

Telocker: Smart Loker Laboratorium

1st Muhammad Faiq Sahal Fatah
 Direktorat Kampus Purwokerto
 Universitas Telkom Purwokerto
 Purwokerto, Indonesia
 mhmdmfaiqs@student.telkomuniversit
 y.ac.id

2nd Muh Sidik Setiawan
 Direktorat Kampus Purwokerto
 Universitas Telkom Purwokerto
 Purwokerto, Indonesia
 muhsidiksetiawan@student.telkomuniv
 ersity.ac.id

3rd Muhammad Abadias Safik
 Direktorat Kampus Purwokerto
 Universitas Telkom Purwokerto
 Purwokerto, Indonesia
 abadias@student.telkomuniversity.ac.id

4nd Slamet Indriyanto, S.T., M.T.
 Direktorat Kampus Purwokerto
 Universitas Telkom Purwokerto
 Purwokerto, Indonesia
 slamet@telkomuniversity.ac.id

5nd Fikra Titan Syifa, S.T., M.Eng.
 Direktorat Kampus Purwokerto
 Universitas Telkom Purwokerto
 Purwokerto, Indonesia
 fikras@telkomuniversity.ac.id

Dalam lingkungan laboratorium kampus, pengelolaan penyimpanan barang masih menghadapi kendala serius akibat penggunaan kunci manual. Metode konvensional ini rentan terhadap kehilangan dan duplikasi kunci, serta kurang efisien, padahal laboratorium menyimpan aset bernilai tinggi yang memerlukan keamanan dan aksesibilitas optimal. Untuk mengatasi masalah ini, dikembangkanlah **TELOCKER**, sebuah sistem loker pintar berbasis *Internet of Things* (IoT). **TELOCKER** mengintegrasikan autentikasi ganda menggunakan RFID dan PIN Keypad, serta terhubung ke platform Blynk untuk pemantauan dan kendali jarak jauh. Sistem ini dirancang dengan mikrokontroler ESP32, modul RFID RC522, keypad 3x4, sensor infra merah, dan tampilan LCD I2C. Dilengkapi pula dengan EEPROM untuk penyimpanan data pengguna dan buzzer sebagai indikator peringatan. Hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan autentikasi RFID dan PIN 100%, membuktikan efektivitas sistem. Selain itu, 95% responden menyatakan puas terhadap keamanan dan kenyamanan **TELOCKER**. Ini menegaskan bahwa **TELOCKER** mampu meningkatkan keamanan dan efisiensi pengelolaan loker laboratorium secara signifikan, menawarkan solusi modern yang andal untuk penyimpanan barang di kampus.

Kata kunci— autentikasi, blynk, ESP32, Internet of Things, keypad, RFID

I. PENDAHULUAN

Laboratorium merupakan tempat dimana sekelompok orang melakukan berbagai kegiatan ilmiah, seperti, penelitian, pengamatan, pelatihan, dan pengujian ilmiah yang menghubungkan antara teori dan praktik dari berbagai disiplin ilmu. Secara fisik, laboratorium bisa merujuk pada ruangan tertutup, kamar, atau bahkan ruang terbuka. Sebagai tempat riset dan percobaan, laboratorium harus dilengkapi dengan sarana dan prasarana yang memadai untuk menunjang kebutuhan eksperimen. Laboratorium juga berfungsi sebagai sarana untuk menerapkan teori keilmuan, menguji teori, dan membuktikan hasil percobaan dengan menggunakan alat bantu yang sesuai [1]. Laboratorium, selain sebagai tempat untuk riset dan eksperimen, juga

menjadi sarana penting dalam proses pembelajaran bagi mahasiswa. Mereka sering kali membutuhkan ruang penyimpanan seperti loker untuk menyimpan barang-barang pribadi seperti tas, modul, dan laptop mahasiswa. Namun, loker yang tersedia di laboratorium umumnya hanya dilengkapi dengan sistem keamanan dasar, yang sering kali mudah dibobol. Akibatnya, kelemahan sistem manual ini meningkatkan risiko pencurian, terutama ketika barang berharga disimpan tanpa perlindungan yang memadai [2].

Tingkat keamanan loker sebagai tempat penyimpanan barang berharga sangatlah penting. Keamanan tersebut tergantung pada kunci pintunya. Kunci loker biasanya terbuat dari logam dan digunakan secara konvensional. Namun, penggunaan kunci seperti ini dirasa kuno dan tidak efektif dalam menjaga keamanan barang di dalam loker [3]. Pada loker konvensional banyak sekali pencurian yang terjadi dikarenakan sistem keamanan masih menggunakan kunci sehingga mudah dicuri, karena kunci tersebut masih bisa di perbanyak. Sistem keamanan dengan kunci konvensional juga sering terjadi pada keberadaan kunci tersebut. Terkadang kita lupa menaruh atau tak sengaja jatuh lalu kemudian hilang. Kurangnya pengawasan pada loker konvensional juga menimbulkan kemungkinan terjadi penjabolan secara paksa tanpa sepengetahuan pemilik loker [4].

Pada penelitian [5] tentang sistem IoT yang menggunakan teknologi RFID (*Radio Frequency Identification*). RFID memanfaatkan gelombang radio untuk membaca dan mengidentifikasi informasi dari tag RFID, yang kemudian diproses oleh mikrokontroler, seperti Arduino, untuk membuka dan menutup loker secara otomatis. Adapun kelemahan dari teknologi ini. Pertama, risiko penyalahgunaan tetap ada jika kartu hilang dan ditemukan oleh pihak lain. Kedua, jarak pembacaan RFID reader yang terbatas di bawah 10 cm dapat menjadi kendala operasional, terutama jika terdapat penghalang logam yang sepenuhnya menghambat pembacaan sinyal. Ketiga, sistem ini masih memerlukan pengembangan lebih lanjut dalam segi perangkat lunak untuk meningkatkan ketahanan dan kepraktisan.

