

RANCANG BANGUN ALAT *MONITORING* KEAMANAN RUMAH BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)

**Agung Kurniawan; Agus Supardi, S.T., M.T.
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

Abstrak

Meningkatnya kasus pembobolan pada hunian rumah tangga, terutama ketika rumah ditinggal dalam kondisi kosong, menuntut sistem keamanan yang lebih andal dibandingkan kunci konvensional. Kunci konvensional memiliki kelemahan berupa risiko duplikasi anak kunci, kehilangan kunci, serta tidak tersedianya informasi status keamanan rumah secara real-time bagi pemilik. Selain penguncian akses, gangguan pada instalasi kelistrikan dan pembobolan melalui jendela juga jarang dipantau secara terintegrasi dalam satu sistem. Penelitian ini merancang dan membangun alat monitoring keamanan rumah berbasis Internet of Things (IoT) yang mengintegrasikan tiga fungsi utama, yaitu lockdoor otomatis berbasis keypad matrix 4x4 dengan aktuator solenoid door lock, pengendalian beban kelistrikan rumah melalui relay 4 channel AC/DC, serta pengamanan jendela berbasis sensor magnetik reed switch yang dipadukan dengan buzzer sebagai peringatan dini. Mikrokontroler ESP32 DevKit V1 digunakan sebagai pusat kendali yang mengolah masukan dari keypad matrix dan sensor magnetik, mengendalikan aktuator melalui modul relay, serta mengirimkan status sistem ke pemilik rumah melalui aplikasi Blynk. Sumber 220 V AC dari PLN diturunkan menjadi 12 V DC melalui adaptor, kemudian diturunkan kembali menjadi 5 V melalui modul step down LM2596 untuk mencatu rangkaian kendali. Pengujian dilakukan secara fungsional pada setiap subsistem dengan total 20 kali percobaan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dari delapan pengujian kode akses, tiga kode terdaftar seluruhnya berhasil mengaktifkan solenoid dan lima kode tidak terdaftar seluruhnya ditolak sehingga tidak terjadi kesalahan penerimaan maupun penolakan. Pengujian relay 4 channel pada delapan skenario menunjukkan status aplikasi Blynk, relay, dan stop kontak selalu sinkron tanpa adanya gangguan antar kanal. Pengujian sensor magnetik pada empat skenario menunjukkan buzzer dan notifikasi bekerja konsisten sesuai kondisi jendela. Secara keseluruhan tingkat keberhasilan sistem mencapai 100%, sehingga ketiga subsistem terbukti dapat bekerja secara terintegrasi pada satu mikrokontroler dan dapat diakses dari jarak jauh melalui jaringan internet.

Kata Kunci: *Blynk, ESP32, Internet of Things (IoT), Keamanan Rumah, Smart Door Lock.*

Abstract

The rising number of residential burglaries, particularly when houses are left unoccupied, demands a security system that is more reliable than a conventional lock. Conventional locks are vulnerable to key duplication and key loss, and they provide no real-time information on the security status of the house to the owner. Beyond access locking, disturbances in the household electrical installation and intrusion through windows are also rarely monitored in an integrated manner within a single system. This research designed and built an Internet of Things (IoT) based home security monitoring device that integrates three main functions, namely an automatic door lock based on a 4x4 matrix keypad with a solenoid door lock actuator, household electrical load control through a 4 channel AC/DC relay, and window protection based on a magnetic reed switch sensor combined with a buzzer as an early warning. An ESP32 DevKit V1 microcontroller serves as the central controller that processes inputs from the matrix keypad and the magnetic

sensor, drives the actuators through relay modules, and transmits the system status to the homeowner through the Blynk application. The 220 V AC source from the utility grid is stepped down to 12 V DC by an adaptor and further reduced to 5 V by an LM2596 step down module to supply the control circuit. Functional testing was carried out on every subsystem with a total of 20 trials. The results show that out of eight access code tests, all three registered codes successfully activated the solenoid and all five unregistered codes were rejected, so no false acceptance or false rejection occurred. Testing of the 4 channel relay in eight scenarios showed that the states of the Blynk application, the relay, and the power outlet were always synchronised without interference between channels. Testing of the magnetic sensor in four scenarios showed that the buzzer and the notification worked consistently according to the window condition. Overall the system achieved a success rate of 100%, confirming that the three subsystems can operate in an integrated manner on a single microcontroller and can be accessed remotely over the internet network.

Keywords: *Blynk, ESP32, Home Security, Internet of Things (IoT), Smart Door Lock.*

1. PENDAHULUAN

Rumah merupakan aset paling penting bagi setiap keluarga sehingga aspek keamanannya perlu mendapatkan perhatian khusus. Tingkat kriminalitas berupa pencurian dan pembobolan rumah masih menjadi permasalahan yang meresahkan, terutama pada hunian yang sering ditinggal kosong tanpa pengawasan langsung. Sistem keamanan konvensional yang mengandalkan kunci manual memiliki beberapa kelemahan, di antaranya risiko duplikasi anak kunci, kehilangan kunci, serta tidak tersedianya informasi kondisi keamanan rumah secara langsung kepada pemilik ketika berada jauh dari rumah. Kondisi ini menempatkan pemilik rumah pada posisi pasif karena baru mengetahui adanya gangguan setelah kejadian berlangsung.

Perkembangan teknologi *Internet of Things (IoT)* membuka peluang besar dalam pengembangan sistem keamanan rumah yang lebih adaptif dan dapat dipantau dari jarak jauh. Kajian meta terhadap penerapan otomasi rumah menunjukkan bahwa rasa aman penghuni meningkat seiring dengan tersedianya informasi status hunian secara terus-menerus, bukan semata karena kehadiran perangkat penguncian yang lebih kuat (Torres-Hernandez et al., 2025). Survei terhadap arsitektur keamanan rumah pintar dalam ekosistem kota cerdas juga menegaskan bahwa integrasi sensor, pengendali, dan platform berbasis awan merupakan komponen kunci yang memungkinkan otomasi berjalan secara menyeluruh (Zia et al., 2025).

Pada aspek pengendalian akses pintu, penggunaan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali terbukti mampu meningkatkan efektivitas pemantauan sekaligus pengendalian akses secara jarak jauh. Wong dan Sanudin (2024) menunjukkan bahwa sistem penguncian pintu berbasis ESP32 dapat dikendalikan secara lancar melalui aplikasi pesan instan sekaligus mencatat log akses yang dapat dibaca pengguna secara *real-time*. Maulana et al. (2023) memperoleh hasil serupa pada perancangan *smart door lock* berbasis ESP32 yang dikendalikan melalui aplikasi Android, sedangkan Fakhruddin

(2024) menerapkan aplikasi *Blynk* sebagai antarmuka pemantauan pada sistem keamanan pintu rumah. Divya et al. (2023) juga menegaskan bahwa kombinasi ESP32 dengan *Blynk* memberikan jalur komunikasi yang memadai untuk kebutuhan kendali penguncian pintu.

