jenis *contact* yaitu *Normally Open* (kondisi awal sebelum aktivasi adalah *open*) dan *Normally Closed* (kondisi awal sebelum aktivasi adalah *close*) [11].

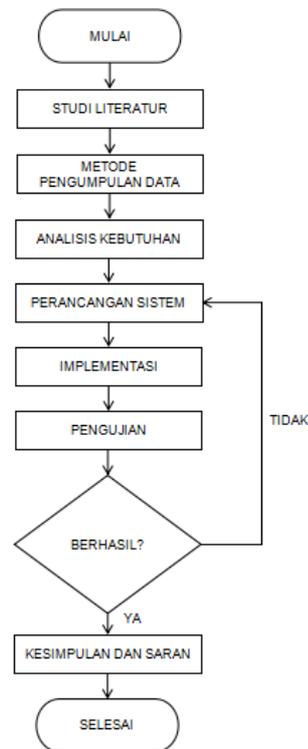
J. Loker

Lemari penyimpanan atau yang biasa disebut dengan loker merupakan tempat penyimpanan benda-benda atau tempat penyimpanan barang pribadi [12]. Loker juga dikenal sebagai lemari yang dilengkapi dengan kunci, biasanya untuk kebutuhan penyimpanan pribadi.

III. METODE PENELITIAN

Alur dari metode penelitian ini dimulai dari studi literatur yang dilakukan dengan mencari berbagai referensi pendukung melalui berbagai sumber seperti buku, jurnal, skripsi, dan sumber lainnya. Kemudian dilakukan pengumpulan data dengan metode observasi serta melakukan analisis kebutuhan untuk mendukung tahapan perancangan. Setelah itu, dilanjutkan dengan implementasi dan pengujian. Apabila pengujian berhasil, maka diteruskan pada tahap akhir yaitu penarikan kesimpulan dan saran. Namun jika pengujian tidak berhasil, maka dilakukan

tahapan perancangan kembali. Alur penelitian yang dilakukan meliputi diagram alir penelitian seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Sistem

Pada tahap ini membahas implementasi dari Sistem Keamanan Pada Loker Berbasis *Internet of Things*. Implementasi sistem ini dibagi menjadi dua yaitu, Implementasi Perangkat Keras dan Implementasi Aplikasi.

1. Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras sistem keamanan pada loker merupakan implementasi perakitan komponen yang dibutuhkan oleh sistem berkaitan dengan perancangan yang telah dilakukan. Pada bagian ini akan dibahas mengenai implementasi Sistem Penguncian pada Loker, implementasi Sistem Notifikasi pada Loker, implementasi Sistem Deteksi Lokasi pada Loker, dan implementasi dari Loker.

1.1 Sistem Penguncian pada Loker

Komponen yang terdapat dalam sistem penguncian pada loker adalah NodeMCU ESP32, modul *relay dual channel*, *solenoid door lock*, dan catu daya 12V. Setiap NodeMCU ESP32 terhubung dengan satu modul *relay dual channel*, dua *solenoid door lock*, dan satu catu daya 12V. Hasil implementasi sistem penguncian pada loker dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sistem penguncian pada loker

1.2 Sistem Notifikasi pada Loker

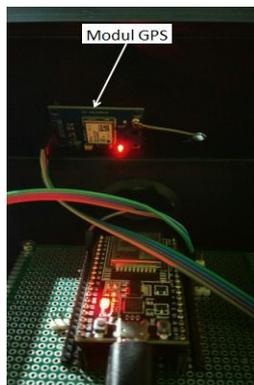
Komponen yang terdapat dalam sistem notifikasi pada loker adalah NodeMCU ESP32, sensor *magnetic switch*, *buzzer*, dan catu daya 5V. Setiap NodeMCU ESP32 terhubung dengan dua sensor *magnetic switch*, dua *buzzer*, dan satu catu daya 5V. Hasil implementasi sistem notifikasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Sistem notifikasi pada loker

1.3 Sistem Deteksi Lokasi pada Loker

Komponen yang terdapat dalam sistem deteksi lokasi pada loker adalah NodeMCU ESP32, modul GPS, dan catu daya 5V. Modul GPS berfungsi memberikan titik lokasi loker yang kemudian dihitung dan diproses menggunakan rumus *euclidean distance* pada aplikasi Android guna memberikan batas wilayah akses. Hasil implementasi sistem deteksi lokasi pada loker dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Sistem deteksi lokasi pada loker