Sebagai solusi dari permasalahan di atas, diperlukan sistem keamanan yang lebih aman melalui penerapan teknologi terkini. Sistem yang menyediakan penyimpanan berupa “**Loker Otomatis Berbasis RFID dan Keypad**” yang dioperasikan melalui perangkat mobile. Sistem ini memanfaatkan KTM (Kartu Tanda Mahasiswa) sebagai kunci akses, memastikan keamanan karena setiap mahasiswa memiliki identitas unik. Pengguna dapat dengan mudah menyewa dan mengelola loker melalui aplikasi, sementara RFID dan KTM menjadi kunci utama untuk membuka dan menutup loker. Keypad digunakan sebagai antarmuka cadangan untuk memasukkan kode akses, yang berguna jika terjadi kesalahan atau kegagalan pada pembacaan kartu RFID. Sistem ini menawarkan kemudahan, keamanan, dan kepraktisan dalam pengelolaan loker. Dengan adanya sistem loker otomatis ini, pengguna akan lebih mudah melakukan penyewaan dan pengelolaan loker.

II. KAJIAN TEORI

A. Laptop

Laptop adalah perangkat elektronik yang dapat menerima data dari berbagai sumber, memproses data tersebut dan menghasilkan *output* berupa informasi. Pada penelitian ini komputer digunakan untuk konfigurasi arduino dan pembuatan *User interface* [6].

B. ESP 32 WROOM 32D

ESP32 adalah mikrokontroler populer yang dirancang oleh Espressif Systems, terutama digunakan dalam pengembangan IoT (*Internet of Things*). Modul ini memiliki performa yang kuat dengan prosesor dual-core Xtensa LX6 berkecepatan hingga 240 MHz, serta mendukung konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth (BLE dan Klasik). ESP32 dilengkapi dengan SRAM hingga 520 KB, GPIO yang fleksibel, serta fitur seperti ADC, DAC, PWM, I2C, SPI, UART, sensor suhu internal, dan RTC (*Real-time Clock*). Dengan efisiensi daya tinggi dan dukungan mode *deep-sleep*, ESP32 ideal untuk perangkat berbasis baterai. Keunggulannya, seperti kemampuan multifungsi dan komunitas pengguna yang besar, menjadikannya pilihan utama untuk aplikasi seperti otomasi rumah, perangkat wearable, dan berbagai proyek DIY [6].

Salah satu fitur penting yang terintegrasi dalam ESP32 adalah *EEPROM* (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*), yaitu jenis memori non-volatile yang mampu menyimpan data secara permanen meskipun perangkat dalam keadaan mati atau di-reset. Dalam proyek loker pintar, *EEPROM* digunakan untuk menyimpan data autentikasi seperti UID kartu RFID dan kode PIN pengguna. Dengan adanya *EEPROM*, sistem tetap dapat mengakses data penting ini tanpa perlu registrasi ulang setiap kali perangkat dinyalakan kembali, sehingga meningkatkan keandalan dan efisiensi operasional sistem [7].

C. Power supply/ DC power 12V

Catu Daya (*Power Supply*) adalah perangkat yang berfungsi untuk menyediakan dan mengatur arus listrik yang dibutuhkan oleh berbagai jenis perangkat elektronik. *Power supply* mengubah sumber listrik dari jaringan listrik (AC – Arus Bolak-balik) menjadi arus yang sesuai dengan kebutuhan perangkat (biasanya DC – Arus Searah) [8].

D. Solenoid Doorlock

Solenoid Doorlock atau kunci pintu *solenoid* adalah perangkat elektronik yang menggunakan mekanisme elektromagnetik untuk mengontrol penguncian dan pembukaan pintu secara otomatis. Teknologi ini umum digunakan dalam sistem keamanan modern [9].

E. Keypad

Keypad Numerik adalah perangkat input yang terdiri dari susunan tombol angka (0–9) serta beberapa tombol tambahan seperti * dan #. Keypad ini digunakan untuk memasukkan data numerik atau kode akses ke dalam sistem elektronik [10].

F. RFID Reader

RFID *Reader* RC-522 adalah modul yang banyak digunakan untuk membaca dan menulis data pada kartu atau tag RFID. Modul ini berbasis *chip* MFRC522 yang mendukung komunikasi berkecepatan tinggi dengan protokol RFID standar ISO/IEC 14443 A pada frekuensi operasi 13.56 MHz. Dengan antarmuka SPI, I2C, atau UART, modul ini mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti Arduino, ESP32, atau Raspberry Pi. RC-522 memiliki antena terintegrasi dan konsumsi daya yang rendah, menjadikannya ideal untuk berbagai aplikasi, seperti sistem akses kontrol, manajemen keanggotaan, pembayaran elektronik, dan proyek DIY. Dengan jarak operasi hingga 5 cm, modul ini dapat membaca dan menulis data secara efektif, tergantung pada kekuatan antena dan kondisi lingkungan. [11].

G. Relay 1channel

Relay adalah saklar listrik yang dioperasikan secara elektromagnetik untuk mengontrol sirkuit listrik dengan tegangan atau arus yang lebih besar menggunakan sinyal dengan tegangan atau arus yang lebih kecil. Relay sering digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik dan otomasi, termasuk sistem keamanan, kontrol mesin, dan proyek berbasis mikrokontroler seperti Arduino [12].

H. Kartu RFID

Kartu RFID (*Radio Frequency Identification*) adalah kartu pintar yang dilengkapi dengan *chip* dan antena kecil di dalamnya, yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengirimkan data secara nirkabel melalui gelombang radio. Kartu ini bekerja dengan cara memancarkan sinyal radio ketika didekatkan ke perangkat pembaca (RFID *reader*), yang kemudian membaca data unik yang tersimpan di dalam *chip* kartu tersebut [11].

I. Sensor Infrared

Sensor *infrared* adalah perangkat elektronik yang berfungsi untuk mendeteksi radiasi *infrared* dari suatu objek atau lingkungan. Sensor ini bekerja dengan menangkap gelombang elektromagnetik pada spektrum *infrared*, yaitu antara 0,75 hingga 1000 mikrometer, yang umumnya tidak terlihat oleh mata manusia. Secara umum, sensor inframerah terbagi menjadi dua jenis, yaitu sensor PIR (*Passive Infrared Sensor*) dan sensor *infrared* aktif. Sensor PIR bekerja dengan mendeteksi perubahan radiasi panas yang dipancarkan oleh objek, terutama tubuh manusia atau hewan, tanpa memancarkan sinyal apapun. [13].