Selain aspek penguncian pintu, potensi akses ilegal melalui jendela menjadi celah keamanan yang perlu diantisipasi karena jendela umumnya tidak dilengkapi mekanisme kunci elektronik. Penggunaan sensor magnetik jenis *reed switch* pada daun dan bingkai jendela terbukti efektif dalam mendeteksi kondisi terbuka atau tertutupnya akses tersebut secara akurat dan konsisten. Ramadhani dan Putri (2023) melaporkan bahwa respons sensor *magnetic reed switch* sebagai pemicu notifikasi bekerja sangat baik pada sistem keamanan pintu rumah berbasis ESP32, sehingga prinsip yang sama layak diterapkan pada jendela.

Di sisi lain, gangguan pada instalasi kelistrikan rumah turut menjadi ancaman yang perlu dipantau, mengingat kondisi beban listrik yang tidak termonitor dapat menimbulkan risiko hubung singkat maupun pemborosan energi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa integrasi ESP32 dengan modul relay mampu menghasilkan sistem kendali kelistrikan yang bekerja secara *real-time* serta dapat dioperasikan melalui jaringan internet (Puspitasari et al., 2024; Razali et al., 2024). Kemampuan pengukuran konsumsi energi berbasis ESP32 juga telah dibuktikan pada penelitian terdahulu sebagai pengembangan lanjutan dari fungsi pengendalian beban (Macheso & Thotho, 2022).

Berdasarkan uraian tersebut, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada satu aspek keamanan secara terpisah, baik hanya pada sistem penguncian pintu, sensor jendela, maupun pengendalian kelistrikan. Integrasi ketiga fungsi tersebut ke dalam satu sistem yang saling terhubung dan dapat dipantau secara terpusat melalui jaringan *IoT* masih jarang dibahas secara mendalam. Iqbal dan Hydera (2025) menjadi salah satu penelitian yang menempuh arah integratif dengan menggabungkan *smart door lock*, pengaman jendela, dan deteksi kebocoran gas pada satu platform berbasis ESP32, namun aspek pengendalian beban kelistrikan rumah belum menjadi bagian dari sistem tersebut. Sabit (2025) juga menekankan bahwa penelitian keamanan rumah pintar cenderung terfragmentasi pada masing-masing modul sehingga menyulitkan pemilik rumah memperoleh gambaran kondisi hunian secara utuh.

Oleh karena itu, penelitian ini dikembangkan untuk merancang dan membangun alat monitoring keamanan rumah berbasis *Internet of Things (IoT)* yang mengintegrasikan *lockdoor* otomatis berbasis *keypad matrix*, pengendalian beban kelistrikan melalui *relay 4 channel*, serta pengaman jendela berbasis sensor magnetik dan *buzzer* dalam satu sistem terpadu. Ketiga subsistem dikendalikan oleh satu unit mikrokontroler ESP32 dan dipantau melalui satu antarmuka aplikasi *Blynk*, sehingga pemilik rumah dapat mengetahui status pintu, jendela, dan beban kelistrikan secara terpusat tanpa berpindah aplikasi. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan prototipe yang mampu bekerja secara otomatis

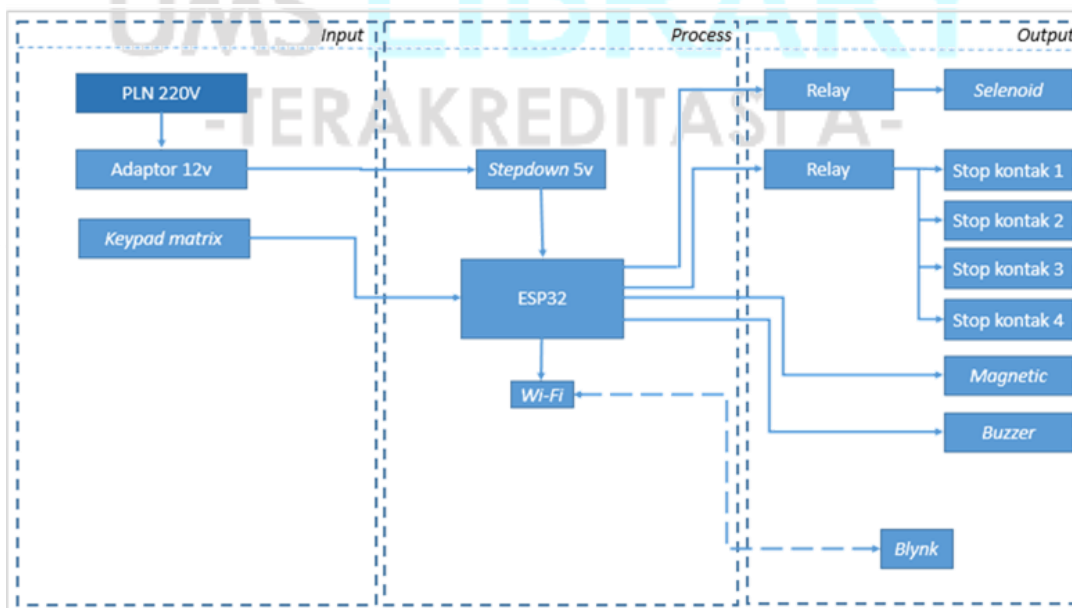
dan terintegrasi, serta menguji keandalan tiap subsistem melalui pengujian fungsional yang terukur.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode rancang bangun (*research and development*) yang dilaksanakan melalui enam tahapan yang saling berkesinambungan, yaitu studi literatur, pembuatan desain alat, persiapan alat dan bahan, pembuatan alat, pengujian alat, serta penyusunan laporan. Studi literatur dilakukan untuk memperoleh dasar teori dan referensi yang berkaitan dengan sistem *lockdoor* otomatis, pengendalian kelistrikan, serta sensor keamanan jendela berbasis *IoT*. Perancangan sistem meliputi penyusunan diagram blok, perancangan rangkaian kendali, dan penyusunan diagram alir program. Perakitan dilanjutkan dengan pemrograman ESP32 menggunakan Arduino IDE sesuai logika kendali yang telah dirancang untuk setiap subsistem. Apabila hasil pengujian belum sesuai dengan perancangan, maka dilakukan perbaikan dan pengujian ulang.

Komponen utama yang digunakan meliputi mikrokontroler ESP32 DevKit V1 (30 pin), modul relay 4 channel AC/DC, modul relay 1 channel DC, keypad matrix 4x4, solenoid lock door 12 V, sensor magnetik reed switch, buzzer aktif 5 V, modul step down LM2596, adaptor 12 V 5 A, empat buah stop kontak, serta box panel dan kabel penghubung. Pengujian dilaksanakan secara fungsional pada masing-masing subsistem dengan variasi masukan yang telah ditentukan, kemudian hasilnya dicatat dalam bentuk tabel pengujian.