1.4 Loker

Komponen yang terdapat dalam sistem keamanan loker ini adalah tiga NodeMCU ESP32 dan tiga modul *relay dual channel* diletakkan di bagian belakang dari loker. Satu NodeMCU ESP32 dan satu modul GPS diletakkan di bagian atas dari loker. Komponen perangkat keras seperti *solenoid door lock* dan sensor *magnetic switch* diletakkan pada bagian daun pintu dari loker. Untuk komponen perangkat keras lainnya diletakkan di bagian dalam laci penyimpanan pada loker. Hasil implementasi loker dapat dilihat pada Gambar 5 dan pada Gambar 6.



Gambar 5. Loker tampak depan



Gambar 6. Loker tampak belakang

2. Implementasi Aplikasi

Implementasi aplikasi sistem keamanan pada loker merupakan implementasi dari hasil rancangan yang telah

dilakukan. Implementasi aplikasi membahas mengenai implementasi dari halaman yang terdapat di dalam aplikasi seperti, Halaman Utama Aplikasi *User*, Halaman Titip Barang, dan Halaman Ambil Barang.

2.1 Halaman Utama Aplikasi *User*

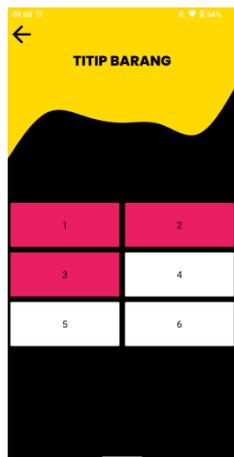
Untuk halaman utama aplikasi *user* terdapat tiga menu yaitu profil, titip barang, dan ambil barang. Tampilan dari halaman utama aplikasi *user* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Halaman utama aplikasi *user*

2.2 Halaman Titip Barang

Halaman titip barang ini menampilkan pintu pada loker yang tersedia dan pintu pada loker yang sedang digunakan. Loker yang tersedia berwarna putih dan ketika ditekan akan diminta untuk mengisikan 4 digit PIN yang diinginkan, untuk membuka dan mengunci pintu loker. Untuk loker yang sedang digunakan berwarna merah dan tidak bisa untuk dipilih. Tampilan dari halaman titip barang dapat dilihat pada Gambar 8.

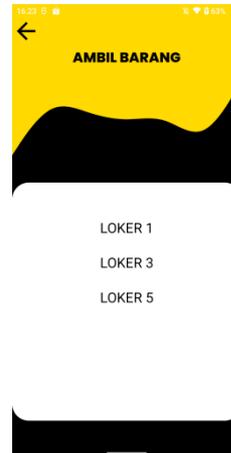


Gambar 8. Halaman titip barang

2.3 Halaman Ambil Barang

Halaman ambil barang ini menampilkan daftar pintu loker yang sedang *user* gunakan. Untuk mengambil barang yang sudah *user* titipkan dengan cara, menekan daftar tersebut dan mengisikan kembali 4 digit PIN yang telah *user*

gunakan sebelumnya pada saat menitipkan barang, guna membuka dan mengunci pintu loker Tampilan dari halaman ambil barang dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Halaman ambil barang

B. Pengujian

Setelah berhasil melakukan proses implementasi maka tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian sistem. Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat berfungsi dengan baik dan menghasilkan keluaran sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Pengujian sistem ini dilakukan pada perangkat keras maupun perangkat lunak.

1. Membuka dan Mengunci Pintu Loker

Pada pengujian mengunci dan membuka kunci pintu loker, aplikasi akan memvalidasi 4 digit PIN sebelum melakukan aktivitas membuka dan mengunci pintu loker pada halaman ambil barang. Pada pengujian mengunci dan membuka kunci pintu loker dilakukan sebanyak sepuluh kali pada setiap pintu loker. Pintu loker yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah enam pintu loker. Berdasarkan dari pengujian, didapatkan sistem berhasil untuk membuka dan mengunci semua pintu pada loker yang dapat dilihat pada Tabel 1.

