
PERANCANGAN PURWARUPA *SMART DOOR LOCK* BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Angga Dwi Wibowo¹⁾, Eri Sasmita Susanto²⁾

^{1,2}Prodi Informatika, Fakultas Rekayasa Sistem, Universitas Teknologi Sumbawa

Correspondence author: A.D.Wibowo, anggadwiwibowo@gmail.com, Sumbawa, Indonesia

Abstract

In the current digital era, door security extends beyond traditional physical keys, requiring more sophisticated features and advantages. This research aims to design an innovative smart door lock prototype using RFID technology, biometric fingerprint sensors, vibration sensors, buzzers, and Blynk application based on the Internet of Things. The implementation of this IoT-based door security system is expected to overcome the problems of physical keys by offering an effective, secure, and adaptive solution to modern security demands. This study employs the Design Science Research Process (DSRP) method, which is a research paradigm focusing on creating designs to answer questions relevant to human problems. DSRP combines empirical, rational, and systematic aspects in data collection and hypothesis testing. The results show that the smart door lock prototype was successfully designed using the ESP32 microcontroller. Access control, monitoring, and notifications can be accessed through the Blynk application.

Keywords: internet of things, RFID, biometric fingerprint sensors, vibration sensors, smart door lock

Abstrak

Dalam era digital saat ini, keamanan pintu melampaui sekadar kunci fisik, menuntut fitur dan keunggulan yang lebih canggih. Tujuan penelitian ini adalah perancangan purwarupa pintu pintar (*smart door lock*) yang inovatif, menggunakan teknologi RFID, sensor sidik jari biometrik, sensor getar, *buzzer*, dan aplikasi blynk berbasis *Internet Of Things*. Penerapan sistem keamanan pintu berbasis IoT ini diharapkan mampu mengatasi permasalahan kunci fisik, dengan menawarkan solusi yang efektif, aman, dan adaptif terhadap tuntutan keamanan modern. Penelitian ini menggunakan metode *Design Science Research Process* (DSRP), yang merupakan paradigma penelitian yang fokus pada penciptaan desain untuk menjawab pertanyaan yang relevan dengan permasalahan manusia. DSRP menggabungkan aspek rasional empiris dan sistematis dalam pengumpulan data dan pengujian hipotesis. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perancangan purwarupa *smart door lock* berhasil dibuat menggunakan mikrokontroler ESP32. Kontrol akses, monitoring, notifikasi dapat di akses melalui aplikasi Blynk.

Kata Kunci: *internet of things*, RFID, sensor sidik jari biometrik, sensor getar, *smart door lock*

A. PENDAHULUAN

Di era digital saat ini, keamanan pintu telah melampaui konsep kunci fisik tradisional, menuntut fitur dan keunggulan yang lebih canggih. Meskipun kunci fisik telah lama menjadi standar dalam kontrol akses, saat ini sistem tersebut menghadapi berbagai kelemahan signifikan. Kelemahan-kelemahan ini termasuk pembobolan, kehilangan kunci, pencurian, duplikasi tanpa izin, ketidakmampuan untuk pengaturan dari jauh, dan kurangnya kontrol akses canggih (Fitriansyah & Suryanto, 2021). Di era modern ini, di mana keamanan semakin penting, kerentanan kunci konvensional telah mendorong pergeseran menuju teknologi keamanan yang lebih canggih, termasuk IoT (*Internet of Things*) dan sistem kontrol akses elektronik, untuk meningkatkan tingkat keamanan dan kenyamanan akses (Nugroho, 2024).

