

Microcontroller Based Smart Locker Prototype

Delila Agustin Tinambunan¹, Sukardi^{1,2}

¹ Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

² Instrumentation, Control and Automation Research Group (ICARG), Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

*Corresponding Author, delilaagustint@gmail.com

Received 2024-05-04; Revised 2024-09-02; Accepted 2024-10-11

Abstract

Technological developments are getting faster and more sophisticated now, including in the industrial field. Many have sprung up ranging from newly discovered technologies to developments from previous technologies. For example, such as house locks that used to use mechanical keys that were less efficient and vulnerable to loss of keys and break-ins. So that the growth of technology for a security system is needed so as not to cause criminal acts. This research aims to design and build an ESP32 microcontroller-based smart locker prototype as a security solution that is more efficient and reliable than conventional systems. This system utilizes remote technology using ESP32 connected via WiFi to control and monitor the locker remotely. In addition to being able to be used remotely using a remote control, this smart locker is also equipped with a vibration sensor that is able to detect attempts at forced opening or break-in and generate warning alarms as an additional form of security. The test results show that the smart locker system functions well according to the design, without any loss of connection during the control process. The distance that can be traveled for the connection between the transmitter and receiver is as far as 60 m with a barrier. In addition to distance testing, voltage testing is also carried out which results in a small error of 0.756% and tool validation testing is considered valid with a value of 95%. With this technology, it is expected to be applied in various places that require a smart locker system with high security, such as libraries and other public facilities. This research provides suggestions for further development, including increasing microcontroller specifications and integration with web-based monitoring systems for more efficient administration.

Keywords: *Smart Locker; Remote Control; Vibration Sensor; Range Test; Long Distance.*

1. Introduction

Teknologi saat ini sudah dikerahkan untuk mempermudah pekerjaan manusia dari waktu ke waktu yang memerlukan mobilitas besar dalam melaksanakan pekerjaan dan otomatisasi sehingga manusia menemukan kemudahan dari teknologi yang sudah berkembang [1]. Terbukti dengan banyaknya perkembangan teknologi yang sudah diterapkan, contohnya kunci berangkas ataupun rumah sudah canggih, tidak memakai kunci mekanik (konvensional) lagi untuk menghindari timbulnya tindakan kriminal. Melalui data Badan Pusat Statistik tercatat dalam 3 tahun terakhir angka jumlah kejadian kejahatan meningkat termasuk di Sumatera Barat terdapat 1.538 kasus pencurian pada tahun 2022 [2]. Kasus pencurian terhadap hak milik/barang orang lain dapat dilakukan di berbagai tempat contohnya *locker* yang banyak ditemukan di rumah, perpustakaan, kampus dan lain sebagainya [3]. Salah satu contoh tempat yang sering dikunjungi banyak orang adalah perpustakaan. Banyak *locker* di perpustakaan yang tidak memakai akses keamanan yang ketat sehingga memudahkan khalayak umum untuk melakukan pencurian karena masih menggunakan kunci fisik. Banyaknya kasus pencurian tersebut dapat menyebabkan ketidaknyamanan pengunjung untuk datang dan harus selalu berjaga-jaga setiap saat sehingga barang berharganya tidak hilang [4].

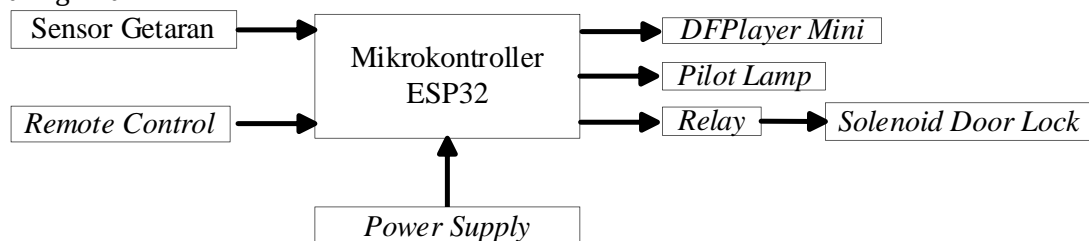
Dari masalah tersebut dapat diatasi dengan bantuan teknologi yang maju sekarang, dimana akses dan layanan perpustakaan terus berkembang dan berubah [5]. Dapat digunakannya sistem keamanan dengan implementasi suatu kendali berupa *remote control*. *Remote control* ini dijadikan sebagai alat pengendali elektronik untuk mengendalikan suatu barang dari jarak jauh [6][7]. Sistem kendali ini memanfaatkan dua modul mikrokontroler yaitu ESP32 yang dapat membuat sebuah sistem *smart key* [8][9]. Dengan sistem *smart key* yang dirancang dapat mengurangi keterbatasan kunci konvensional sehingga pengunjung merasa aman untuk meninggalkan barang berharganya di dalam *locker*. *Smart key* ini menciptakan beberapa fitur keamanan seperti sistem kunci elektronik, sensor getaran dan *alarm* [10] [11].