J. Buzzer

Buzzer merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk menghasilkan suara sebagai bentuk peringatan atau notifikasi. Dalam suatu sistem berbasis mikrokontroler, *buzzer* biasanya digunakan sebagai indikator kondisi tertentu yang dipicu oleh sensor atau logika program. Misalnya, dalam sebuah sistem deteksi berbasis cahaya, *buzzer* akan aktif dan

mengeluarkan suara ketika sensor mendeteksi adanya perubahan intensitas cahaya melebihi ambang batas tertentu. *Buzzer* ini terhubung langsung ke pin output pada mikrokontroler, dan akan menyala sesuai dengan perintah yang diberikan dalam program [14].

K. Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah program ke papan mikrokontroler seperti Arduino, ESP32, dan lainnya. Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman berbasis C/C++ dan menyediakan berbagai pustaka (*library*) untuk memudahkan integrasi sensor, aktuator, dan modul komunikasi. Dalam proyek loker pintar, Arduino IDE digunakan untuk memprogram logika kerja sistem, seperti pembacaan kartu RFID, input *Keypad*, dan kontrol *solenoid* [15].

L. Blynk

Blynk adalah platform IoT (*Internet of Things*) berbasis cloud yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol dan memantau perangkat mikrokontroler secara *real-time* melalui aplikasi di *smartphone*. Dengan Blynk, pengguna dapat membuat antarmuka grafis (*dashboard*) untuk mengontrol perangkat seperti membuka loker, melihat status loker, atau mendapatkan notifikasi. Blynk sangat cocok digunakan untuk integrasi sistem berbasis ESP32 karena mendukung koneksi Wi-Fi secara langsung [16].

M. MIT APP INVENTOR

MIT App Inventor adalah platform visual berbasis web yang memungkinkan pengguna merancang dan membuat aplikasi Android tanpa harus menguasai bahasa pemrograman tingkat lanjut. Pengguna hanya perlu menyusun blok-blok logika secara visual. Dalam konteks loker pintar, MIT App Inventor bisa digunakan untuk membuat aplikasi Android sederhana yang berfungsi sebagai antarmuka pengguna, misalnya untuk membuka loker, melakukan registrasi, atau melihat riwayat penggunaan [17].

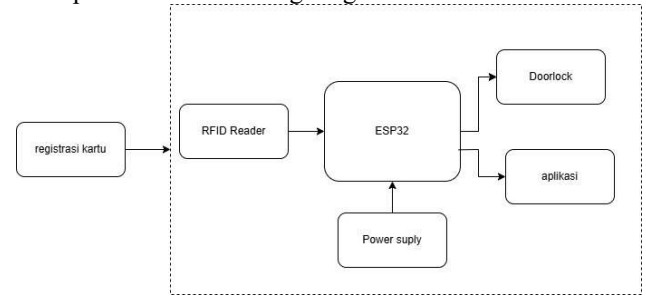
III. METODE

Metode penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan studi literatur dan rekayasa sistem. Metode kuantitatif digunakan untuk melakukan pengujian dan pengukuran terhadap parameter fungsionalitas sistem, seperti tingkat keberhasilan autentikasi RFID dan PIN, kecepatan akses, serta stabilitas koneksi IoT. Selain itu, dilakukan survei kepuasan pengguna terhadap 20 responden untuk memperoleh data numerik mengenai tingkat kepuasan dari aspek kemudahan akses, keamanan, dan kemudahan pemeliharaan. Data yang diperoleh dari hasil pengujian dan survei kemudian dianalisis secara deskriptif untuk mengevaluasi performa sistem dan menarik kesimpulan.

A. Desain Sistem

Desain sistem merupakan tahap penting dalam proses pengembangan perangkat, di mana seluruh komponen dan alur kerja sistem dirancang agar dapat berfungsi secara terintegrasi dan optimal. Pada tahap ini, sistem loker pintar TELOCKER dirancang dengan menggabungkan teknologi RFID, *keypad*, dan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan platform IoT untuk mendukung proses autentikasi, kontrol akses, serta monitoring secara *real-time*. Desain ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang dibangun

tidak hanya aman dan andal, tetapi juga mudah digunakan dan diimplementasikan di lingkungan laboratorium.



GAMBAR 1

Blok Diagram Perangkat ESP Pada Gambar 1 menggambarkan alur kerja sistem loker pintar berbasis ESP32 dengan autentikasi menggunakan RFID. Sistem diawali dengan proses registrasi kartu, di mana pengguna atau administrator mendaftarkan kartu RFID agar UID (*Unique ID*) kartu tersebut dikenali oleh sistem. Ketika kartu yang telah terdaftar ditempelkan pada modul RFID, data UID dari kartu akan dikirim ke ESP32 sebagai pusat kendali sistem. ESP32 kemudian memproses data tersebut dan menentukan apakah akses diizinkan atau ditolak berdasarkan data yang telah tersimpan sebelumnya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kemudahan Akses

Pengujian kemudahan akses pada sistem *smart locker* berbasis RFID dilakukan dengan menggunakan tiga jenis kartu berbeda, yaitu kartu admin, kartu pengguna yang telah terdaftar, dan kartu yang tidak terdaftar. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa sistem dapat memberikan akses yang cepat, tepat, dan efisien kepada pengguna yang sah, serta mampu menolak akses dari pihak yang tidak memiliki otorisasi.

TABEL 1
HASIL PENGUJIAN KEMUDAHAN AKSES (KARTU TERDAFTAR)

Pengujian	Jenis Kartu	UID Kartu	Status Hasil Pengujian (%)	Rentang pengujian
1	Kartu Terdaftar	D32FOFOS-User2	Berhasil (100) Error (0)	5
2	Kartu Terdaftar	8CF60E05-User3	Berhasil (100) Error (0)	5
3	Kartu Terdaftar	FDF51805-User11	Berhasil (100) Error (0)	5

Pada Tabel 2 merupakan pengujian kemudahan akses menggunakan kartu belum terdaftar

TABEL 2
HASIL PENGUJIAN KEMUDAHAN AKSES (KARTU BELUM TERDAFTAR)

Pengujian	Jenis Kartu	UID Kartu	Status Hasil Pengujian (%)	Rentang pengujian
1	Kartu Belum Terdaftar	OC950F05-User9	Berhasil (100) Error (0)	5
2	Kartu Belum Terdaftar	2BD92402-User12	Berhasil (100) Error (0)	5

3	Kartu Belum Terdaftar	EC414302- User7	Berhasil (100) Error (0)	5
---	-----------------------------	--------------------	-----------------------------	---

Pada Tabel 1 dan Tabel 2 Hasil Pengujian Kemudahan Akses, ditampilkan hasil pengujian sistem *Telocker* terhadap dua kondisi autentikasi, yaitu penggunaan kartu terdaftar dan kartu belum terdaftar, dengan masing-masing pengujian dilakukan sebanyak tiga kali untuk setiap jenis kartu.