Penelitian ini dipicu oleh insiden keamanan di rumah dinas BMKG Sumbawa, di mana sistem keamanan pintu konvensional gagal mencegah pencurian. Penelitian sebelumnya mengenai peningkatan keamanan pintu telah menggunakan teknologi modern, seperti penelitian sistem pintu pintar dengan sensor jarak yang telah dilakukan oleh (Adidrana et al., 2023) dan Penelitian kedua mengenai keamanan pintu memanfaatkan aplikasi blynk sebagai pengontrol pintu pintar yang dilakukan oleh (Bakhri et al., 2021). Berdasarkan kedua penelitian tersebut, fokus penelitian ini adalah mengembangkan pintu pintar yang lebih inovatif dengan memanfaatkan teknologi RFID, sensor sidik jari biometrik, sensor getar, *buzzer*, dan aplikasi Blynk. Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan solusi pintu pintar yang efektif, aman, dan adaptif terhadap tuntutan keamanan modern, dengan harapan dapat mengatasi permasalahan kunci fisik dan memberikan kontrol akses yang lebih baik serta kemampuan pengaturan dari jarak jauh.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang purwarupa *smart door lock* berbasis IoT yang dapat mengatasi berbagai kelemahan kunci fisik konvensional. Hal ini mencakup peningkatan keamanan dan kenyamanan pengguna dengan menerapkan teknologi canggih yang memungkinkan kontrol akses yang lebih baik dan pengaturan dari jarak jauh. Dengan memanfaatkan penelitian (Adidrana et al., 2023; Bakhri et al., 2021) sebagai landasan, studi ini berusaha menghasilkan solusi yang tidak hanya memperbaiki kelemahan kunci fisik tetapi juga menawarkan pendekatan keamanan yang lebih holistik dan adaptif dalam menjawab tantangan keamanan di era digital.

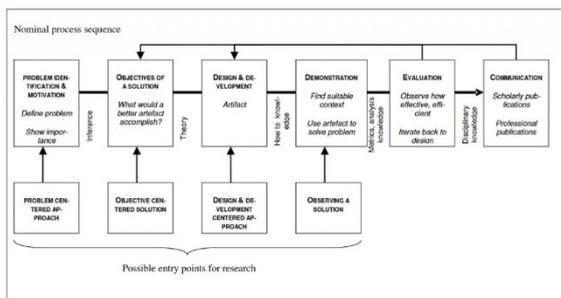
Studi ini penting mengingat semakin meningkatnya kebutuhan akan solusi keamanan yang lebih efisien dan adaptif di lingkungan rumah dan kantor. Implementasi smart door lock berbasis IoT memiliki potensi untuk mengubah cara kita berinteraksi dengan sistem keamanan fisik, memberikan lapisan keamanan tambahan, dan meningkatkan kualitas hidup melalui teknologi yang lebih pintar dan terhubung. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi signifikan dalam bidang keamanan pintu, menawarkan wawasan baru dan kemungkinan aplikasi teknologi IoT dalam kehidupan sehari-hari.

B. METODE PENELITIAN

Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan metode kualitatif, yang meliputi:

1. Studi Literatur: Kegiatan ini meliputi membaca, mencatat, dan mengumpulkan data dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, skripsi, dan artikel.
2. Observasi: Langkah ini dilakukan untuk mengumpulkan informasi dari peristiwa yang diamati secara langsung, khususnya di rumah dinas Sumbawa.
3. Wawancara: Mengumpulkan informasi dan data dari pemilik rumah dinas di Sumbawa melalui tahapan tanya jawab.

Penelitian ini menggunakan metode *Design Science Research Process (DSRP)*, yang merupakan paradigma penelitian yang fokus pada penciptaan desain untuk menjawab pertanyaan yang relevan dengan permasalahan manusia. DSRP menggabungkan aspek rasional empiris dan sistematis dalam pengumpulan data dan pengujian hipotesis. Pendekatan ini mencakup enam aktivitas utama: Latar Belakang dan Identifikasi Masalah, Perumusan Tujuan, Perancangan dan Pengembangan, Unjuk Kerja, Evaluasi, dan Komunikasi (Prawiro et al., 2023).



Gambar 1. *Design Science Research Process*

Langkah – langkah pengembangan sistem yang digunakan pada perancangan purwarupa *Smart Door Lock* berbasis *Internet of Things* ini menggunakan tahapan oleh (Fernando et al., 2020) berdasarkan 6 aktivitas yang berurutan sebagai berikut:

1. Latar Belakang dan Identifikasi Masalah: Tahapan awal melibatkan mendefinisikan masalah penelitian melalui wawancara dengan pemilik rumah dinas BMKG Sumbawa. Fokus utama adalah keamanan rumah yang hanya dapat dikontrol secara manual.
2. Perumusan Tujuan: Menentukan tujuan solusi yang diusulkan, meliputi efektivitas sensor dalam mengunci pintu, integrasi notifikasi kepada pengguna, dan kemudahan penggunaan.
3. Perancangan dan Pengembangan: Tahap ini melibatkan penentuan kebutuhan, pembuatan rangkaian model, dan perencanaan mikrokontroler berdasarkan kebutuhan pengguna.