Pada penelitian sebelumnya, masih ada beberapa kekurangan yang dimiliki dari masing – masing *smart locker* yang telah dibuat. *Smart locker* dari penelitian pertama, *smart locker* yang dibuat masih menggunakan mikrokontroler ATmega 328 dan tidak bisa diakses dari jarak jauh serta keamanan yang dibuat masih bisa menyebabkan hilangnya kunci. Sedangkan *smart locker* pada penelitian kedua sudah berbasis kendali jarak jauh namun masih menggunakan kartu RFID yang mudah hilang dan tidak menggunakan sensor getaran untuk mendeteksi apakah terjadi kejadian pembobolan [12].

Dengan penerapan *remote control* pada *smart locker* dengan komunikasi nirkabel dapat menjadi mudah karena tingkat komunikasi nirkabel meningkatkan frekuensi kerja, efisiensi, dan keuntungan lainnya sehingga sistem komunikasi nirkabel harus menjadi komponen yang penting [13]. Di sisi lain, teknologi *smart locker* membuat hidup lebih mudah dengan mengotomatisasi perangkat elektronik dan menjadi alternatif solusi keamanan penyimpanan barang di berbagai lingkungan seperti sekolah, kantor ataupun fasilitas umum lainnya. Maka dari itu penulis ingin membuat sebuah *smart locker* dengan sistem *smart key* yang mengandalkan pengendali jarak jauh. Dengan adanya *smart locker* menggunakan *remote control* ini dapat meminimalisir penggunaan kunci konvensional dan mengurangi pencurian barang ataupun kehilangan kunci.

2. Material and Methods

Metode penelitian yang digunakan untuk pengambilan data dari percobaan alat menggunakan metode eksperimen. Tahapan penelitian yang akan dilakukan harus dirancang secara rinci dan jelas agar proses penelitian dapat berlangsung dengan sistematis serta terukur untuk menciptakan sistem yang terorganisir [14] [15]. Pada penelitian kali ini dimulai dengan pembuatan blok diagram dan perancangan *hardware* serta *software*. Tahapan selanjutnya adalah pengujian dan analisa alat untuk mengisi beberapa tabel uji coba yang telah dirancang [16]. Tahapan ini dilakukan untuk melihat kinerja alat, apakah sistem yang telah dirancang dapat bekerja dengan baik sesuai yang diinginkan.

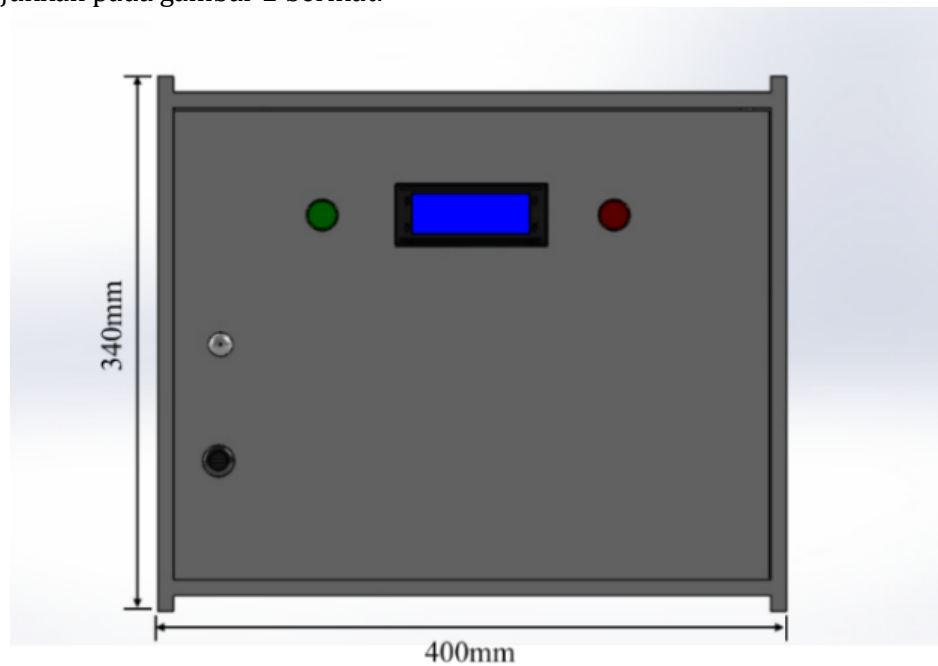


Gambar 1: Blok Diagram

Berdasarkan gambar 1 terdapat beberapa blok yang memiliki berbagai fungsi, berikut penjelasan dari tiap blok diagram: 1) Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai

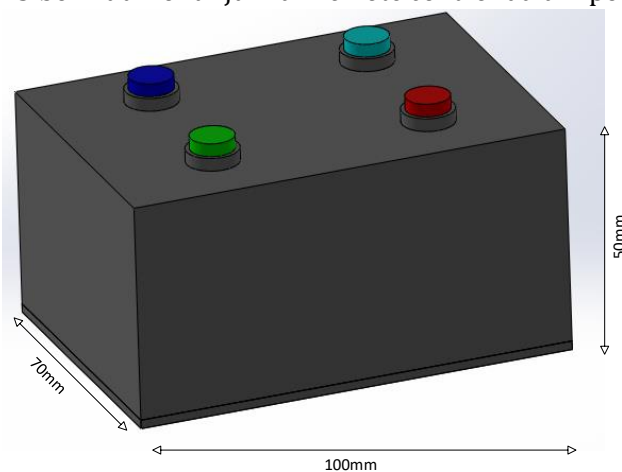
mikrokontroler yang akan menerima data dari blok input menuju keluaran dan *smartphone*, 2) Sensor getaran merupakan sensor pendeteksi getaran pada *smart locker* dan akan mengirimkan notifikasi terhadap *smartphone* pengunjung, 3) *Remote control* berfungsi sebagai pengendali untuk *smart locker*, 4) *Buzzer* digunakan sebagai alat yang mengeluarkan suara untuk *alarm* peringatan pada *smart locker*, 5) LED berfungsi sebagai alat yang mengeluarkan cahaya sebagai keluaran pada *smart locker*, 6) Relay berfungsi sebagai *driver* untuk *solenoid door lock*, 7) *Solenoid door lock* sebagai kunci elektrik yang membuka dan menutup *smart locker*, 8) *Power supply* 5VDC berfungsi mengubah tegangan AC 220 volt menjadi tegangan DC 5 Volt sebagai tegangan masukan Mikrokontroler ESP32 dan 9) Sumber listrik 220 VAC berfungsi sebagai tegangan masukan untuk *power supply*.

Semua komponen dirakit sesuai dengan bentuk dan ukuran *locker* serta *remote control* yang telah dirancang. Ukuran yang digunakan pada *locker* adalah 400 x 340 mm akan ditunjukkan pada gambar 2 berikut.



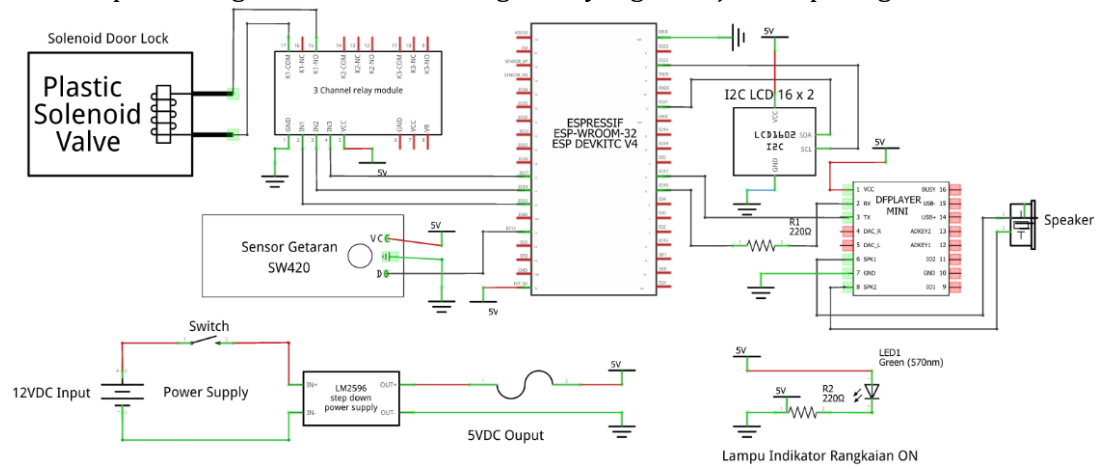
Gambar 2: Desain *Locker*

Sedangkan untuk ukuran desain pada *remote control* yang akan digunakan adalah 100 x 70 x 50 mm. Gambar 3 berikut menunjukkan *remote control* dalam penelitian ini