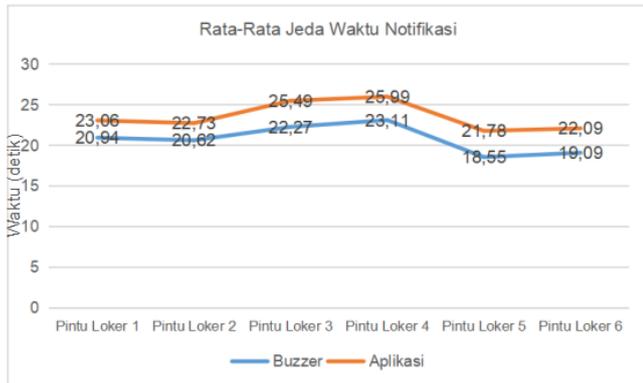
TABEL I
PENGUJIAN MEMBUKA DAN MENGUNCI PINTU

Loker	Mengunci		Membuka Kunci	
	Hasil Pengujian Berhasil / Tidak	Rata-Rata Waktu (detik)	Hasil Pengujian Berhasil / Tidak	Rata-Rata Waktu (detik)
1	Berhasil	19,41	Berhasil	21,3
2	Berhasil	21,03	Berhasil	16,36
3	Berhasil	18,23	Berhasil	20,4
4	Berhasil	19,46	Berhasil	13,36
5	Berhasil	21,45	Berhasil	18,09
6	Berhasil	17,71	Berhasil	15,04

2. Notifikasi

Pada pengujian notifikasi bertujuan untuk mengetahui jeda waktu yang dibutuhkan sistem untuk mengirimkan

notifikasi pada aplikasi dan mengaktifkan *buzzer*. Rata-rata jeda waktu dalam sepuluh kali pengujian pada setiap masing-masing lokernya dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Rata-rata jeda waktu notifikasi

Pada Gambar 10, rata-rata jeda waktunya adalah 23,06 detik untuk mengirimkan notifikasi pada aplikasi dan 20,94 detik untuk mengaktifkan *buzzer* pada loker 1, 22,73 detik untuk mengirimkan notifikasi pada aplikasi dan 20,62 detik untuk mengaktifkan *buzzer* pada loker 2, 25,49 detik untuk mengirimkan notifikasi pada aplikasi dan 22,27 detik untuk mengaktifkan *buzzer* pada loker 3, 25,99 detik untuk mengirimkan notifikasi pada aplikasi dan 23,11 detik untuk mengaktifkan *buzzer* pada loker 4, 21,78 detik untuk mengirimkan notifikasi pada aplikasi dan 18,55 detik untuk mengaktifkan *buzzer* pada loker 5, 22,09 detik untuk mengirimkan notifikasi pada aplikasi dan 19,09 detik untuk mengaktifkan *buzzer* pada loker 6. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dengan sepuluh kali pengujian pada setiap masing-masing lokernya, rata-rata jeda waktu secara keseluruhan yang dibutuhkan sistem untuk mengirimkan notifikasi pada aplikasi dengan waktu 23,52 detik dan mengaktifkan *buzzer* dengan waktu 20,76 detik.

3. Jarak Akses Loker pada Aplikasi

Pengujian jarak akses loker pada aplikasi berguna untuk mengetahui apakah aplikasi dapat memberikan akses kepada *user* saat *user* berada dalam radius izin akses atau tidak. Radius izin akses sekitar 15 meter dari lokasi loker. Perhitungan jarak antara lokasi *user* dengan lokasi loker menggunakan rumus *euclidean distance*. Data yang diperoleh dari hasil pengujian jarak akses loker pada aplikasi dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL 2
PENGUJIAN JARAK AKSES

Uji	Jarak (meter)	Keterangan
1	1,87	Berhasil masuk ke menu titip barang dan ambil barang
2	2,49	Berhasil masuk ke menu titip barang dan ambil barang
3	3,89	Berhasil masuk ke menu titip barang dan ambil barang

Uji	Jarak (meter)	Keterangan
4	8,87	Berhasil masuk ke menu titip barang dan ambil barang
5	14,99	Berhasil masuk ke menu titip barang dan ambil barang
6	15	Berhasil masuk ke menu titip barang dan ambil barang
7	15,01	User berada di luar area izin menggunakan loker
8	15,02	User berada di luar area izin menggunakan loker
9	64,27	User berada di luar area izin menggunakan loker
10	3760,77	User berada di luar area izin menggunakan loker