Pada Tabel 1, kartu yang digunakan adalah kartu terdaftar, yaitu UID D32F0F05-User2, 8CF60E05-User3, dan FDF51805-User11. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketiga kartu tersebut dapat mengakses loker dengan status “Berhasil (100%)” dan Error 0%, yang berarti sistem berhasil mengenali seluruh kartu yang telah terdaftar tanpa mengalami kendala teknis atau kesalahan pemrosesan. Masing-masing pengujian juga mendapat pengujian sebanyak 5 kali, yang menandakan bahwa pengguna merasa proses autentikasi berjalan lancar, cepat, dan tanpa hambatan. Hasil ini membuktikan bahwa sistem RFID pada *Telocker* bekerja dengan sangat baik dalam memberikan akses kepada pengguna sah sesuai dengan data yang telah didaftarkan.

Sementara itu, pada Tabel 2, dilakukan pengujian terhadap kartu belum terdaftar, yaitu UID 0C950F05-User9, 2BD92402-User12-, dan EC414302-User7. Meskipun sistem memberikan status “Berhasil (100%)”, maksud dari “berhasil” di sini adalah bahwa sistem berhasil menolak akses dari kartu yang tidak terdaftar, bukan memberikan izin akses. Hal ini diperkuat oleh nilai *Error* 0%, menunjukkan bahwa tidak ada kesalahan dalam proses penolakan tersebut, dan sistem mampu membedakan antara kartu sah dan tidak sah secara tepat. Menariknya, meskipun kartu tidak diberikan akses, ketiga pengujian tetap mendapat rating sebesar 5 dari pengguna, yang dapat diartikan bahwa responden menilai sistem bekerja sesuai dengan fungsinya yaitu mencegah akses yang tidak diizinkan.

Secara keseluruhan, analisis dari kedua tabel menunjukkan bahwa sistem autentikasi RFID pada *Telocker* telah berfungsi secara optimal dan akurat. Sistem mampu memberikan akses hanya kepada pengguna dengan kartu yang terdaftar serta menolak kartu tidak dikenal dengan konsisten tanpa adanya kesalahan teknis. Tingkat keberhasilan 100% dan *error* 0% dalam semua pengujian, serta rating maksimal dari pengguna, memperkuat bahwa sistem ini telah berhasil dalam aspek kemudahan akses.

B. Autentifikasi Pengguna

Pengujian autentikasi pengguna dilakukan untuk memastikan bahwa hanya kartu yang telah terdaftar yang dapat mengakses sistem. Tabel dibawah menunjukkan hasil pengujian berdasarkan UID kartu yang digunakan selama proses autentikasi.

TABEL 3
PENGUJIAN AUTENTIFIKASI PENGGUNA

Pengujian	UID	Status Kartu	Hasil
1	D32FOFOS -User2	Terdaftar	

Pengujian	UID	Status Kartu	Hasil
2	8CF60E05- User3	Terdaftar	
3	0C950F05- User9	Belum Terdaftar	
4	2BD92402- User12	Belum Terdaftar	

Berdasarkan hasil pengujian autentikasi pengguna yang ditampilkan pada Tabel 3, dapat disimpulkan bahwa sistem berhasil membedakan antara kartu yang telah terdaftar dan yang belum. Pengujian pertama menunjukkan bahwa kartu dengan UID D32F0F05 - User2 yang berstatus terdaftar mampu mengakses sistem dengan lancar, sebagaimana terlihat pada tampilan LCD yang menunjukkan respon positif.

Selanjutnya, pada pengujian kedua, kartu dengan UID 8CF60E05 - User3 juga berstatus terdaftar, dan sistem memberikan hasil yang sama, yaitu akses diterima dan informasi UID ditampilkan pada LCD. Ini menunjukkan bahwa sistem dapat mengenali dan memverifikasi kartu-kartu yang telah disimpan sebelumnya dalam memori (EEPROM).

Namun, pada pengujian ketiga dan keempat, yaitu dengan kartu UID 0C950F05 - User9 dan 2BD92402 - User12, hasil menunjukkan bahwa kartu tersebut belum terdaftar, sehingga sistem menolak akses secara otomatis. Hal ini terlihat dari tampilan LCD yang menunjukkan informasi penolakan atau tidak dikenalnya UID.

Secara keseluruhan, pengujian autentikasi pengguna ini menunjukkan bahwa sistem telah bekerja dengan baik dalam mengenali dan membedakan antara pengguna yang memiliki hak akses dan yang tidak. Fungsi verifikasi UID berjalan dengan tepat, sehingga keamanan akses terhadap loker dapat terjaga. Ini menjadi indikator bahwa sistem RFID yang diterapkan memiliki keandalan dalam pengelolaan data pengguna dan implementasi logika autentikasinya.

C. Pemeliharaan yang mudah

Pengujian pemeliharaan dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh komponen sistem loker elektronik berbasis ESP32 berfungsi dengan baik setelah dirakit dan digunakan. Tabel berikut menjelaskan langkah-langkah pemeliharaan, hasil yang diharapkan, serta ketentuannya

TABEL 4
PEMELIHARAAN YANG MUDAH

No	Kegiatan Pemeliharaan	Hasil	Keterangan
1	Periksa koneksi fisik semua komponen	Semua kabel dan konektor terpasang kuat dan benar. Sistem dapat menyala normal.	Tidak perlu pergantian

No	Kegiatan Pemeliharaan	Hasil	Keterangan
2	Tempelkan kartu admin dan masuk ke menu admin	LCD menampilkan menu admin, artinya kartu dikenali sebagai admin.	Kartu admin berhasil dikenali dan masuk mode pengelolaan.
3	Uji akses dengan kartu yang baru didaftarkan	Loker terbuka, LCD menampilkan pesan "Akses Diterima", <i>Buzzer</i> aktif sebagai notifikasi.	Sistem menerima UID, membuka loker, dan mencatat log akses di Blynk.
4.	Tambahkan kartu pengguna baru melalui menu admin	UID kartu baru berhasil tersimpan ke <i>EEPROM</i> dan ditampilkan notifikasi keberhasilan.	Kartu pengguna baru berhasil ditambahkan ke sistem.