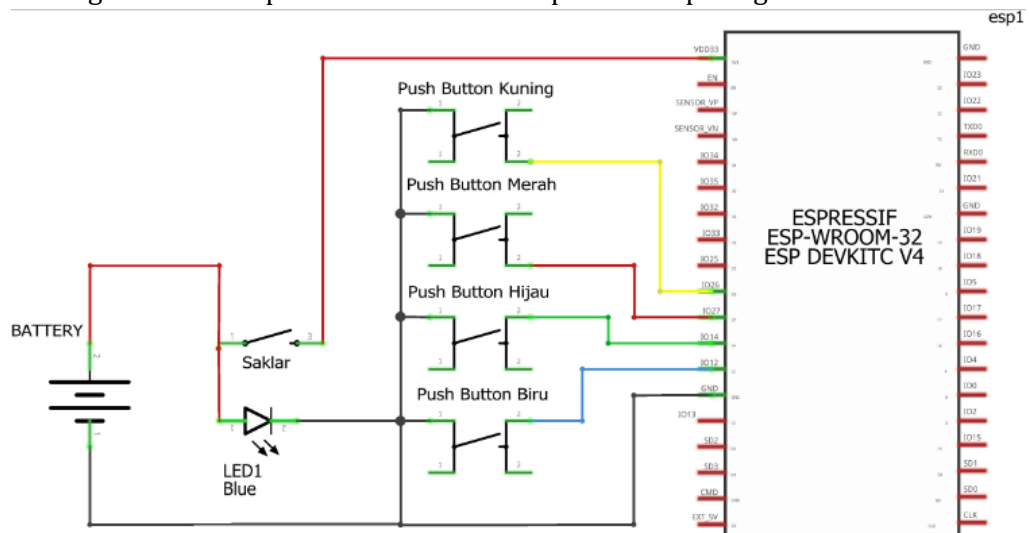
Gambar 3: Desain *Remote Control*

Setelah rangka *locker* dan *remote control* selesai, selanjutnya perakitan rangkaian menggunakan papan rangkaian PCB. Rangkaian berperan penting dalam suatu benda bergerak seperti alat dalam penelitian ini. Dalam proses perakitan rangkaian listrik pada *locker* diperlukan gambar skematik rangkaian yang ditunjukkan pada gambar 4 berikut.



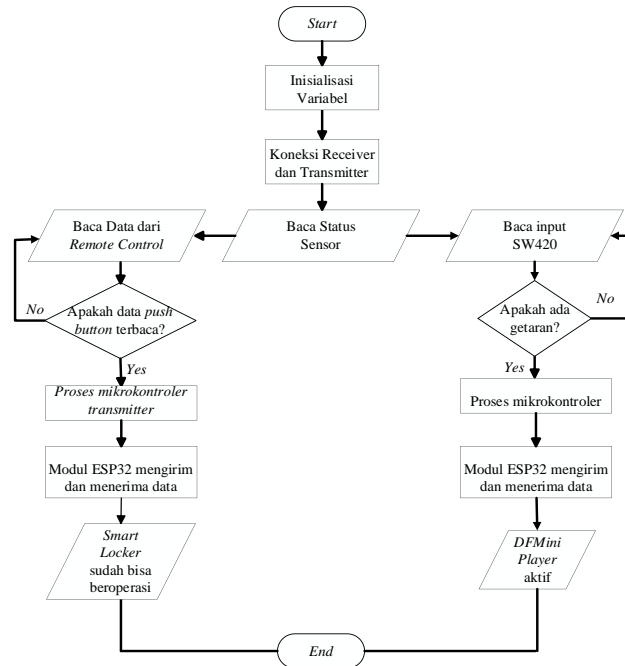
Gambar 4: Rangkaian Elektrikal pada *Locker*

Perancangan elektrikal pada *remote control* dapat dilihat pada gambar 5 di bawah ini.



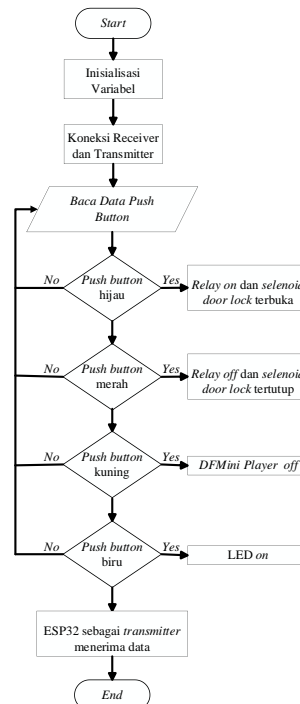
Gambar 5: Rangkaian Elektrikal pada *Remote Control*

Selanjutnya *smart locker* dan *remote control* yang telah dirakit serta dilengkapi rangkaian diprogram menggunakan software Arduino IDE karena mikrokontroler yang digunakan tipe ESP32. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam Arduino IDE adalah Bahasa C. Input program diberikan dari aktivasi tombol yang ada pada *remote control* untuk menjalankan aktuatur pada *locker* secara *wireless*. Pengendalian *smart locker* dirancang secara *wireless* yang dapat dikendalikan dengan jarak jauh. Pada saat sinyal aktivasi diakifikan melalui *remote control wireless* menuju ESP32 yang ada pada *locker* sebagai *receiver*, maka *locker* akan bergerak sesuai dengan perintah yang telah dibuat menggunakan Bahasa C pada mikrokontroler ESP32. Kemudian mikrokontroler yang akan memberikan sebuah data kepada aktuatur untuk aktif sehingga komponen aktuatur pada *locker* dapat dikendalikan melalui *remote control*. Gambar 6 dan 7 berikut menampilkan *flowchart* sistem *transmitter* serta *receiver* yang dibuat dalam penelitian ini.



Gambar 6: Flowchart Receiver

Setiap tombol pada *remote control* memiliki fungsi masing-masing yang dijelaskan pada gambar 7 berikut.