4. Unjuk Kerja: Mendemonstrasikan purwarupa yang telah selesai untuk menyelesaikan masalah penelitian.
5. Evaluasi: Memantau dan mengukur efektivitas purwarupa dalam memecahkan masalah, serta membandingkan hasilnya dengan tujuan awal. Kesalahan dalam perancangan purwarupa diperbaiki sesuai kebutuhan.
6. Komunikasi: Berhasilnya purwarupa ditandai dengan kemampuan mengontrol kunci pintu dengan tag RFID, sidik jari, atau ponsel pintar.

Penelitian perancangan purwarupa *smart door lock* ini membutuhkan waktu lebih kurang tiga bulan dihitung dari bulan Oktober 2023 sampai Desember 2023. Penelitian ini dilakukan di Rumah Dinas BMKG yang beralamat di Jalan Garuda nomer 99A Lempeh, Kecamatan Sumbawa, Kabupaten Sumbawa, Provinsi Nusa Tenggara Barat.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kebutuhan sistem

Analisis kebutuhan sistem dilakukan untuk mengidentifikasi potensi masalah, peluang, dan tantangan. Ini melibatkan pemilihan perangkat keras dan lunak, serta alat penunjang pembuatan Purwarupa. Berikutnya adalah tabel perangkat keras.

Tabel 1. Spesifikasi Perangkat Keras

No	Jenis Spesifikasi	Keterangan
1	Laptop	Asus ROG STRIX
2	Processor	AMD Ryzen 7 4800H with Radeon Graphics 2.90 GHz
3	Smartphone	Infinix HOT 12 Play
4	Board NodeMCU	Memudahkan koneksi NodeMCU
5	Modul NodeMCU ESP32	Mikrokontroler

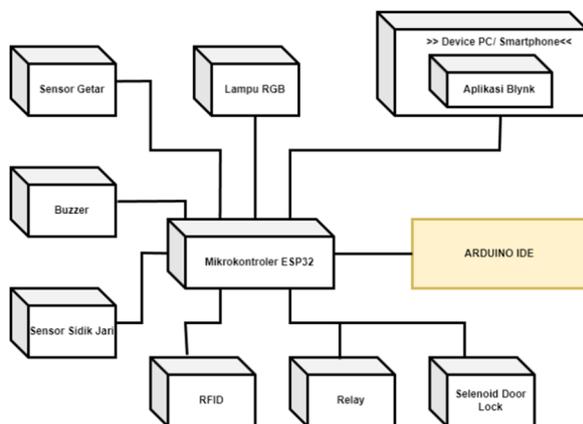
No	Jenis Spesifikasi	Keterangan
6	Kabel	Penghantar listrik
7	Adaptor 12V	Mengubah arus AC ke DC

Tabel 2. Spesifikasi Perangkat Lunak

No	Jenis Spesifikasi	Keterangan
1	Sistem Operasi Windows 11	Sistem operasi yang digunakan untuk membangun dan menjalankan sistem
2	Arduino IDE 2.2.1	Membuat program untuk mikrokontroler dengan menggunakan bahasa pemrograman C atau C++
3	Aplikasi Blynk	Pengontrol jarak jauh dan Memberikan Notifikasi

Perancangan Desain Sistem

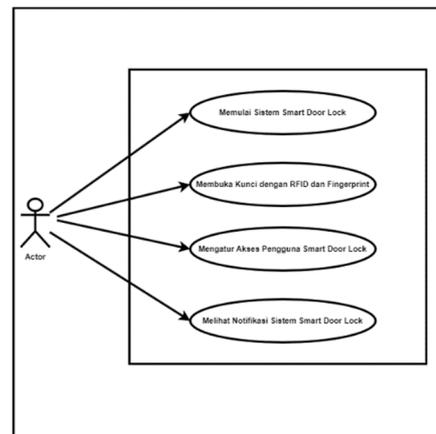
Desain sistem adalah deskripsi, pengorganisasian, perencanaan dan pengoperasian beberapa komponen terpisah menjadi satu kesatuan yang utuh. Perancangan sistem merupakan gambaran implementasi dari suatu sistem yang dibuat oleh peneliti.