2.1 Rancangan Sistem

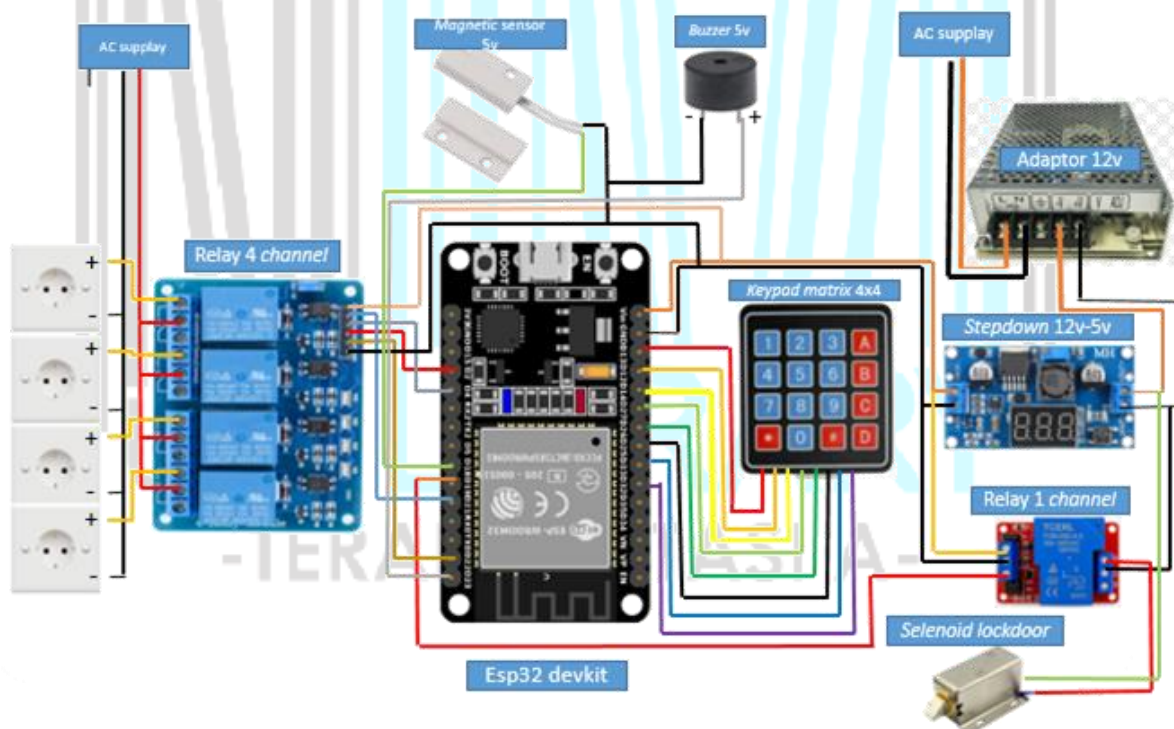


Gambar 1. Diagram blok rancangan sistem

Gambar 1 menunjukkan sistematika kerja alat yang dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu blok masukan, blok proses, dan blok keluaran. Blok masukan terdiri atas sumber daya dimana sumber 220 V AC dari PLN diubah menjadi 12 V DC melalui adaptor. Tegangan 12 V ini digunakan langsung untuk mencatu *solenoid door lock*, sekaligus diturunkan menjadi 5 V melalui modul *step down*

LM2596 untuk mencatu ESP32, modul *relay*, dan sensor, *keypad matrix* 4x4 sebagai media pemasukan kode akses. Blok proses berupa mikrokontroler ESP32 DevKit V1 yang membaca seluruh masukan, membandingkannya dengan logika kendali yang telah diprogram, kemudian menentukan aksi yang harus dijalankan. Blok keluaran terdiri atas modul *relay 1 channel* DC yang menggerakkan *solenoid door lock* 12 V, modul *relay 4 channel* AC/DC yang mengendalikan empat buah stop kontak, sensor *magnetic* pada jendela serta *buzzer* aktif 5 V sebagai peringatan lokal. Komunikasi antara ESP32 dan aplikasi *Blynk* berlangsung dua arah melalui jaringan *Wi-Fi* 2,4 GHz, sehingga status pintu, jendela, dan beban dapat dikirim ke pengguna sekaligus menerima perintah pengendalian dari pengguna.

2.2 Perancangan Perangkat Keras



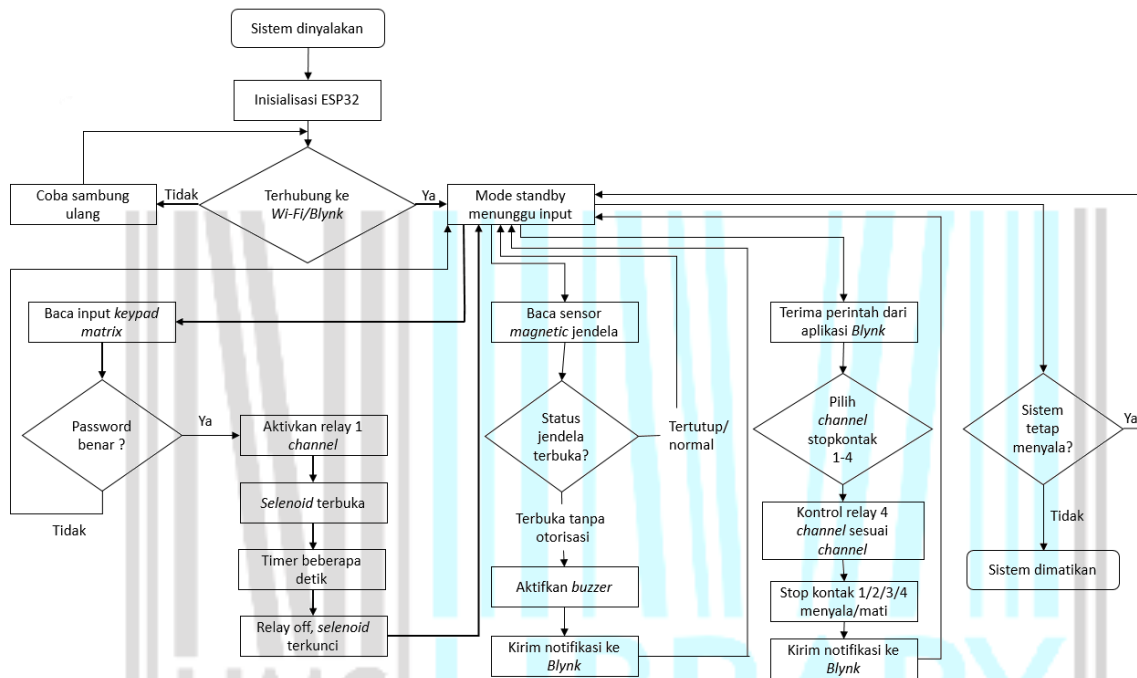
Gambar 2. Rangkaian penyusunan sistem

Gambar 2 memperlihatkan konfigurasi pengawatan antara ESP32 dengan seluruh komponen masukan dan keluaran. *Keypad matrix* 4x4 memerlukan delapan pin digital, yaitu empat pin untuk jalur baris yang dihubungkan ke GPIO 13, 12, 14, dan 27, serta empat pin untuk jalur kolom yang dihubungkan ke GPIO 26, 25, 33, dan 32. Sensor magnetik *reed switch* dihubungkan ke GPIO 34 dengan konfigurasi *pull-up* sehingga pin akan terbaca *LOW* ketika magnet berdekatan dengan sensor (jendela tertutup) dan *HIGH* ketika magnet menjauh (jendela terbuka).