Gambar 7: Flowchart Transmitter

3. Results and Discussion

Hasil dari alat ini adalah sebuah *smart locker* yang dikontrol dengan *remote control* secara *wireless* (jarak jauh).

3.1. Pengujian Elektrikal Alat

3.1.1. Pengujian Tegangan pada Sumber Tegangan (Power Supply)

Tahapan pengujian alat merupakan tahap lanjutan dari tahap perancangan dan pembuatan alat. Setelah tahapan – tahapan tersebut selesai, maka tahapan pengujian

sudah bisa dilakukan untuk menganalisa apakah sistem yang sudah dirancang dapat bekerja dengan baik sesuai rencana.

Pengujian ini dilakukan agar tegangan yang digunakan pada tugas akhir sudah sesuai dengan spesifikasi teknisnya. Cara pengujian tegangan dilakukan dengan mengukur tegangan *input power supply* yang akan dibandingkan dengan tegangan *output power supply*. Dari hasil perbandingan yang dilakukan maka akan mendapatkan nilai *error* dengan menggunakan rumus persamaan (1) berikut.

$$\%Error = \left| \frac{\text{Nilai sebenarnya} - \text{nilai terukur}}{\text{Nilai sebenarnya}} \right| \times 100 \quad (1)$$

Hasil pengujian nilai *error* yang telah didapatkan maka akan diidentifikasi kualitas sistem yang diterapkan. Berikut hasil pengukuran tegangan pada *power supply* yang dicantumkan dalam tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Tegangan pada *Power Supply*

Pengukuran ke -	Tegangan Terukur (V)	Tegangan Sebenarnya (V)	Error (%)
1	11,08	12	0,0767
2	11,10	12	0,075
3	11,10	12	0,075
Rata - rata	11,09	12	0,0756

Dengan diperolehnya hasil pada tabel 1 dapat dilihat bahwasanya dari tiga kali pengukuran diperoleh selisih rata - rata sebesar 11,09 V sehingga didapatkan rata - rata nilai *error* sebesar 0,756%. Berdasarkan hasil tersebut, *power supply* dapat dikatakan dalam keadaan baik untuk digunakan karena memenuhi syarat nilai maksimal *error* yang ditentukan oleh SNI 0255:2011 yaitu Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011) dengan nilai minimak toleransi dalam pengukuran tegangan adalah $\pm 10\%$.

3.1.2. Pengujian Relay

Pengujian tegangan *output relay* dilakukan untuk memastikan *solenoid door lock* dan *pilot lamp* pada *locker* dapat bekerja sesuai spesifikasinya dan berfungsi sesuai dengan yang diinginkan. Pengukuran tegangan *input relay*, dilakukan dengan perbandingan tegangan saat *relay* diberi logika 0 (*LOW*) dan 1 (*HIGH*) yang tertera dalam tabel 2 berikut.

Tabel 2. Pengukuran Tegangan *Input Relay*

Relay	Kondisi	Tegangan (VDC)
Channel 1	HIGH	11,23
	LOW	0,003
Channel 2	HIGH	11,21
	LOW	0,008

Pada tabel 2 tegangan *input relay* pada *channel 1* dan *channel 2* berada dalam rentang 11,21 - 11,23 V. Berdasarkan *datasheet relay* 12VDC, tegangan *input relay* saat HIGH adalah 11 - 12VDC. Maka *relay* yang digunakan pada tugas akhi ini dalam kondisi yang baik untuk digunakan. Selanjutnya dilakukan pengujian pada tegangan *output relay* yang tercantum dalam tabel 3.

Tabel 3. Pengukuran Tegangan *Output Relay*

Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran
Vout	11,23 V

Setelah didapatkannya hasil pengukuran tegangan *output relay*, harus dilakukan juga pengujian *relay* dengan komponen lainnya seperti *solenoid door lock* dan *pilot lamp* berdasarkan prinsip kerja alat yang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Pengujian *Relay, Solenoid Door Lock* dan *Pilot Lamp*

Status Komponen		Kondisi <i>Relay</i>
<i>Solenoid Door Lock</i>	<i>Pilot Lamp</i>	
Membuka pintu	<i>Kuning</i> Hidup	HIGH
Menutup pintu	Merah Hidup	LOW

3.1.3. Pengujian Sensor Getaran

Pengujian sensor getaran dilakukan dengan tujuan mengetahui kelayakan sensor untuk digunakan. Berdasarkan *datasheet* sensor getaran, tegangan keluaran dari sensor tegangan sebesar 3,3 – 5 V yang ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Tegangan *Output* Sensor Getaran

Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran
Vout	4,9 V

Berdasarkan tabel 5 di atas, tegangan sensor getaran yang dihasilkan termasuk dalam rentang tegangan keluaran sesuai *datasheet*. Dengan demikian, sensor getaran dapat digunakan. Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap sensor getaran dengan diberi logika 0 (*LOW*) dan 1 (*HIGH*) yang dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Pengujian Sensor Getaran