Gambar 2. Deployment Diagram

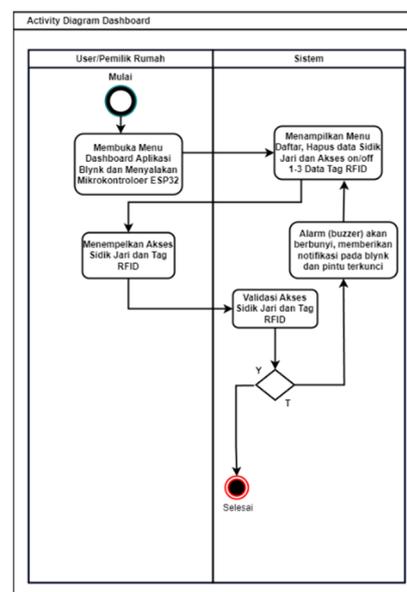
Gambar 2 menunjukkan konfigurasi dari spesifikasi *hardware* dan *software* yang

digunakan dalam pembuatan purwarupa *smart door lock* berbasis *internet of things*. Perancangan purwarupa ini menggunakan delapan *hardware* yaitu mikrokontroler ESP32, lampu RGB, sensor getar, *buzzer*, sensor sidik jari, RFID, relay, solenoid *door lock* dan dua *software* yaitu arduino IDE, aplikasi Blynk.



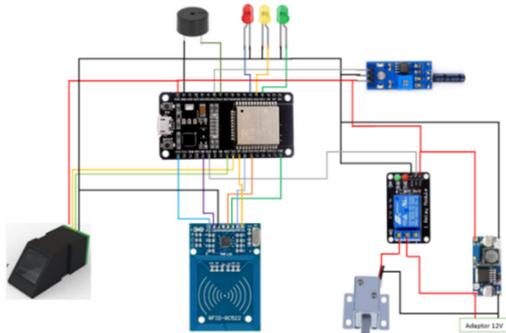
Gambar 3. Use Case Diagram

Pada gambar 3 terdapat 1 aktor yaitu pemilik rumah dan terdapat 4 use case utama yaitu memulai sistem *smart door lock*, membuka kunci pintu dengan tag RFID atau sidik jari, mengatur akses pengguna *smart door lock* dan melihat notifikasi sistem *smart door lock* melalui *smartphone*.



Gambar 4. Activity Diagram

Gambar 4 memberikan gambaran visual tentang alur kerja atau urutan aktivitas yang terjadi dalam suatu proses sistem. *Activity diagram* dapat menunjukkan cara kerja dari *smart door lock* mulai dari *user* atau pemilik rumah mengakses *smart door lock*, mendaftarkan dan menghapus sidik jari dan tag RFID yang diinginkan.

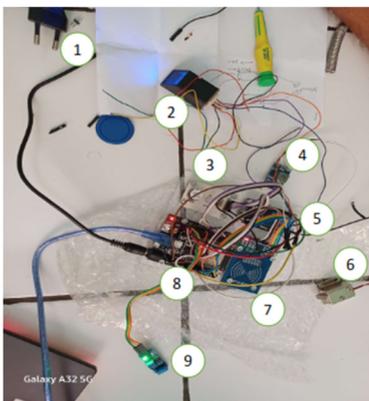


Gambar 5. Skema Sistem

Gambar 5 menjelaskan rangkaian kabel serta pin *input* dan *output* yang digunakan pada mikrokontroller, RFID reader, LED RGB, sensor getar, relay, solenoid, *buzzer*, sensor sidik jari, dan *stepdown* mini untuk pembuatan purwarupa *smart door lock*.

Perakitan Perangkat Keras

Purwarupa *smart door lock* berhasil dibuat dan diimplementasikan. Sistem ini menggunakan mikrokontroller ESP32, sensor sidik jari, tag RFID, sensor getar, *buzzer*, dan aplikasi Blynk sebagai komponen utama. Implementasi mencakup perakitan perangkat keras dan pemrograman perangkat lunak menggunakan Arduino IDE dan aplikasi Blynk.



Gambar 6. Rangkaian Perangkat Keras

Berikut merupakan keterangan dari gambar nomor 6:

1. *Power Suplly* 9volt

Digunakan untuk merubah arus listrik rumah tangga 220volt AC menjadi 9volt DC, ada 2 tujuan arus ini, pertama terhubung ke step down mini agar dirubah tegangannya menjadi 5volt dan kedua, arus lainnya di alirkan ke relay berfungsi untuk mengaktifkan solenoid *door lock* ketika mendapatkan perintah dari mikrokontroller ESP32.