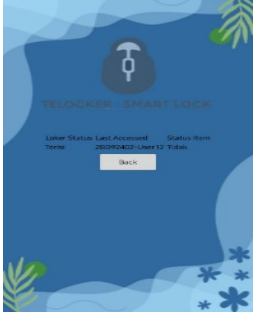
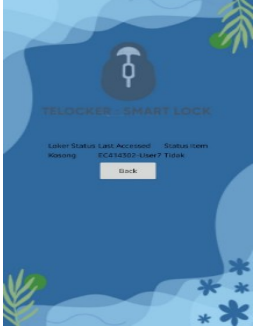
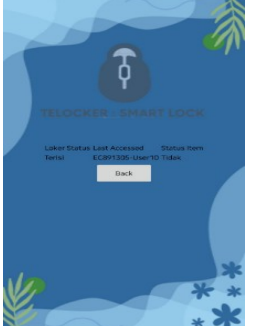
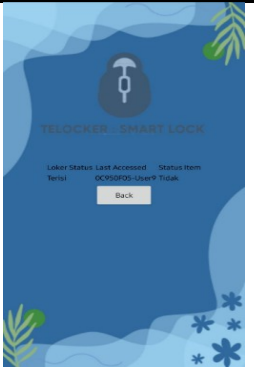
Berdasarkan hasil pengujian pemeliharaan yang ditampilkan pada Tabel 4, dapat disimpulkan bahwa sistem loker berbasis ESP32 berjalan dengan baik dan sesuai dengan fungsinya. Pengujian dimulai dengan pemeriksaan koneksi fisik seluruh komponen, di mana seluruh kabel dan konektor terpasang dengan kuat dan sistem berhasil menyala tanpa adanya kendala, menunjukkan bahwa instalasi perangkat keras telah dilakukan dengan benar. Selanjutnya, saat kartu admin ditempelkan pada modul RFID, sistem mampu mengenali UID kartu dan secara otomatis masuk ke mode pengelolaan. Pengujian akses menggunakan kartu yang telah didaftarkan menunjukkan bahwa sistem dapat membuka loker, menampilkan pesan "Akses Diterima", serta memberikan notifikasi baik melalui LCD maupun *Buzzer*. Hal ini menandakan bahwa integrasi antara RFID, relay, dan notifikasi telah berfungsi secara sinkron.

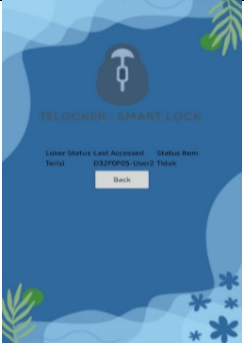
Pada tahap terakhir, penambahan kartu pengguna baru melalui kartu admin berhasil dilakukan, di mana data kartu tersimpan di *EEPROM* dan ditampilkan pesan konfirmasi pada LCD. Ini membuktikan bahwa proses penyimpanan data dan manajemen pengguna berjalan sesuai desain. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat dioperasikan dan dipelihara dengan mudah, serta siap digunakan dalam implementasi nyata.

D. Aplikasi Mudah

Berikut adalah hasil pengujian aplikasi dengan fokus pada kemudahan penggunaan sistem dalam memilih loker melalui antarmuka. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa setiap pilihan loker yang dilakukan oleh pengguna dapat terdeteksi dengan baik dan ditampilkan secara visual di layar aplikasi.

TABEL 5
PENGUJIAN APLIKASI MUDAH

No	Loker	Status Pengujian	Hasil
1	Pilih loker 1	Terdeteksi	
2	Pilih loker 2	Terdeteksi	
3	Pilih loker 3	Terdeteksi	
4	Pilih loker 1	Terdeteksi	

No	Loker	Status Pengujian	Hasil
5	Pilih loker 2	Terdeteksi	

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 5, dapat disimpulkan bahwa aplikasi berhasil mendeteksi pilihan loker pengguna secara akurat. Setiap pemilihan loker 1, 2, dan 3 ditampilkan dengan antarmuka yang sesuai, menunjukkan bahwa sistem mampu merespons input dengan tepat. Selama pengujian, tidak ditemukan kendala baik dari sisi deteksi maupun tampilan, yang mencerminkan bahwa antarmuka dirancang secara sederhana, responsif, dan mudah dioperasikan. Keberhasilan sistem dalam setiap percobaan menunjukkan bahwa fungsionalitas aplikasi telah berjalan sesuai dengan tujuan pengelolaan *smart locker*.

E. Kepuasan Pelanggan

Berikut ini merupakan hasil pengujian yang diperoleh dari penyebaran kuesioner kepada pengguna sistem *smart locker*, yang divisualisasikan dalam bentuk grafik untuk masing-masing aspek penilaian, yaitu kemudahan akses, keamanan, kecepatan akses, dan kepuasan keseluruhan.

1. Kemudahan Akses

Aspek kemudahan akses menjadi salah satu indikator penting dalam menilai tingkat kenyamanan pengguna terhadap sistem *smart locker*. Pengukuran terhadap aspek ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana pengguna merasa sistem mudah diakses, baik dari segi antarmuka, responsivitas, maupun proses penggunaan secara keseluruhan.

Tiga pertanyaan yang digunakan untuk mengukur indikator kemudahan akses pada sistem *smart locker* meliputi: (1) Apakah loker mudah digunakan bahkan untuk pengguna baru, (2) Apakah proses registrasi dan penggunaan RFID berjalan dengan lancar, serta (3) Apakah panduan penggunaan loker sudah jelas dan mudah dipahami. Ketiga aspek ini dirancang untuk menilai seberapa ramah sistem terhadap pengguna dari sisi aksesibilitas dan kemudahan operasional secara keseluruhan.