Pada sisi keluaran, modul *relay 1 channel* DC dikendalikan melalui GPIO 23 dan kontak NO-COM-nya digunakan untuk memutus atau menyambung catu 12 V ke *solenoid door lock*. Modul relay 4 channel AC/DC dikendalikan melalui GPIO 22, 21, 19, dan 18, dengan kontak NO-COM masing-masing kanal dihubungkan seri terhadap jalur fasa empat buah stop kontak 220 V. *Buzzer* aktif 5 V

dihubungkan ke GPIO 5. Penggunaan modul relay pada kedua sisi keluaran berfungsi sebagai isolasi galvanis, sehingga rangkaian kendali bertegangan rendah tidak terhubung langsung dengan rangkaian daya. Modul *relay* yang digunakan telah dilengkapi *optocoupler*, sehingga lonjakan tegangan balik akibat sifat induktif kumparan *relay* maupun *solenoid* tidak merambat ke pin GPIO ESP32.

2.3 Diagram Alir Sistem



Gambar 3. Diagram alir kerja sistem

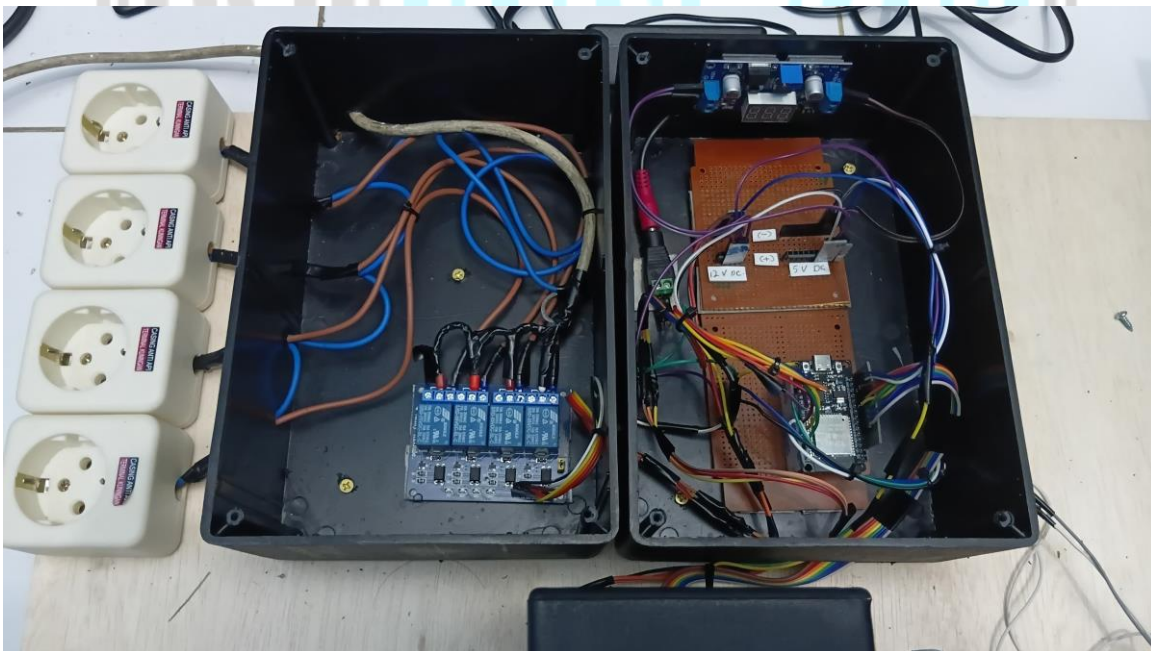
Gambar 3 menunjukkan alur kerja program yang ditanamkan pada ESP32. Setelah proses inisialisasi perangkat keras, sistem melakukan koneksi ke jaringan *Wi-Fi* dan autentikasi ke *Blynk Cloud*. Apabila koneksi belum berhasil, sistem mengulang proses tersebut sampai terhubung. Setelah terhubung, sistem masuk ke dalam loop pemantauan yang secara berurutan membaca masukan dari keypad, sensor magnetik, dan perintah dari aplikasi *Blynk*.

Pada percabangan pertama, kode yang dimasukkan melalui keypad dibandingkan dengan kode yang tersimpan dalam program. Apabila kode sesuai, *relay 1 channel* diaktifkan sehingga *solenoid* menarik batang pengunci selama 10 detik, kemudian kembali ke kondisi terkunci. Apabila kode tidak sesuai, akses ditolak dan *solenoid* tetap dalam kondisi terkunci. Percabangan kedua memeriksa kondisi jendela melalui sensor magnetik; jika jendela terdeteksi terbuka, *buzzer* diaktifkan dan notifikasi kondisi tidak aman dikirim ke aplikasi *Blynk*, sedangkan jika tertutup *buzzer* dinonaktifkan dan status kondisi aman ditampilkan. Percabangan ketiga menangani perintah pengendalian beban dari aplikasi *Blynk* yang diteruskan ke kanal *relay* yang bersesuaian. Pada akhir setiap siklus, seluruh status dikirim kembali ke aplikasi *Blynk* sebelum program kembali ke awal loop pemantauan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Realisasi Rangkaian Alat

Realisasi alat dibangun dalam dua buah box panel. Box pertama memuat rangkaian kendali yang terdiri atas ESP32 DevKit V1, dan modul *step down LM2596*. Box kedua memuat *relay 4 channel* yang menghunungkan keluaran ke box pertama dan keluaran ke empat buah stop kontak yang jalur fasanya dihubungkan ke kontak *relay 4 channel*. Box ke tiga memuat *keypad matix 4x4* yang dipasang disisi luar dan juga memuat *relay 1 channel* yang menghubungkan *solenoid* dan juga ke box pertama, sedangkan *solenoid door lock* dipasang pada daun pintu menggunakan bracket. Sensor magnetik dipasang pada bingkai jendela dengan magnet pasangannya menempel pada daun jendela, dan *buzzer* ditempatkan di dalam ruangan agar suara peringatan terdengar oleh penghuni maupun tetangga sekitar. Seluruh pengujian pada subbab berikut dilakukan setelah rangkaian terpasang lengkap dan program berhasil diunggah ke ESP32 tanpa kesalahan kompilasi.