No.	Status Sensor Getaran	Kondisi
1	Mendeteksi getaran	HIGH
2	Tidak mendeteksi getaran	LOW

3.1.4. Pengukuran Tegangan Keseluruhan

Mikrokontroler ESP32 sebagai *transmitter* (pengirim) di *remote control* dan *receiver* (penerima) di *locker*. Di *remote control*, tegangan yang bekerja pada mikrokontroler sebesar 5V sedangkan di *locker* tegangan yang bekerja pada mikrokontroler adalah 5V. Pengujian setiap masing – masing pin dilakukan dengan menggunakan multimeter dimana pengujian pin tegangan *input* pada mikrokontroler ESP terhubung dengan *probe* positif sedangkan pengujian pin pada mikrokontroler GND terhubung dengan *probe* negatif multimeter. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan masing – masing pin pada mikrokontroler bekerja dengan baik. Pengujian ini juga bisa mendapatkan nilai *error* dari pengukuran yang ada dengan menggunakan rumus persamaan (2) berikut.

$$\%Error = \left| \frac{V_{in} - V_{out}}{V_{in}} \right| \times 100 \quad (2)$$

Hal ini dipastikan dengan melihat keluaran nilai tegangan dari multimeter yang dapat dilihat pada tabel 7 dan tabel 8.






Tabel 7. Pengukuran Tegangan pada Mikrokontroler ESP32 sebagai *Transmitter*

No.	Bagian yang diuji	Hasil pengujian	Dokumentasi
1	Tegangan <i>Input</i> dari Baterai	4.16V	
2	Tegangan di ESP32	4.05V	
3	Tegangan di <i>Push Button</i>	2.96V	

Tabel 7 di atas menampilkan hasil pengukuran tegangan yang telah dilakukan dari masing – masing pin pada ESP32 sebagai *transmitter* yang bertujuan untuk melihat apakah modul dalam kondisi baik atau tidak. Tegangan sumber dari baterai sebesar

4.16V dan dikeluarkan tegangan untuk ESP32 sebesar 4.05V. Sedangkan tegangan untuk masing – masing *output* yaitu *push button* sebesar 2.96V. Untuk nilai *error* yang didapatkan dari tabel tersebut sebesar 0.026%.

Tabel 8. Pengukuran Tegangan pada Mikrokontroler ESP32 sebagai *Receiver*

No.	Bagian yang diuji	Hasil pengujian	Dokumentasi
1	Tegangan Sumber AC	232V	
2	Tegangan <i>Output Power Supply</i>	11V	
3	Tegangan ke Rangkaian	11V	
4	Tegangan ke Saklar Rangkaian	11V	
5	Tegangan pada <i>Output Buck-Boost</i>	4.94V	
6	Tegangan ke ESP32	4.86V	
7	Tegangan <i>Output Relay</i>	10.29V	

Sedangkan pada tabel 8 menampilkan hasil pengukuran tegangan yang telah dilakukan dari masing – masing pin ESP32 sebagai *receiver* yang bertujuan untuk melihat apakah modul dalam kondisi baik atau tidak. Tegangan sumber dari baterai sebesar 11V dan dikeluarkan tegangan untuk ESP32 sebesar 4.86V yang telah diturunkan oleh *buck boost*. Sedangkan tegangan untuk *output* yaitu *relay* sebesar 10.29V. Pada tegangan *relay* harus besar dikarenakan *solenoid door lock* dan *pilot lamp* membutuhkan tegangan maksimal 12V. Untuk nilai *error* dari tabel ini tidak ada dikarenakan $V_{in} = V_{out}$.

3.2. Koneksi antara Transmitter dan Receiver

Pengujian koneksi antara *transmitter* dan *receiver* dilakukan dengan *transfer* program ke dua mikrokontroler, baik yang ada pada *locker* maupun pada *remote control* dengan langkah – langkah sebagai berikut. a) Perhatikan kembali rangkaian yang sudah dibuat. Setelah tidak ada rangkaian yang rusak atau putus, hidupkan *power supply* pada *locker* dan *remote control*, b) Sebelum *upload* program *transmitter* dan *receiver*, periksa dahulu *mac address* pada *receiver* yang terlihat pada gambar 8, c) *Upload* masing – masing program *transmitter* untuk *remote control* dan program *receiver* untuk *locker*, d) Setelah program sudah telah terunggah, lihat serial monitor pada kedua program.

```
*Wifi ESP32 - Notepad
File Edit Format View Help
ESP32 Transmitter
-Mac Address:D8:BC:38:FB:6D:A8
- {0xD8, 0xBC, 0x38, 0xFB, 0x6D, 0xA8}

ESP32 Receiver
-Mac Address:08:B6:1F:B9:42:E0
- {0x08, 0xB6, 0x1F, 0xB9, 0x42, 0xE0}
```

Gambar 8. Mac Address yang didapatkan pada Penelitian Ini

3.3. Pengujian Remote Control

Pengujian pada *remote control* ini bertujuan untuk mengetahui apakah *push button* yang ada pada *transmitter* sudah sesuai dengan perintah yang dikirim dari *receiver*. Adapun fungsi pada masing – masing *push button* yang ada di *remote control* dapat dilihat pada tabel 9 berikut.