2. *Finger Print*

Sidik jari setiap manusia mempunyai kode yang luar biasa seperti garis-garis yang khas pada jari manusia (Yudhanto & Azis, 2019). *Finger Print* digunakan untuk mendeteksi sidik jari yang sudah di daftarkan oleh pemilik rumah, untuk akses membuka pintu rumah.

3. *Buzzer*

Buzzer merupakan bagian elektronik yang mampu mengubah getaran listrik menjadi getaran suara (Harpad et al., 2022). Berfungsi sebagai tanda alarm berhasil atau tidaknya pintu rumah terbuka dan sebagai tanda alarm ketika ada yang mengetuk pintu rumah sensor getar aktif, semua ini diperintahkan dari mikrokontroller ESP32.

4. *Step Down Mini*

Kemampuan trafo *step down* adalah mengubah tegangan tinggi berarus rendah menjadi tegangan rendah berarus tinggi. Fungsi utama trafo *step down* adalah untuk mengatur tegangan listrik untuk memenuhi kebutuhan elektronik (Emirwati et al., 2023). *Step Down Mini* digunakan untuk menurunkan tegangan listrik *power suplly* dari 9volt menjadi 5volt.

5. Module Relay 1ch

Digunakan untuk mengaliri aliran listrik ke solenoid door diperintahkan dari mikrokontroller ESP32.

6. Solenoid *door lock*

Alat elektronik yang dapat digunakan untuk mengunci pintu disebut solenoid

kunci pintu (Achmady et al., 2022). Solenoid *door lock* digunakan untuk pengamanan pintu, sama seperti slot pintu biasanya, solenoid *door lock* memiliki dua kondisi yaitu *Normally Open* (NO) dan *Normally Close* (NC).

7. RFID

RFID membaca atau menulis data dari memori semikonduktor atau memori semikonduktor dengan medan atau gelombang radio yang diinduksi non-kontak (Yudhanto & Azis, 2019). RFID digunakan untuk mentransmisikan sinyal frekuensi radio antara pembaca RFID dengan tag RFID. Pembaca RFID adalah alat yang kompatibel dengan *tag* RFID yang akan berkomunikasi secara *wireless* dengan *tag*.

8. Mikrokontroler ESP32

Digunakan untuk pengembangan proyek-proyek seperti perangkat IoT dimana saat ini untuk perangkat keamanan pintar, dan dapat memberikan perintah ke komponen-komponen elektronika sesuai fungsinya.

9. Sensor Modul Getar

Modul sensor canggih ini akan memberikan hasil rasional HIGH sambil mengenali getaran, dapat diterapkan pada kerangka keamanan, penemuan getaran seismik, mengidentifikasi gangguan dalam kerangka mekanis, menghancurkan struktur konstruksi berdasarkan getaran, memperkirakan kekuatan dampak berdasarkan implikasinya, dll (Alam et al., 2020). Sensor Modul Getar digunakan untuk merespon getaran, ketika pintu rumah di ketuk. Sensor ini akan memberikan perintah kepada Mikrokontroler ESP32 untuk di teruskan kepada relay sehingga solenoid *door lock* terbuka.

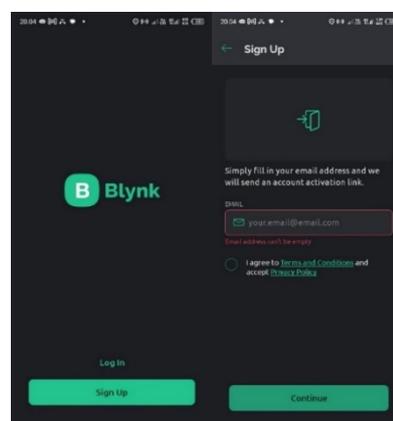
Pemrograman Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak menguraikan proses pengembangan perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan purwarupa *smart door lock*, dengan penekanan pada penggunaan

Arduino IDE dan integrasi dengan aplikasi Blynk untuk menciptakan sebuah sistem kontrol pintu yang canggih dan terhubung.