Gambar 4. Realisasi rangkaian kendali dan modul *relay* di dalam box panel

Penataan kabel di dalam box panel menjadi aspek penting dalam realisasi perangkat keras mengingat ruang yang tersedia relatif terbatas untuk menampung modul *relay*, ESP32, serta jalur kabel bertegangan AC dan DC secara terpisah. Jalur kabel oranye dan biru pada Gambar 4 merepresentasikan jalur masukan dan keluaran modul relay yang diikat menggunakan cable tie untuk menghindari kontak dengan jalur bertegangan rendah pada bagian ESP32 dan modul *step down*. Pemisahan fisik antara box stop kontak yang bertegangan 220 V AC dan box kendali yang bertegangan 12 V serta 5 V DC diterapkan sebagai bentuk isolasi galvanis tambahan, sekaligus mempermudah proses penelusuran kesalahan (*troubleshooting*) apabila terjadi gangguan pada salah satu subsistem.

3.2 Pengujian *Solenoid Lock Door*

Pengujian pada subsistem *lockdoor* otomatis bertujuan untuk mengetahui ketepatan sistem dalam membedakan kode akses yang terdaftar dan yang tidak terdaftar, sekaligus memverifikasi rantai kerja dari *keypad*, ESP32, modul *relay 1 channel*, hingga *solenoid door lock*. Pengujian dilakukan sebanyak delapan kali dengan kombinasi kode yang berbeda-beda, terdiri atas tiga kode yang telah didaftarkan pada program dan lima kode yang tidak terdaftar. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian solenoid *lockdoor*

No	Kode/Sandi	<i>Relay</i>		<i>Solenoid</i>		Keterangan
		On	Off	On	Off	
1	1122334	v	-	v	-	<i>Solenoid</i> aktif, pintu dapat dibuka
2	223344	v	-	v	-	<i>Solenoid</i> aktif, pintu dapat dibuka
3	33445	v	-	v	-	<i>Solenoid</i> aktif, pintu dapat dibuka
4	123456	-	v	-	v	<i>Solenoid</i> tidak aktif, pintu tidak dapat dibuka
5	234567	-	v	-	v	<i>Solenoid</i> tidak aktif, pintu tidak dapat dibuka
6	967821	-	v	-	v	<i>Solenoid</i> tidak aktif, pintu tidak dapat dibuka
7	56789	-	v	-	v	<i>Solenoid</i> tidak aktif, pintu tidak dapat dibuka
8	125678	-	v	-	v	<i>Solenoid</i> tidak aktif, pintu tidak dapat dibuka

Hasil pada Tabel 1 menunjukkan bahwa ketiga kode terdaftar, yaitu 1122334, 223344, dan 33445, seluruhnya berhasil mengaktifkan relay sehingga solenoid tertarik dan pintu dapat dibuka. Sebaliknya, lima kode yang tidak terdaftar, yaitu 123456, 234567, 967821, 56789, dan 125678, seluruhnya ditolak sehingga relay tetap dalam kondisi off dan pintu tidak dapat dibuka. Dengan demikian tidak terjadi *false acceptance*, yaitu penerimaan kode yang seharusnya ditolak, maupun *false rejection*, yaitu penolakan kode yang seharusnya diterima. Tingkat ketepatan subsistem ini mencapai 100% dari delapan pengujian yang dilakukan.

Kolom status *relay* dan status *solenoid* pada Tabel 1 selalu menunjukkan nilai yang sama untuk setiap baris pengujian. Konsistensi ini membuktikan bahwa tidak terjadi kegagalan pada sisi penggerak, misalnya berupa kontak *relay* yang tidak menutup sempurna atau tegangan catu 12 V yang turun di bawah tegangan kerja *solenoid* pada saat kumparan menarik arus awal. Hal ini merupakan indikasi bahwa pemisahan jalur catu 12 V untuk *solenoid* dan jalur 5 V untuk rangkaian kendali, sebagaimana dirancang pada Gambar 1, bekerja sesuai tujuan. Apabila kedua beban dicatu dari jalur yang sama, arus *inrush solenoid* berpotensi menimbulkan penurunan tegangan sesaat yang

menyebabkan ESP32 mengalami *brownout reset*.

Ditinjau dari sisi kekuatan kode, panjang kode yang diuji bervariasi antara lima sampai tujuh digit. Kode numerik tujuh digit memberikan ruang kombinasi sebesar 10 pangkat 7 atau sepuluh juta kemungkinan, sedangkan kode lima digit hanya memberikan seratus ribu kemungkinan. Perbedaan ini menunjukkan bahwa penggunaan kode yang lebih panjang secara signifikan meningkatkan ketahanan sistem terhadap upaya penembakan. Meskipun demikian, sistem yang dibangun belum dilengkapi mekanisme pembatasan percobaan, sehingga secara teoretis masih terbuka terhadap serangan *brute force* apabila pelaku memiliki waktu yang cukup di depan keypad. Temuan ini sejalan dengan Wong dan Sanudin (2024) yang menekankan bahwa keandalan sistem penguncian berbasis ESP32 tidak hanya ditentukan oleh ketepatan verifikasi, tetapi juga oleh adanya mekanisme pembatasan akses dan pencatatan log percobaan. Maulana et al. (2023) juga melaporkan bahwa penambahan lapisan autentikasi kedua merupakan langkah lanjutan yang umum ditempuh untuk mengatasi keterbatasan kode tunggal.

3.3 Pengujian Relay 4 Channel

Pengujian pada subsistem pengendalian beban kelistrikan bertujuan untuk mengetahui kesesuaian antara perintah yang diberikan melalui aplikasi *Blynk*, respons modul *relay 4 channel*, dan kondisi aliran listrik pada stop kontak. Pengujian dilakukan pada keempat kanal, masing-masing diuji dalam kondisi on dan off, sehingga diperoleh delapan skenario pengujian. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian *relay 4 channel*

No	Nama	Aplikasi <i>Blynk</i>		<i>Relay</i>		Stop Kontak		Keterangan
		On	Off	On	Off	On	Off	
1	Stop kontak 1	v	-	v	-	v	-	Stop kontak teraliri listrik
2	Stop kontak 1	-	v	-	v	-	v	Stop kontak tidak teraliri listrik
3	Stop kontak 2	v	-	v	-	v	-	Stop kontak teraliri listrik
4	Stop kontak 2	-	v	-	v	-	v	Stop kontak tidak teraliri listrik
5	Stop kontak 3	v	-	v	-	v	-	Stop kontak teraliri listrik
6	Stop kontak 3	-	v	-	v	-	v	Stop kontak tidak teraliri listrik
7	Stop kontak 4	v	-	v	-	v	-	Stop kontak teraliri listrik
8	Stop kontak 4	-	v	-	v	-	v	Stop kontak tidak teraliri listrik

Tabel 2 memperlihatkan bahwa status pada kolom aplikasi *Blynk*, kolom *relay*, dan kolom stop kontak selalu berada dalam kondisi yang sinkron pada seluruh baris pengujian. Ketika tombol pada aplikasi *Blynk* diaktifkan, *relay* pada kanal yang bersesuaian menutup dan stop kontak teraliri listrik; sebaliknya ketika tombol dinonaktifkan, *relay* membuka dan aliran listrik pada stop kontak terputus.