Loker mudah digunakan bahkan untuk pengguna baru

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 3	1	5.0	5.0	5.0
4	5	25.0	25.0	30.0
5	14	70.0	70.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

GAMBAR 2
DISTRIBUSI PERSEPSI PENGGUNA TERHADAP KEMUDAHAN AKSES (1)

Berdasarkan Gambar 2, penyebaran kuesioner terhadap pernyataan "Loker mudah digunakan bahkan untuk pengguna baru", diperoleh data bahwa mayoritas responden memberikan penilaian sangat setuju, yaitu sebanyak 14 orang atau sebesar 70%. Sebanyak 5 responden (25%) menyatakan setuju, dan hanya 1 responden (5%) yang memberikan penilaian netral. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar pengguna merasa sistem *smart locker* memiliki antarmuka yang intuitif dan mudah digunakan, bahkan oleh pengguna yang belum pernah menggunakan sistem serupa sebelumnya.

Proses registrasi dan penggunaan RFID berjalan lancar

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 5	20	100.0	100.0	100.0

Panduan penggunaan loker sudah jelas dan mudah dipahami.

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 5	20	100.0	100.0	100.0

GAMBAR 3
DISTRIBUSI PERSEPSI PENGGUNA TERHADAP KEMUDAHAN AKSES (2) & (3)

Berdasarkan Gambar 3 hasil kuesioner terhadap dua pernyataan berikut: "Proses registrasi dan penggunaan RFID berjalan lancar" serta "Panduan penggunaan loker sudah jelas dan mudah dipahami", seluruh responden memberikan skor tertinggi, yaitu 5. Hal ini menunjukkan bahwa 100% pengguna merasa proses registrasi RFID dapat dilakukan tanpa hambatan dan seluruh panduan yang tersedia sangat mudah dimengerti. Temuan ini mengindikasikan bahwa sistem *smart locker* dirancang dengan baik dalam hal instruksi penggunaan dan prosedur operasional, sehingga memudahkan pengguna dalam mengakses dan memanfaatkan fitur-fitur yang tersedia.

2. Keamanan

Aspek keamanan merupakan elemen krusial dalam sistem *smart locker*, karena menyangkut perlindungan terhadap barang pribadi pengguna. Pengujian terhadap aspek ini bertujuan untuk menilai sejauh mana pengguna merasa sistem mampu memberikan jaminan keamanan melalui mekanisme autentikasi dan perlindungan fisik yang tersedia.

Saya merasa barang yang saya simpan aman di dalam loker ini

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 3	1	5.0	5.0	5.0
4	5	25.0	25.0	30.0
5	14	70.0	70.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

GAMBAR 4
DISTRIBUSI PERSEPSI PENGGUNA TERHADAP KEAMANAN LOKER (1)

Berdasarkan Gambar 4 hasil kuesioner terhadap pernyataan “Saya merasa barang yang saya simpan aman di dalam loker ini”, diperoleh bahwa mayoritas responden, yaitu sebanyak 14 orang (70%), memberikan penilaian sangat setuju. Sebanyak 5 responden (25%) menyatakan setuju, dan hanya 1 responden (5%) yang memberikan penilaian netral. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem *smart locker* memberikan rasa aman yang tinggi kepada pengguna dalam menyimpan barang-barang mereka. Tingginya tingkat kepercayaan ini mencerminkan bahwa fitur keamanan yang diterapkan, seperti penggunaan RFID dan penguncian otomatis, dinilai efektif oleh pengguna.

Sistem keamanan RFID pada loker ini efektif dalam mencegah akses yang tidak diizinkan					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3	1	5.0	5.0	5
	4	5	25.0	25.0	30
	5	14	70.0	70.0	100
Total		20	100.0	100.0	

GAMBAR 5
DISTRIBUSI PERSEPSI PENGGUNA TERHADAP KEAMANAN LOKER (2)

Berdasarkan Gambar 5 data pada tabel mengenai pernyataan “Sistem keamanan RFID pada loker ini efektif dalam mencegah akses yang tidak diizinkan”, diketahui bahwa sebanyak 14 responden (70%) memberikan penilaian sangat setuju, dan 5 responden (25%) menyatakan setuju. Hanya 1 responden (5%) yang memberikan penilaian netral. Hasil ini mengindikasikan bahwa sebagian besar pengguna merasa sistem RFID yang diterapkan telah berfungsi dengan baik dalam menjaga keamanan dan mencegah akses dari pihak yang tidak berwenang. Tingginya tingkat kepercayaan ini menjadi bukti bahwa fitur autentikasi RFID pada sistem *smart locker* dianggap efektif oleh para pengguna.

Adanya fitur otomatis membuat saya lebih yakin terhadap keamanan loker					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3	1	5.0	5.0	5.0
	4	8	40.0	40.0	45.0
	5	11	55.0	55.0	100.0
Total		20	100.0	100.0	

GAMBAR 6
DISTRIBUSI PERSEPSI PENGGUNA TERHADAP KEAMANAN LOKER (3)

Berdasarkan Gambar 6 hasil kuesioner terhadap pernyataan “Adanya fitur otomatis membuat saya lebih yakin terhadap keamanan loker”, diperoleh bahwa sebanyak 11 responden (55%) sangat setuju, dan 8 responden (40%) menyatakan setuju. Hanya 1 responden (5%) yang memberikan penilaian netral. Temuan ini menunjukkan bahwa mayoritas pengguna merasa keberadaan fitur otomatis, seperti penguncian otomatis dan sistem deteksi akses, meningkatkan keyakinan mereka terhadap keamanan sistem *smart*

locker secara keseluruhan. Fitur otomatis ini dinilai mampu memberikan rasa aman tambahan karena meminimalkan kesalahan pengguna dan potensi akses tidak sah.

3. Kecepatan Akses

Aspek kecepatan akses menjadi indikator penting dalam menilai efisiensi sistem *smart locker* dalam mendukung kebutuhan pengguna. Untuk mengukur aspek ini, digunakan dua pernyataan kunci, yaitu “Proses membuka dan menutup loker menggunakan RFID berlangsung cepat” serta “Sistem tidak mengalami kendala atau penundaan saat diakses”. Kedua pernyataan ini bertujuan untuk menggambarkan sejauh mana sistem mampu merespons perintah pengguna dengan cepat dan tanpa hambatan teknis.