1. Aplikasi Blynk

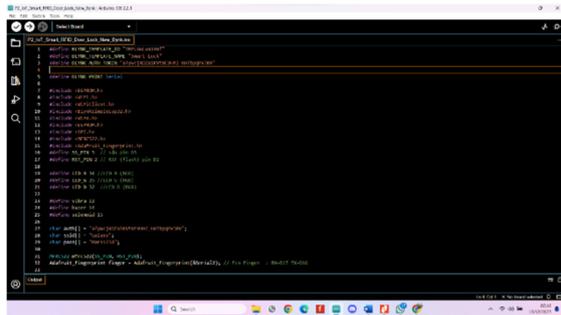
Aplikasi blynk dirancang untuk *internet of things*, beberapa manfaat dari aplikasi blynk ialah dapat mengontrol perangkat keras dari jarak jauh, dapat menampilkan data sensor, dapat menyimpan data, memvisualisasikannya, dan yang lainnya. Untuk mendapatkan aplikasi blynk bisa di download secara gratis di playstore, kemudian daftar account untuk bisa menggunakan aplikasi blynk.



Gambar 7. Aplikasi Blynk

2. Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah lingkungan pengembangan perangkat lunak yang dirancang khusus untuk memprogram dan mengembangkan aplikasi untuk papan mikrokontroler, salah satunya Nodemcu ESP32. Mikrokontroler sendiri adalah perangkat semikonduktor yang mengintegrasikan unit pemrosesan pusat (CPU), memori, dan perangkat *input/output* (I/O) dalam satu chip. Arduino IDE menggunakan mikrokontroler sebagai otak utama untuk mengendalikan berbagai jenis proyek elektronik.



Gambar 8. Program Arduino IDE

Pengujian Sistem

Purwarupa *smart door lock* yang telah dibuat perlu berfungsi dengan optimal dan tanpa kesalahan atau error. Untuk ini, pengujian sistem menjadi penting untuk menghindari kesalahan saat implementasi. Pengujian sistem adalah proses evaluasi yang dilakukan untuk mengevaluasi kinerja dan fungsionalitas sistem *smart door lock* yang telah dibuat. Tujuan pengujian sistem adalah untuk memastikan bahwa sistem dapat beroperasi dengan baik sesuai spesifikasinya dan memenuhi kebutuhan pengguna. Proses ini meliputi beberapa tahapan penting, yaitu pengujian aplikasi blynk, pengujian rfid, pengujian sidik jari, pengujian sensor modul getar, pengujian notifikasin dan monitoring di aplikasi blynk.

1. Pengujian Aplikasi Blynk

Menguji fungsionalitas aplikasi seluler yang terhubung dengan *smart door lock*, termasuk kemampuan untuk membuat dan menghapus akses dari sidik jari, memberikan izin akses tamu yakni untuk Tag RFID, dan melihat riwayat aktivitas pintu. Pengujian aplikasi blynk berhasil dan sesuai dengan fungsinya.

2. Pengujian RFID

Pengujian tag RFID (*Radio-Frequency Identification*) dilakukan untuk memastikan keandalan dan kinerja tag RFID dalam berbagai kondisi berfungsi dengan baik. Pengujian RFID berhasil dan sesuai dengan fungsinya.

3. Pengujian *Fingerprint*

Pengujian *fingerprint* pada *smart door lock*, memastikan bahwa sistem

fingerprint dapat mengenali dan memverifikasi identitas dengan akurat sesuai dengan pendaftaran akses yang dibuat oleh pengguna yakni pemilik rumah. Pengujian *fingerprint* berhasil dan sesuai dengan fungsinya.

4. Pengujian Sonsel Modul Getar

Pengujian berfungsi untuk mengetahui alat bekerja dengan optimal serta tingkatan getaran yang terdeteksi harus bersifat umum, seperti ketukan pada pintu. Pengujian Sensor modul getar berhasil dan sesuai dengan fungsinya.

5. Pengujian Notifikasi dan Monitoring Aplikasi Blynk

6. Pengujian notifikasi dan monitoring di aplikasi Blynk bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan sistem kunci pintu pintar berbasis IoT. Notifikasi memberi peringatan langsung tentang kejadian seperti akses pintu, memungkinkan respons cepat. Fitur monitoring memfasilitasi pemantauan jarak jauh, meningkatkan kenyamanan dan kontrol keamanan bagi pengguna.

7. Pengujian kunci pintu pintar selama pemadaman listrik menggunakan operasi manual dengan kunci fisik, dan pintu dalam keadaan tetap terkunci.