Tidak ditemukan kondisi di mana perintah aplikasi telah berubah namun status *relay* atau stop kontak tetap pada kondisi sebelumnya, sehingga tingkat keberhasilan subsistem ini juga mencapai 100% dari delapan pengujian.



(a) Stop kontak 1-4 kondisi ON pada aplikasi Blynk

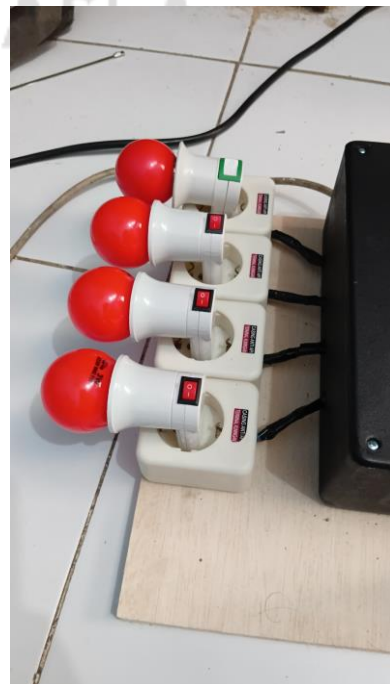


(b) Stop kontak 1-4 kondisi OFF pada aplikasi Blynk

Gambar 5. Tampilan aplikasi Blynk saat pengujian *relay 4 channel*



(a) Beban menyala saat relay ON



(b) Beban padam saat relay OFF

Gambar 6. Kondisi fisik keempat stop kontak saat pengujian *relay 4 channel*

Dokumentasi kondisi fisik keempat stop kontak pada saat pengujian, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6, dilakukan untuk memverifikasi bahwa data pada Tabel 2 merepresentasikan kondisi aktual pada sisi beban, bukan sekadar status yang ditampilkan pada antarmuka aplikasi. Perbandingan antara tampilan aplikasi *Blynk* dan kondisi lampu uji yang menyala maupun padam pada Gambar 6 menunjukkan bahwa perintah yang dikirim melalui aplikasi diteruskan secara konsisten hingga ke beban akhir. Kesesuaian antara ketiga elemen tersebut, yaitu status aplikasi, kondisi *relay*, dan kondisi aktual pada stop kontak, menjadi bukti pendukung bahwa subsistem kendali beban bekerja sesuai dengan perancangan.

Hal penting lain yang dapat dibaca dari Tabel 2 adalah tidak terjadinya gangguan antar kanal. Pengaktifan salah satu kanal tidak mempengaruhi status ketiga kanal lainnya, yang berarti tidak terdapat kebocoran sinyal maupun kesalahan penetapan pin pada program. Kondisi ini didukung oleh penggunaan modul *relay* yang telah dilengkapi *optocoupler*, sehingga setiap kanal memiliki jalur pemicu yang terisolasi dari jalur kendali ESP32. Isolasi tersebut juga menahan lonjakan tegangan balik yang timbul pada saat kumparan relay diputus, yang apabila tidak diredam berpotensi merusak pin GPIO mikrokontroler.

Dari sudut pandang fungsi keamanan, kemampuan memutus beban dari jarak jauh memiliki makna yang lebih luas daripada sekadar kenyamanan. Pemilik rumah yang menyadari adanya perangkat listrik yang lupa dimatikan dapat langsung memutus aliran listrik pada stop kontak yang bersangkutan tanpa harus kembali ke rumah, sehingga risiko hubung singkat maupun pemanasan berlebih pada beban dapat ditekan. Kemampuan serupa dilaporkan oleh Puspitasari et al. (2024) yang menunjukkan bahwa kendali beban berbasis ESP32 dan *Blynk* memberikan kemudahan akses melalui ponsel pintar dibandingkan sakelar konvensional, serta oleh Razali et al. (2024) pada penerapan sistem rumah pintar berbiaya rendah. Perlu dicatat bahwa kecepatan respons pada subsistem ini bergantung pada kualitas jaringan internet yang digunakan, sehingga waktu tunda dapat bervariasi meskipun status akhir yang tercatat tetap sesuai perintah.

Keterbatasan yang teridentifikasi pada subsistem ini adalah bahwa sistem baru mampu melakukan pengendalian on-off dan belum melakukan pengukuran besaran kelistrikan secara kuantitatif. Nilai tegangan, arus, dan daya pada masing-masing beban belum dapat ditampilkan, sehingga fungsi yang berjalan lebih tepat disebut sebagai pengendalian beban daripada monitoring kelistrikan dalam arti pengukuran. Penambahan sensor daya seperti *PZEM-004T* merupakan pengembangan yang relevan untuk melengkapi fungsi ini, sebagaimana ditunjukkan oleh Macheso dan Thotho (2022) pada perancangan alat ukur konsumsi energi listrik berbasis ESP32.

3.4 Pengujian Sensor Magnetik pada Jendela

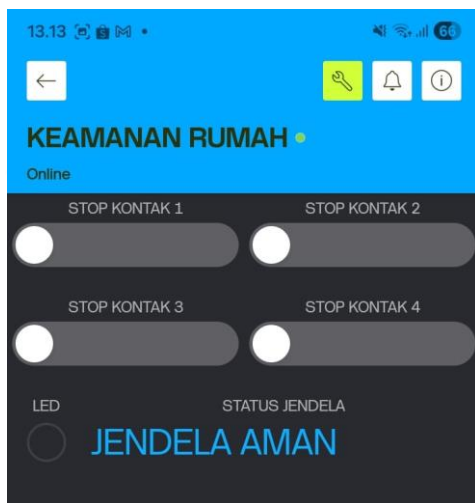
Pengujian pada subsistem pengaman jendela bertujuan untuk mengetahui konsistensi sensor magnetik

reed switch dalam mendeteksi kondisi buka dan tutup jendela, serta memastikan bahwa *buzzer* dan notifikasi aplikasi bekerja sesuai kondisi yang terdeteksi. Pengujian dilakukan sebanyak empat kali dengan kondisi jendela yang diubah secara bergantian antara tertutup dan terbuka. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian sensor magnetik pada jendela

No	Kondisi Jendela	Buzzer		Notifikasi Aplikasi <i>Blynk</i>
		On	Off	
1	Tertutup	-	v	Kondisi aman
2	Terbuka	v	-	Kondisi tidak aman
3	Tertutup	-	v	Kondisi aman
4	Terbuka	v	-	Kondisi tidak aman

Tabel 3 menunjukkan bahwa pada saat jendela dalam kondisi tertutup, *buzzer* berada dalam kondisi off dan aplikasi *Blynk* menampilkan status kondisi aman. Sebaliknya, pada saat jendela dibuka, *buzzer* langsung menyala dan aplikasi menampilkan status kondisi tidak aman. Pola tersebut berulang secara identik pada pengujian ketiga dan keempat, yang berarti sensor tidak mengalami perubahan karakteristik setelah beberapa kali siklus pengoperasian. Keterulangan hasil pada kondisi yang sama merupakan indikator penting bagi sensor keamanan, karena sensor yang memberikan hasil berbeda pada kondisi yang sama akan menghasilkan alarm palsu atau justru gagal memberikan peringatan.