Proses membuka dan menutup loker menggunakan RFID berlangsung cepat

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	4	10	50.0	50.0	50.0
	5	10	50.0	50.0	100.0
Total		20	100.0	100.0	

GAMBAR 7
DISTRIBUSI FREKUENSI PERSEPSI KECEPATAN AKSES

(1)

Berdasarkan Gambar 7 hasil kuesioner terhadap pernyataan “Proses membuka dan menutup loker menggunakan RFID berlangsung cepat”, diketahui bahwa sebanyak 10 responden (50%) memberikan penilaian setuju dan 10 responden lainnya (50%) memberikan penilaian sangat setuju. Tidak terdapat responden yang memberikan penilaian di bawah skor 4. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh pengguna merasakan bahwa proses akses menggunakan RFID berjalan dengan cepat dan responsif, tanpa adanya keterlambatan yang mengganggu dalam pengoperasian loker. Temuan ini mencerminkan bahwa sistem telah diimplementasikan dengan efisien dari sisi kecepatan akses.

Dari sisi kecepatan akses, yang dimaksud adalah seberapa cepat dan responsif sistem *smart locker* dalam menanggapi perintah pengguna, khususnya saat membuka dan menutup loker menggunakan teknologi RFID. Kecepatan akses mencerminkan efisiensi waktu yang dibutuhkan sistem untuk memproses input (seperti menempelkan kartu RFID) hingga loker benar-benar terbuka atau terkunci kembali.

Dalam konteks ini, jika proses tersebut berlangsung cepat tanpa jeda atau penundaan, maka sistem dianggap memiliki kecepatan akses yang baik. Hal ini penting karena pengguna cenderung menginginkan sistem yang praktis dan tidak memakan waktu lama, terutama dalam situasi yang menuntut efisiensi waktu. Tingginya penilaian pada indikator ini menunjukkan bahwa sistem *smart locker* berhasil memberikan pengalaman penggunaan yang cepat dan efisien bagi penggunanya.

Sistem tidak mengalami kendala atau penundaan saat diakses				
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 3	1	5.0	5.0	5.0
4	6	30.0	30.0	35.0
5	13	65.0	65.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

GAMBAR 8
DISTRIBUSI FREKUENSI PERSEPSI KECEPATAN AKSES
(2)

Berdasarkan Gambar 8 hasil kuesioner terhadap pernyataan “Sistem tidak mengalami kendala atau penundaan saat diakses”, diperoleh data bahwa sebanyak 13 responden (65%) memberikan penilaian sangat setuju, dan 6 responden (30%) menyatakan setuju. Hanya 1 responden (5%) yang memberikan penilaian netral.

Hasil ini menunjukkan bahwa mayoritas pengguna merasa bahwa sistem *smart locker* beroperasi dengan lancar tanpa mengalami gangguan teknis atau keterlambatan saat digunakan. Keandalan sistem dalam merespons input secara cepat dan konsisten menjadi salah satu keunggulan yang dirasakan pengguna, sehingga mendukung tingkat kepuasan yang tinggi dalam aspek kecepatan akses.

4. Kepuasan Keseluruhan

Aspek kepuasan keseluruhan menjadi indikator penting untuk menilai bagaimana pengalaman pengguna terhadap sistem *smart locker* secara menyeluruh. Penilaian ini mencakup persepsi pengguna terhadap kualitas layanan, kemudahan penggunaan, keamanan, serta kecepatan akses sistem. Untuk mengukur tingkat kepuasan secara menyeluruh, digunakan dua pernyataan dalam kuesioner, yaitu “Secara keseluruhan, saya puas dengan layanan loker ini” dan “Saya akan merekomendasikan loker ini kepada pengguna lain”. Hasil dari kedua pernyataan ini akan dianalisis guna mengetahui sejauh mana sistem berhasil memenuhi ekspektasi dan kebutuhan pengguna.

Secara keseluruhan, saya puas dengan layanan loker ini

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 3	2	10.0	10.0	10.0
4	6	30.0	30.0	40.0
5	12	60.0	60.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

GAMBAR 9
DISTRIBUSI FREKUENSI KEPUASAN KESELURUHAN
(1)

Pada Gambar 9 hasil pengujian frekuensi yang diperoleh dari *output* SPSS pada pernyataan “Secara keseluruhan, saya puas dengan layanan loker ini” menunjukkan distribusi data responden berdasarkan tingkat kepuasan mereka. Dari total 20 responden, sebanyak 2 orang (10%) memberikan skor 3, yang mengindikasikan kepuasan pada tingkat sedang. Selanjutnya, 6 responden (30%) memberikan skor 4, yang berarti mereka merasa cukup puas dengan layanan loker. Mayoritas responden, yaitu 12 orang (60%), memberikan skor 5 yang menunjukkan bahwa mereka sangat puas terhadap layanan yang diberikan. Tidak ada responden yang memberikan skor di bawah 3, sehingga secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa seluruh responden merasa puas, dengan sebagian besar di antaranya merasa sangat puas.

Distribusi data ini memperlihatkan bahwa layanan loker telah mampu memenuhi harapan dan kebutuhan sebagian besar pengguna, sebagaimana tercermin dari tingginya persentase responden yang memberikan skor tertinggi.

Saya akan merekomendasikan loker ini kepada pengguna lain

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 3	1	5.0	5.0	5.0
4	5	25.0	25.0	30.0
5	14	70.0	70.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

GAMBAR 10
Distribusi Frekuensi Kepuasan Keseluruhan (2)