Gambar 9. Pengujian Sistem.

D. PENUTUP

Purwarupa *smart door lock* yang menggunakan mikrokontroler ESP32 berbasis IoT telah berhasil dibuat. Sistem keamanan ini dapat dimonitoring menggunakan aplikasi Blynk pada

smartphone. Seluruh rangkaian sensor dan komponen elektronika dalam purwarupa berfungsi dengan baik dan sesuai perannya.

Purwarupa mencakup input, proses, dan output dari masing-masing alat yang digunakan. Purwarupa *Smart Door Lock* beroperasi dengan membuka dan menutup menggunakan solenoid door lock, yang dikendalikan oleh program di mikrokontroler Nodemcu ESP32. Dua sensor yang digunakan, yaitu sensor *fingerprint* dan RFID, berfungsi untuk mengakses pintu. Sensor modul gerak dirancang untuk merespon getaran, seperti ketika pintu diketuk (tamu datang).

Proses perancangan Purwarupa smart door lock memerlukan ketelitian tinggi karena kesalahan kecil dalam penyatuan komponen dapat berdampak besar terhadap kinerja alat.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Achmady, S., Qadriah, L., & Auzan, A. (2022). Rancang Bangun Magnetic Solenoid Door Lock dengan Speech Recognition Menggunakan NodeMCU Berbasis Android. *Jurnal Real Riset*, 4(2), 79–91.
<https://doi.org/10.47647/jrr.v4i2.636>
- Adidrana, D., Suryoprango, H., & Hakim, A. R. (2023). Perancangan Sistem Smart Door Lock Menggunakan Internet of Things (Studi Kasus: Institut Teknologi Telkom Jakarta). *Journal of Informatics and Communication Technology (JICT)*, 4(2), 102–108.
https://doi.org/10.52661/j_ict.v4i2.141
- Alam, H., Kusuma, B. S., & Prayogi, M. A. (2020). Penggunaan Sensor Vibration Sebagai Antisipasi Gempa Bumi. *JET: Journal of Electrical Technology*, 5(2), 43–52.
- Bakhri, A. S., Suhada, K., & Kamaludin. (2021). Perancangan Sistem Doorlock Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis IoT Studi Kasus Pada Rumah Tempat Tinggal Pribadi. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Dan Adopsi Teknologi (INOTEK)*, 1–10.
- Emirwati, A., Sartika, L., & Prasetya, A. M. (2023). Analisis Keandalan Sistem Trafo Step Down Menggunakan Metode Logika Fuzzy. *Jurnal ELTEK*, 21(2), 68–75.
<https://doi.org/10.33795/eltek.v21i2.3671>
- Fernando, E., Surjandy, S., Meyliana, M., & Siagian, P. (2020). Desain Sistem Pengenalan Varietas Bibit Tanaman Kelapa Sawit dengan Pendekatan Design Science Research Methodology (DSRM). *JTIK: Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 7(2), 249–258.
<https://doi.org/10.25126/jtiik.2020721456>
- Fitriansyah, A., & Suryanto, M. R. (2021). Teknologi Kontrol Lampu dan Kunci Rumah Berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Informatika Dan Komputer*, 7(1), 88–96.
<https://doi.org/10.37012/jtik.v7i1.505>
- Harpad, B., Salmon, S., & Saputra, R. M. (2022). Sistem Monitoring Kualitas Udara di Kawasan Industri Dengan NodeMCU ESP32 Berbasis IoT. *Jurnal Informatika Wicida*, 12(2), 39–47.
<https://doi.org/10.46984/inf-wcd.1955>
- Nugroho, P. A. (2024). Rancangan Sistem Keamanan Untuk Pintu Rumah Tinggal Berbasis Arduino dan Android. *JEIS: Jurnal Elektro Dan Informatika Swadharma*, 4(1), 1–9.
<https://doi.org/10.56486/jeis.vol4no1.400>
- Prawiro, A., Tambotoh, J. J. C., & Nugroho, A. (2023). Pengembangan Sistem Informasi Desa Cukilan Menggunakan Pendekatan Design Science Research. *JATI: Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 7(1), 734–739.
<https://doi.org/10.36040/jati.v7i1.6505>
- Yudhanto, Y., & Azis, A. (2019). *Pengantar Teknologi Internet of Things (IoT)*. Surakarta : UNS Press.