(a) Status jendela aman saat jendela tertutup



(b) Peringatan jendela terbuka pada aplikasi *Blynk*

Gambar 7. Tampilan aplikasi *Blynk* pada pengujian sensor magnetik jendela

Gambar 7 menunjukkan perbedaan tampilan pada aplikasi *Blynk* antara kondisi jendela aman dan kondisi peringatan jendela terbuka. Perubahan status pada aplikasi terjadi tanpa jeda yang signifikan terhadap perubahan kondisi jendela, disertai aktivasi *buzzer* sebagai peringatan lokal. Kondisi ini

menunjukkan bahwa mekanisme peringatan dua lapis, yaitu peringatan lokal melalui *buzzer* dan peringatan jarak jauh melalui notifikasi aplikasi, bekerja secara simultan sehingga baik pihak yang berada di lokasi maupun pemilik rumah yang berada jauh dari rumah dapat memperoleh informasi mengenai potensi gangguan pada waktu yang hampir bersamaan.

Prinsip kerja *reed switch* bertumpu pada kontak logam di dalam tabung kaca yang menutup ketika berada dalam medan magnet dan membuka ketika medan magnet menjauh. Karena itu, jarak pemasangan antara sensor dan magnet menjadi parameter kritis dalam subsistem ini. Pemasangan yang terlalu renggang menyebabkan sensor membaca kondisi terbuka meskipun jendela masih tertutup, sedangkan pemasangan yang terlalu rapat berisiko menyebabkan sensor tetap membaca kondisi tertutup pada saat jendela digeser sedikit. Pada pengujian ini kedua kondisi tersebut tidak terjadi, sehingga posisi pemasangan yang digunakan dapat dinyatakan telah sesuai.

Sistem peringatan pada subsistem ini bekerja dalam dua lapis. Lapis pertama berupa *buzzer* yang memberikan peringatan lokal dan berfungsi sebagai efek jera langsung bagi pelaku, sedangkan lapis kedua berupa notifikasi aplikasi *Blynk* yang memberikan informasi kepada pemilik rumah meskipun sedang berada jauh dari lokasi. Kombinasi kedua lapis ini penting karena *buzzer* semata tidak memberikan informasi kepada pemilik, sementara notifikasi semata tidak memberikan tekanan langsung kepada pelaku di lokasi kejadian. Hasil serupa dilaporkan Ramadhani dan Putri (2023) yang menyatakan bahwa respons sensor *magnetic reed switch* sebagai pemicu notifikasi bekerja dengan sangat baik pada sistem keamanan hunian berbasis ESP32. Iqbal dan Hydara (2025) juga memperoleh keandalan tinggi pada integrasi sensor jendela dengan *platform Blynk*, dengan tingkat keberhasilan operasional sistem mencapai 99% pada skenario pengujian keamanan rumah tangga.

3.5 Rekapitulasi dan Pembahasan Kinerja Sistem Terintegrasi

Rekapitulasi hasil pengujian dari ketiga subsistem disajikan pada Tabel 4 untuk memberikan gambaran kinerja sistem secara menyeluruh.

Tabel 4. Rekapitulasi hasil pengujian sistem

No	Subsistem	Jumlah Pengujian	Berhasil	Gagal	Tingkat Keberhasilan
1	<i>Lockdoor</i> otomatis (<i>keypad</i> + <i>solenoid</i>)	8	8	0	100%
2	Kendali beban (<i>relay 4 channel</i>)	8	8	0	100%
3	Pengaman jendela (sensor magnetik)	4	4	0	100%
Total		20	20	0	100%

Tabel 4 menunjukkan bahwa dari total 20 pengujian yang dilakukan pada ketiga subsistem, seluruhnya memberikan hasil yang sesuai dengan perancangan sehingga tingkat keberhasilan sistem

mencapai 100%. Capaian tersebut menunjukkan bahwa ketiga subsistem dapat berjalan bersamaan pada satu unit mikrokontroler ESP32 tanpa saling mengganggu. Kondisi ini dimungkinkan karena struktur program disusun dalam bentuk loop pemantauan yang membaca ketiga jalur masukan secara berurutan dalam satu siklus, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3, sehingga tidak terjadi perebutan sumber daya antar subsistem. Jumlah pin GPIO yang tersedia pada ESP32 DevKit V1 juga masih mencukupi untuk melayani delapan pin *keypad*, satu pin sensor magnetik, lima pin pemicu *relay*, dan satu pin *buzzer* secara bersamaan.

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada penyatuan tiga fungsi keamanan yang pada penelitian terdahulu umumnya dibahas secara terpisah. Wong dan Sanudin (2024), Maulana et al. (2023), serta Fakhruddin (2024) memusatkan perhatian pada pengendalian akses pintu; Ramadhani dan Putri (2023) menitikberatkan pada pemanfaatan sensor magnetik sebagai pemicu notifikasi; sedangkan Puspitasari et al. (2024) dan Razali et al. (2024) berfokus pada pengendalian perangkat rumah tangga. Sistem yang dibangun pada penelitian ini menempatkan ketiganya di bawah satu pusat kendali dan satu antarmuka aplikasi, sehingga pemilik rumah memperoleh gambaran kondisi hunian secara utuh melalui satu layar. Pendekatan integratif semacam ini sejalan dengan arah yang ditempuh Iqbal dan Hydera (2025) dan menjawab kebutuhan yang disoroti Sabit (2025) mengenai fragmentasi modul pada sistem keamanan rumah pintar.