Tabel 9. Hasil Pengujian pada Push Button di Remote Control

No.	Input Perintah	Respon pada Locker	Tampilan
1	Button Hijau (A)	Membuka Locker	
2	Button Merah (B)	Menutup Locker	
3	Button Kuning (C)	Mematikan DFMini Player ketika terjadi pembobolan	
4	Button Biru (D)	Mengganti lampu Locker	

Dari pengujian *remote control* yang didapatkan menunjukkan bahwa *smart locker* yang telah dirancang dan dibangun sudah tidak menggunakan kunci konvensional (kunci fisik) lagi.

3.4. Pengujian Jarak Koneksi antara Transmitter dan Receiver

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan jarak yang bisa ditempuh dalam menerima perintah antara *remote control* dan *locker*. Pengujian dilakukan di lapangan terbuka dengan keadaan ada penghalang seperti pepohonan dan tiang – tiang. *Range test* dimulai dengan menempatkan *locker* di depan gerbang Gedung MKU dan *transmitter* bergerak

menjauhi *receiver* sampai depan gerbang Masjid Al-Hijrah LPMP Sumatera Barat yang terlihat pada gambar 9 berikut.



Gambar 9. Pengujian Jarak

Hasil uji coba *range test* yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pengujian *Range Test*

No.	Jarak (M)	Kondisi	Persentase Penerimaan (%)	Error (%)
1	2	Terhubung	100	0
2	5	Terhubung	100	0
3	10	Terhubung	100	0
4	20	Terhubung	100	0
5	30	Terhubung	100	0
6	40	Terhubung	100	0
7	50	Terhubung	100	0
8	60	Terhubung	95	5
9	70	Tidak Terhubung	0	100

Pengujian jarak dilakukan dengan penambahan jarak antara *locker* dan *remote control* dari jarak 10 meter hingga koneksi keduanya tidak terhubung lagi. Dapat dilihat bahwasanya *locker* sebagai *transmitter* dapat terkoneksi dengan *receiver* hanya sampai 60m.

3.5. Validasi Alat dan Analisa Validasi

Validasi alat ini dilakukan untuk mengetahui ketepatan ataupun ketelitian dalam penggunaan komponen di alat yang dapat berfungsi dengan baik. Validasi ini dilakukan oleh 1 orang validator ahli di bidang Teknik Elektro, yaitu oleh Bapak Dr. Muldi Yuhendri, S.Pd., M.T. yang dilakukan pada tanggal 8 Agustus 2024 pukul 08.00 WIB di Laboratorium Konversi Energi Listrik. Adapun data hasil validasi yang diperoleh disajikan dalam tabel 11.

Berdasarkan hasil validasi maka diperoleh nilai dengan rumus:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor yang diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100\%$$

$$\text{Nilai} = \frac{42}{44} \times 100\% = 95\%$$

Nilai tertinggi dari angket validasi adalah 44, penilaian dari ahli memperoleh nilai 42, maka diperoleh skor persentase 95% dengan kriteria sangat valid dan tidak perlu revisi. Dapat ditunjukkan bahwa alat ini dapat meminimalisir penggunaan kunci konvensional

dengan diganti menggunakan *remote control*. Namun, terdapat saran yang diberikan oleh ahli yaitu untuk komerlialisasi produksi produk, bahan *box* yang akan dipakai dapat dipilih berbahan plat aluminium agar lebih kuat dan kokoh.

Tabel 11. Hasil Validasi Alat

No.	Item Pernyataan	Penilaian Validator
1	Tampilan alat memberikan nilai estetika yang baik	3
2	Tata letak seluruh komponen tersusun dengan baik dan rapi	3
3	Dimensi alat dapat menampung seluruh komponen dengan baik	4
4	Pemilihan spesifikasi bahan dan komponen telah sesuai dengan kapasitas, keperluan dan beban yang digunakan	4
5	Koneksi <i>transmitter</i> dan <i>receiver</i> terhubung dengan baik	4
6	Tampilan LCD jelas	4
7	DFMini player dapat mengeluarkan suara	4
8	<i>Solenoid door lock</i> dapat membuka dan menutup pintu	4
9	Sensor getaran dapat berfungsi dengan baik	4
10	<i>Push button</i> pada <i>remote control</i> dapat berfungsi sesuai fungsinya	4
11	Jarak antara <i>transmitter</i> dan <i>receiver</i> dapat terjangkau dengan baik	4
Jumlah		42

4. Conclusion

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan *smart locker* yang dirancang dan dibangun sudah berfungsi dengan baik menggunakan *remote control* untuk mengurangi kejadian pencurian dan mengurangi penggunaan kunci konvensional. Selain itu, kinerja sistem keamanan pada *smart locker* sudah beroperasi dengan baik menggunakan sensor getaran dan keluaran suara yang dapat dilihat dari hasil pengujian elektrikal dan hasil analisa alat memperoleh nilai efisiensi persentase sebesar 95%.