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengujian yang merujuk pada tujuan dari penelitian Sistem Keamanan pada Loker Berbasis *Internet of Things*, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem penguncian loker pada Sistem Keamanan pada Loker Berbasis *Internet of Things* ini berhasil memvalidasi 4 digit PIN pada aplikasi tepatnya pada halaman ambil barang, sebelum melakukan aktivitas membuka dan mengunci pintu loker. Sistem penguncian loker berguna untuk membuka serta mengunci pintu loker dengan menggunakan *solenoid door lock* sebagai pengunci pintu loker yang dikontrol dari aplikasi Android.
2. Sistem notifikasi pada Sistem Keamanan pada Loker Berbasis *Internet of Things* ini berhasil diimplementasikan dan berjalan dengan baik. Sistem notifikasi ini berguna untuk mengaktifkan *buzzer* serta memberikan notifikasi pada aplikasi Android ketika pintu yang sudah terkunci tidak tertutup. Berdasarkan pengujian terhadap enam pintu loker, dengan sepuluh kali pengujian pada setiap masing-masing lokernya didapatkan sistem berhasil untuk mengirimkan notifikasi pada aplikasi dengan rata-rata jeda waktu 23,52 detik dan berhasil mengaktifkan *buzzer* dengan rata-rata jeda waktu 20,76 detik.
3. Implementasi sistem deteksi lokasi loker pada Sistem Keamanan pada Loker Berbasis *Internet of Things* ini berhasil dilakukan. Sistem deteksi lokasi loker berfungsi untuk memberikan titik lokasi loker yang kemudian dihitung jaraknya dengan lokasi *user* yang diproses menggunakan rumus *euclidean distance* pada aplikasi Android. Berdasarkan pengujian terhadap jarak akses loker yang telah ditentukan yaitu ≤ 15 meter, aplikasi dapat memberikan akses kepada *user* untuk menggunakan menu titip barang maupun menu ambil barang.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada Sistem Keamanan pada Loker Berbasis *Internet of Things*, saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut yaitu, menggunakan modul GPS yang lebih baik dalam hal akurasi serta dapat mengirimkan lokasi pada ruangan gedung yang tertutup.

DAFTAR ACUAN

- [1] R. Syukuryansyah, "Penerapan *radio frequency identification* dalam membangun sistem keamanan dan *monitoring smart lock door* berbasis website," *Infotech: Journal of Technology Information.*, vol. 6, no. 2, pp. 83-90, November 2020.
- [2] N. Fadhillah, "Model sistem *home security monitoring* dengan menggunakan nodeMCU berbasis android," *Science Electro.*, vol. 13, no. 1, 2021.
- [3] V. Pradana, "Rancang bangun *smart locker* menggunakan rfid berbasis arduino uno," *Jurnal EL Sains.*, vol. 2, no. 1, pp. 55-61, Juli 2020.
- [4] R. Ridho. 2017. Analisis dan Implementasi *Smart Home Security System* Berbasis IoT. Skripsi. Telkom University.
- [5] Google Developer Training Team, *Android Developer Fundamentals Course Learn to develop Android Applications*, 2016.
- [6] F. R. Karim. 2020. TA: Perbandingan Metode Perhitungan Jarak *Euclidean*, *Haversine*, dan *Manhattan* dalam Penentuan Posisi Karyawan. Skripsi. Institut Teknologi Nasional.
- [7] R. Akbar. 2020. Sistem Kunci Kendaraan Bermotor Menggunakan *Radio Frequency Identification* (RFID) dan SIM Berbasis NodeMCU ESP32. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- [8] R. Genaldo, "Sistem keamanan pada ruangan pribadi menggunakan mikrokontroler arduino dan sms gateway," *JTIKOM.*, vol. 1, no. 2, pp. 46-52, Desember 2020.
- [9] I. Komang, "Rancang bangun sistem pengunci loker otomatis dengan kendali akses menggunakan rfid dan sim 800L," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik.*, vol. 1, no. 1, pp. 33-41, Juni 2020.
- [10] G. Gunawan. 2018. Perancangan dan Implementasi Pengiriman Data Kendaraan Menggunakan RF433MHZ. Skripsi. Universitas Komputer Indonesia.
- [11] B. Naibaho. 2020. Rancang Bangun Alat Keamanan *Locker* dengan Menggunakan e-KTP Berbasis Arduino Pro Mini. Skripsi. Universitas Pembangunan Panca Budi.
- [12] F. A. Majid, "Perancangan kanopi untuk area loker penyimpanan di lapangan gasibu bandung" *e-Proceeding of Art & Design.*, vol. 7, no. 2, pp. 5093-5098, Agustus 2020.