Meskipun demikian, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu dikemukakan secara terbuka. Pertama, seluruh pengujian dilakukan dalam kondisi laboratorium dengan jaringan internet yang stabil, sehingga kinerja sistem pada kondisi jaringan yang terganggu belum terukur. Kedua, jumlah pengulangan pengujian pada subsistem sensor magnetik masih terbatas pada empat kali percobaan, sehingga belum cukup untuk menyimpulkan keandalan jangka panjang komponen tersebut. Ketiga, sistem sepenuhnya bergantung pada ketersediaan catu daya PLN karena belum dilengkapi sumber daya cadangan, sehingga pemadaman listrik akan menonaktifkan seluruh fungsi keamanan. Keempat, waktu tunda antara perintah dan eksekusi belum diukur secara kuantitatif, padahal parameter tersebut merupakan indikator penting bagi sistem keamanan berbasis jaringan. Keterbatasan-keterbatasan tersebut menjadi dasar penyusunan saran pengembangan pada bagian penutup.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan pada alat monitoring keamanan rumah berbasis *Internet of Things (IoT)*, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem *lockdoor* otomatis berbasis *keypad matrix 4x4* dan *solenoid door lock* yang dikendalikan mikrokontroler ESP32 berhasil dirancang dan bekerja dengan tepat. Dari delapan pengujian, tiga kode terdaftar seluruhnya diterima dan lima kode tidak terdaftar seluruhnya ditolak, sehingga

tidak terjadi kesalahan penerimaan maupun penolakan.

2. Sistem pengendalian beban kelistrikan rumah melalui modul *relay 4 channel AC/DC* berhasil dioperasikan dari jarak jauh melalui aplikasi Blynk. Pada delapan skenario pengujian, status aplikasi, *relay*, dan stop kontak selalu sinkron dan tidak ditemukan gangguan antar kanal.
3. Sistem pengaman jendela berbasis sensor magnetik *reed switch* yang terintegrasi dengan *buzzer* berhasil mendeteksi kondisi buka dan tutup jendela secara konsisten pada empat kali pengujian, dengan *buzzer* sebagai peringatan lokal dan notifikasi aplikasi sebagai peringatan jarak jauh.
4. Ketiga subsistem berhasil diintegrasikan ke dalam satu prototipe yang dikendalikan oleh satu unit ESP32 dan dipantau melalui satu antarmuka aplikasi Blynk. Dari total 20 pengujian, seluruhnya memberikan hasil sesuai perancangan sehingga tingkat keberhasilan sistem mencapai 100%.

4.2 Saran

Berdasarkan keterbatasan yang ditemukan selama penelitian, beberapa saran pengembangan yang dapat diajukan adalah sebagai berikut:

1. Perlu ditambahkan mekanisme pembatasan jumlah percobaan kode akses, misalnya penguncian sementara setelah tiga kali kesalahan berturut-turut disertai notifikasi ke pemilik rumah, untuk menutup celah terhadap upaya penebakan kode secara berulang.
2. Perlu ditambahkan sensor pengukur besaran kelistrikan seperti *PZEM-004T* agar sistem tidak hanya mampu mengendalikan beban, tetapi juga menampilkan nilai tegangan, arus, dan daya secara kuantitatif kepada pemilik rumah.
3. Perlu dilengkapi sumber daya cadangan berupa baterai dengan mekanisme peralihan otomatis agar fungsi keamanan tetap berjalan pada saat terjadi pemadaman listrik.
4. Perlu dilakukan pengukuran waktu tunda antara perintah pengguna dan eksekusi perangkat pada berbagai kondisi kualitas jaringan, sehingga keandalan sistem dapat dinyatakan secara kuantitatif.
5. Jumlah pengulangan pengujian pada setiap subsistem perlu diperbanyak dan dilakukan dalam rentang waktu yang lebih panjang untuk menguji keandalan komponen dalam pemakaian jangka panjang.

PERSANTUNAN

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan naskah publikasi ini. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan semangat kepada penulis.
2. Bapak Agus Supardi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama proses penelitian hingga penyusunan naskah publikasi ini.
3. Bapak/Ibu Kepala Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah

Surakarta beserta seluruh dosen dan staf atas ilmu dan bantuan yang diberikan selama masa perkuliahan.

4. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Elektro yang telah membantu penulis selama proses perancangan dan pengujian alat.
5. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan kontribusi hingga penelitian ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Divya, P. S., Devaraj, V., & Aswin, V. (2023). *Wi-Fi door lock using ESP32 Cam and Blynk*. *Electrical and Automation Engineering*, 2(1), 125–132. <https://doi.org/10.46632/eae/2/1/18>
- Fakhruddin, A. (2024). *Rancang bangun sistem keamanan pintu rumah berbasis Internet of Things dengan ESP32 dan aplikasi Blynk*. *E-Link: Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, 19(1). <https://doi.org/10.30587/e-link.v19i1.7600>
- Iqbal, M., & Hydera, A. (2025). *Prototype of automatic security and control system for smart home using ESP32 microcontroller*. *Journal of Emerging Innovations in Engineering*, 1(2), 54–65. <https://doi.org/10.65664/jeie.v1i02.9>
- Macheso, P., & Thotho, D. (2022). *ESP32 based electric energy consumption meter*. *International Journal of Computer Communication and Informatics*, 4(1), 24–32. <https://doi.org/10.34256/ijcci2213>
- Maulana, I., Azriadi, E., & Musrido, J. (2023). *Rancang bangun sistem smart door lock menggunakan mikrokontroler ESP32 berbasis Internet of Things (IoT) dan smartphone Android*. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 6(1), 195–208. <https://doi.org/10.31004/jutin.v6i1.15123>
- Puspitasari, S., Munazilin, A., & Lazim, F. (2024). *Rancang bangun smart home berbasis mikrokontroler ESP 32 dan Blynk*. *Jurnal Ilmu Komputer (JUIK)*, 4(2), 122–128. <https://doi.org/10.31314/juik.v4i2.3289>
- Ramadhani, S., & Putri, D. P. (2023). *Design of a home door security system based on NodeMCU ESP32 using a magnetic reed switch sensor and Telegram bot application*. *Sinkron: Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika*, 7(4), 2059–2068. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v8i4.12688>
- Razali, C. M. C., Samsudin, S., Mahabob, N. Z., & Aalayamani, M. (2024). *Design low-cost IoT smart home system with comfort and humidity control using NodeMCU ESP32 microcontroller*. *Journal of Advanced Research in Micro and Nano Engineering*, 26(1), 66–82. <https://doi.org/10.37934/armne.26.1.6682>
- Sabit, H. (2025). *Artificial intelligence-based smart security system using Internet of Things for smart home applications*. *Electronics*, 14(3), 608. <https://doi.org/10.3390/electronics14030608>
- Torres-Hernandez, C. M., Garduño-Aparicio, M., & Rodriguez-Resendiz, J. (2025). *Smart homes: A meta-study on sense of security and home automation*. *Technologies*, 13(8), 320. <https://doi.org/10.3390/technologies13080320>
- Wong, S. H., & Sanudin, R. (2024). *IoT-based smart home door lock security system using ESP32*. *Evolution in Electrical and Electronic Engineering*, 5(1), 195–203.
- Zia, M. F., Siddiqua, M., Ouameur, M. A., Bagaa, M., & Al-Turjman, F. (2025). *Securing the future: A survey on smart home security in IoT-integrated smart cities*. *Advances in Networks*, 12(1), 1–18. <https://doi.org/10.11648/j.net.20251201.11>