Author contribution

Delila Agustin Tinambunan, Bayu Agung Samudara, Yazid Aqil Assalam yang berkontribusi merakit mekanik dan rangkaian elektronik serta pembuatan program alat. Sukardi sebagai pembimbing tugas akhir ini

Acknowledgements

Author mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada keluarga yang telah mendanai kegiatan penelitian ini.

References

- [1] Moh Muthohir and Sendi Prayogi, "Prototype Sistem Keamanan Brankas Menggunakan Teknologi RFID Berbasis Arduino Uno," *J. Manaj. Inform. Teknol.*, vol. 1, no. 2, pp. 97–106, 2021, doi: 10.51903/mifortekh.v1i2.42.

- [2] BPS. Badan Pusat Statistik, *Statistik Kriminal*. 2023, hal. 25.
- [3] I. P. Manalu, A. Manullang, and M. Siagian, "Prototipe Sistem Kunci Locker Berbasis RFID dan NodeMCU," *Pist. J. Tech. Eng.*, vol. 5, no. 2, p. 96, 2022, doi: 10.32493/pjte.v5i2.19485.
- [4] N. H. Quan, N. T. Binh, and B. T. Ly, "Impact of smart locker use on customer satisfaction of online shoppers in Vietnam," *Humanit. Soc. Sci. Commun.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–11, 2022, doi: 10.1057/s41599-022-01428-6.
- [5] Y. Rahayu, L. Afif, and P. J. Soh, "Design and development of smart lock system based QR-Code for library's locker at Faculty of Engineering, Universitas Riau," *Sinergi*, vol. 26, no. 3, p. 379, 2022, doi: 10.22441/sinergi.2022.3.013.
- [6] H. Hardi, "Perancangan Prototipe Mobil Remote Control Dengan Smartphone Android Menggunakan Bluetooth Hc-05 Berbasis Arduino Uno," *J. Pengelolaan Lab. Sains Dan Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 13–22, 2022, doi: 10.33369/labsaintek.v2i1.22003.
- [7] J. P. B. A. S. Pelawi and A. Yulianto, "Pengembangan Prototipe Remote Control untuk Fault Simulator Trainer," *Telcomatics*, vol. 8, no. 1, p. 17, 2023, doi: 10.37253/telcomatics.v8i1.7851.
- [8] M. Nailurrohman, F. Santoso, and A. Baijuri, "Rancang Bangun Sistem Smart KeyPadaSepeda Motor MenggunakanMikrokontrolerEsp32 dan Android Via Bluetooth," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 8, no. 1, pp. 186–195, 2024.
- [9] Annisa Triana Talmera, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Listrik Menggunakan Esp32 Berbasis Internet Of Things (Iot)," *Tugas Akhir*, no. 8.5.2017, pp. 2003–2005, 2022.
- [10] Y. Yuliono, N. Paramytha, "Prototipe Pendeteksi Getaran Gempa Dengan Sensor Getaran Menggunakan Android Berbasis Mikrokontroler," *Bina Darma*, vol. 02, no. 02, 2019.
- [11] L. Mulyati and D. Pebriana, "Perancangan Perangkat Pendeteksi Pelanggaran Kendaraan Berbasis Internet of Things Menggunakan Sensor Infrared Dan Dfmini Mp3 Player Di Persimpangan Empat Jalan Gedebage Bandung," *J. Inform. dan Komput.*, vol. volume 1, no. Vol 8, pp. 37–43, 2020.
- [12] V. Pradana and H. L. Wiharto, "Rancang Bangun Smart Locker Menggunakan Rfid Berbasis Arduino Uno," *El Sains J. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 55–61, 2020, doi: 10.30996/elsains.v2i1.4016.
- [13] M. Syamsuddin, F. Imansyah, and Marpaung, "Analisis Kinerja Komunikasi Modul Transceiver Esp32 Pada Frekuensi 2,4GHz Yang Akan Di Terapkan Pada Jaringan IoT," *Tek. Elektro Fak. Tek. Univ. Tanjungpura*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [14] D. RahmawatiT and R. Alfita, "Rancang Bangun Matras Pintar Dengan Android Sebagai Remote Control," *SinarFe7*, pp. 185–189, 2019.
- [15] K. Iriho, N. Mduma, and D. Machuve, "IoT based smart fan controller and fire prevention in computer laboratory," *Int. J. Adv. Technol. Eng. Explor.*, vol. 9, no. 94, pp. 1349–1365, 2022, doi: 10.19101/IJATEE.2021.875573.
- [16] R. H. Orbia *et al.*, "TEKNO Jurnal Teknologi Elektro dan Kejuruan," *Jur. Tek. Elektro*, vol. 30, no. 2, pp. 59–70, 2020.