Pada Gambar 10 hasil pengujian distribusi frekuensi untuk pertanyaan "Saya akan merekomendasikan loker ini kepada pengguna lain," dapat disimpulkan bahwa sebagian besar responden memiliki kecenderungan kuat untuk merekomendasikan loker tersebut. Sebanyak 14 dari 20 responden (70.0%) memberikan nilai 5, menunjukkan tingkat persetujuan tertinggi. Lima responden (25.0%) memberikan nilai 4, menunjukkan persetujuan yang cukup tinggi, sementara hanya satu responden (5.0%) yang memberikan nilai 3, yang mengindikasikan tingkat persetujuan yang lebih rendah dibandingkan dua kategori lainnya. Secara kumulatif, 95.0% responden memberikan nilai 4 atau 5, memperkuat indikasi kepuasan dan kesediaan yang tinggi untuk merekomendasikan loker tersebut kepada orang lain. Dengan demikian, data ini menunjukkan penerimaan dan kepuasan yang sangat positif terhadap loker yang dimaksud.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil implementasi, pengujian, dan analisis yang telah dilakukan pada sistem *TELOCKER* dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa sistem berhasil diimplementasikan secara fisik dengan struktur yang rapi dan fungsional. Komponen utama seperti ESP32, RFID, *Keypad*, dan LCD terintegrasi dengan baik, memungkinkan sistem beroperasi secara mandiri tanpa memerlukan bantuan staf, sehingga cocok digunakan di lingkungan laboratorium. Selain itu, sistem *TELOCKER* mampu melakukan proses autentikasi dengan akurat, baik untuk kartu admin maupun kartu pengguna. Fitur-fitur seperti pendaftaran kartu, pembukaan loker, serta pencatatan log akses ke platform Blynk berjalan dengan lancar. Kemudahan dalam pemeliharaan sistem juga menjadi nilai tambah yang mendukung penggunaan jangka panjang. Berdasarkan hasil survei terhadap 20 responden, diketahui bahwa 95% pengguna memberikan skor 4–5 terhadap kepuasan keseluruhan, sementara 70% menilai keamanan sistem sangat efektif dalam mencegah akses tidak sah. Data tersebut menunjukkan bahwa sistem tidak hanya dapat dioperasikan secara mandiri, tetapi juga memberikan rasa aman dan pengalaman pengguna yang positif. Selain itu, tingkat keberhasilan autentikasi sistem mencapai 100% tanpa kesalahan, baik dalam mengenali kartu yang terdaftar maupun dalam menolak akses dari kartu yang tidak sah.

REFERENSI

- [1] A. Emda, "Laboratorium Sebagai Sarana Pembelajaran Kimia Dalam Meningkatkan Pengetahuan Dan Keterampilan Kerja Ilmiah".
- [2] A. Kridoyono, E. D. Hartono, dan A. B. Yunanda, "Implementasi Smartlock Berbasis RFID Pada Locker Laboratorium," *Jurnal Ilmu - Ilmu Teknik*, vol. 19, no. 1, 2020.
- [3] N. Gede, "Perancangan Loker Ergonomis Dan Otomatis Dengan Menggunakan Antropometri Dan RFID Card Di Laboratorium Industri Universitas Krisnadwipayana," *INDUSTRIKRISNA*, vol. 12, no. 1, hlm. 58–68, Mar 2023, doi: 10.61488/industrikrisna.v12i1.117.
- [4] W. Sulaeman, E. Alimudin, dan A. Sumardiono, "Sistem Pengaman Loker Dengan Menggunakan Deteksi Wajah," *Journal Of Energy And Electrical Engineering (JEEE)*, vol. 03, no. 02, 2022.
- [5] F. Rozy dan I. Fahruzi, "Sistem Pengaman Loker Menggunakan Smart Card PN532 RFID/NFC," *Jl*, vol. 14, no. 2, hlm. 114–121, Okt 2022, doi: 10.30871/ji.v14i2.4503.
- [6] A. A. Al Sarfini dan D. Irawan, "Sistem Kontrol Jarak Jauh Plc Menggunakan Esp32 Berbasis Iot," *j. amp. : j. ilm. bid. tek. elect. and comp.*, vol. 14, no. 1, hlm. 51–55, Mei 2024, doi: 10.33369/jamplifier.v14i1.33484.
- [7] E. P. Prasetya, "Manajemen Memori Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (EEPROM)," 2022, doi: 10.13140/RG.2.2.14836.48002.
- [8] S. Budang dan W. Yuniarto, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Mini Manufacture Mesin Pencetak Kerupuk Basah Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Outsel," *ELIT Journal Electrotechnics And Information Technology*, vol. 5, no. 2, 2024.
- [9] A. Ariandi, R. Yesputra, dan R. Risnawati, "Perancangan Smart Home Dengan Sistem Kendali Dari Android Di CV. Rifanta Tanjung Balai," *JUTSI*, vol. 1, no. 1, hlm. 51–60, Sep 2021, doi: 10.33330/jutsi.v1i1.1036.
- [10] A. Ramadhani, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Berbasis Internet of Things," *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*, vol. 0, no. 0, hlm. 265–266, Sep 2021.
- [11] L. Wibowo dan R. Wahyusari, "Implementasi Arduino Dan Kartu RFID Pada Media Pembelajaran Mengenal Hewan Laut," *JIRE*, vol. 5, no. 2, hlm. 253–262, Nov 2022, doi: 10.36595/jire.v5i2.676.
- [12] S. Achmady, L. Qadriah, dan A. Auzan, "Rancang Bangun Magnetic Solenoid Door Lock Dengan Speech Recognition Menggunakan Nodemcu Berbasis Android," *JRR*, vol. 4, no. 2, hlm. 79–91, Jul 2022, doi: 10.47647/jrr.v4i2.636.
- [13] T. Ta'ali, W. Khairat, H. Habibullah, dan J. Sardi, "Pengaruh Jarak Terhadap Sensitivitas Sensor Warna TCS3200," *JTEIN*, vol. 4, no. 1, hlm. 67–74, Feb 2023, doi: 10.24036/jtein.v4i1.340.
- [14] F. Nadziroh dan F. Syafira, "Alat Deteksi Intensitas Cahaya Berbasis Arduino Uno Sebagai Penanda Pergantian Waktu Siang-Malam Bagi Tunanetra," 2021.
- [15] I. G. P. Wirajaya, "Penerapan Rancang Bangun Pintu Kunci Menggunakan Sensor Radio Frequency Identification (RFID)," 2023.
- [16] Ahmad Syafi'i, Abdul Hamid Kurniawan, dan Rusda, "Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis ESP32 Desa Purwajaya," *PoliGrid*, vol. 5, no. 2, Des 2024, doi: 10.46964/poligrid.v5i2.47.
- [17] A. C. Nugroho, "Pengembangan Game Mole Mash di Android Menggunakan Metode Rapid Application Development," *JACOST*, vol. 1, no. 1, hlm. 1–6, Jun 2020, doi: 10.52158/jacost.v1i1.6.